

混合気体の圧力

【問1】

10 l の容器に、1.0 atmの酸素2.0 l と、2.0 atmの窒素4.0 l を入れて混合した。
温度は一定であるとして、次の各問いに答えよ。

(1- ①) 混合気体中の酸素の分圧 P_{O_2} は、いくらか。

$$1.0 \times 2.0 = P_{O_2} \times 10$$

$$\therefore P_{O_2} = 0.2 \quad (\text{atm})$$

(1- ②) 混合気体中の窒素の分圧 P_{N_2} は、いくらか。

$$2.0 \times 4.0 = P_{N_2} \times 10$$

$$\therefore P_{N_2} = 0.8 \quad (\text{atm})$$

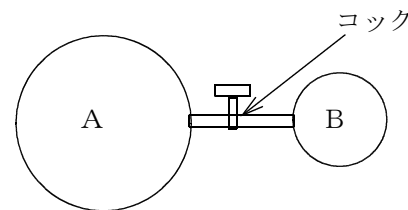
(2) 混合気体の全圧 P は、いくらか。

$$P_{\text{全圧}} = P_{O_2} + P_{N_2}$$

$$= 0.2 + 0.8 = 1.0 \quad (\text{atm})$$

【問2】

下図のように内容積7.5 l の容器Aと、内容積2.5 l の容器Bが接続され、Aには1.2 atmの N_2 が、Bには4.8 atmの O_2 が入っており、温度は一定に保たれている。次に、コックをまわして、A、Bの気体を混合させたとき、以下の問いに答えよ。



(1) 混合気体中の N_2 の分圧を求めよ。

$$1.2 \times 7.5 = P_{N_2} \times 10$$

$$\therefore P_{N_2} = 0.9 \quad (\text{atm})$$

(2) 混合気体中の O_2 の分圧を求めよ。

$$4.8 \times 2.5 = P_{O_2} \times 10$$

$$\therefore P_{O_2} = 1.2 \quad (\text{atm})$$

(3) 混合気体の圧力 (全圧) を求めよ。

$$P_{\text{全圧}} = P_{N_2} + P_{O_2}$$

$$= 0.9 + 1.2 = 2.1 \quad (\text{atm})$$

【問3】

容積11.2 l の容器に、1.6 g の酸素、5.6 g の窒素、2.0 g の水素をそれぞれ入れ、温度を 0°C に保った。
($O_2=32$, $N_2=28$, $H_2=2$)

i) 混合気体の全圧を求めよ。

$$P \times 11.2 = \left(\frac{1.6}{32} + \frac{5.6}{28} + \frac{2.0}{2} \right) \times 0.082 \times 273$$

$$= (0.05 + 0.2 + 1.0) \times \frac{22.4}{273} \times 273$$

$$\therefore P = 1.25 \times 2 = 2.5 \quad (\text{atm})$$

ii) 酸素の分圧を求めよ。

$$P_{O_2} = \text{全圧} \times \text{酸素のモル分率} = 2.5 \times \frac{0.05}{1.25} = 0.10 \quad (\text{atm})$$

iii) 窒素の分圧を求めよ。

$$P_{N_2} = \text{全圧} \times \text{窒素のモル分率} = 2.5 \times \frac{0.20}{1.25} = 0.40 \quad (\text{atm})$$

iv) 水素の分圧を求めよ。

$$P_{H_2} = \text{全圧} \times \text{水素のモル分率} = 2.5 \times \frac{1.0}{1.25} = 2.0 \quad (\text{atm})$$

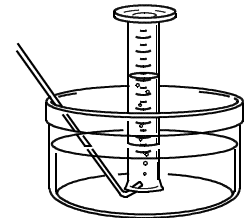
【問4】

27°C , 767 mm の下で、水上置換法で、300 ml の O_2 を捕集した。
 27°C での飽和水蒸気圧を、26.7 mm、水銀の密度は 13.6 g/cm^3 として、以下の問いに答えなさい。

(1) メスシリンダー内の水柱の、水面からの高さは12.0 cmである。
水柱のもたらす圧力は、何mmHgか答えなさい。
答えは有効数字3桁まで記せ。

$$\frac{X \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg}} = \frac{12 \text{ cmH}_2\text{O}}{(13.6 \times 76) \text{ cmH}_2\text{O}}$$

$$\therefore X = \frac{760 \times 12}{13.6 \times 76} = \frac{10 \times 12}{13.6} \doteq 8.82 \quad (\text{mmHg})$$



メスシリンダーによる水上置換

(2) メスシリンダー内の O_2 の分圧は何mmHgか。小数点以下1桁目まで求めなさい。

$$P_{O_2} = P_{\text{大気圧}} - P_{H_2O} - P_{\text{水柱}} = 767 - 26.7 - 8.82$$

$$\doteq 731.5 \text{ mmHg}$$

(3) メスシリンダー内の O_2 は何mgか。 $O_2=32$ とし、有効数字3桁まで求めなさい。

$$P_{O_2} \times 0.3 = \frac{w}{32} \times 0.082 \times (273 + 27)$$

$$\frac{731.5}{760} \times 0.3 = \frac{w}{32} \times 0.082 \times (273 + 27)$$

$$\therefore w = \frac{731.5 \times 0.3 \times 32}{760 \times 0.082 \times 300} \doteq 0.376 \quad (\text{g}) \quad \text{よって} \quad 376 \text{ mg}$$

$$\text{圧力} = \frac{\text{力}}{\text{面積}}$$

Pa (パスカ)

$$\text{Pa} = \text{N/m}^2$$

$$\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m/s}^2}{\text{m}^2} = \text{kg/m} \cdot \text{s}^2$$

【問題1】

50kgの人がハイヒール（踵面積1cm²）の踵に全体重を掛けたときの圧力は何Paか？

$$\text{体重は } 50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 490 \text{ N}$$

よって

$$\frac{490 \text{ N}}{0.0001 \text{ m}^2} = 4900000 \text{ Pa} = 49000 \text{ hPa (ヘクトパスカ)}$$

$$\begin{array}{l} \text{なぜならば } 1 \text{ m}^2 = 10000 \text{ cm}^2 \\ \therefore 1 \text{ cm}^2 = 0.0001 \text{ m}^2 \end{array}$$

$$\text{圧力換算 } 1 \text{ Pa (パスカ)} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ bar (バー)} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 10^6 \text{ dyn/cm}^2$$

$$1 \text{ hPa (ヘクトパスカ)} = 100 \text{ Pa} = 1 \text{ mbar} \\ \text{ミリバー (mbar, mb)}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} \\ = 76 \text{ cmHg}$$

$$= 76 \text{ cm} \times 13.6 \text{ g/cm}^3 \times \text{重力加速度} (980 \text{ cm/s}^2) = \frac{76 \times 13.6 \text{ g} \times 980 \text{ cm/s}^2}{1 \text{ cm}^2}$$

$$= \frac{76 \times 0.0136 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2}{0.0001 \text{ m}^2}$$

$$\approx 101300 \text{ N/m}^2$$

$$= 101300 \text{ Pa}$$

$$= 1013 \text{ hPa}$$

$$= 1013 \text{ mb}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 76 \text{ cmHg} \\ = (76 \times 13.595) \text{ cmH}_2\text{O} \\ \approx 1033 \text{ cmH}_2\text{O} \\ = 1033 \text{ g重/cm}^2$$

気体の密度から、分子量を算出できる。

【問題2】標準状態における密度が0.90 g/lである気体の分子量を有効数字二桁まで求めよ。

$$P V = \frac{W}{M} R T$$

$$1.0 \times 1.0 = \frac{0.90}{M} \times \frac{22.4}{273} \times 273$$

$$\therefore M = 20.26$$

$$\approx 20$$

【問題3】

気体定数 0.082 (atm·l/K·mol) は、8.31 (Pa·m³/mol·K) となることを導け。

$$0.082 \text{ (atm} \cdot \text{l/K} \cdot \text{mol)} = \frac{1 \text{ atm} \times 22.4 \text{ l}}{273 \text{ K} \times 1 \text{ mol}} = \frac{101300 \text{ Pa} \times (22.4 \times 10^{-3}) \text{ m}^3}{273 \text{ K} \times 1 \text{ mol}}$$

$$\approx \frac{2269.12 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3}{273 \text{ K} \cdot \text{mol}}$$

$$\approx 8.3 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{K} \cdot \text{mol}}$$

$$\approx 8.3 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$$

$$\text{Pa} \times \text{m}^3$$

$$\left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right) \times \text{m}^3 = \text{Nm} = \text{J (ジュール)} \quad \text{※ 圧力} \times \text{体積は、エネルギーである。}$$

気体分子の運動エネルギー

(単原子の理想気体について)

$$\frac{1}{2} m \bar{v}^2 = \frac{3R}{2N_A} T = \frac{3}{2} kT$$

N_A : アボガドロ数 6.02 × 10²³ (個/mol)

k : ボルツマン定数

$$\bar{v}^2 \propto \frac{T}{m} \quad \therefore \bar{v} \propto \sqrt{\frac{T}{M}}$$

∞ : 比例記号 正比例 direct proportion 反比例 inverse proportion

気体分子の平均速度 \bar{v} は、 \sqrt{T} に比例し、 \sqrt{M} に反比例する。

※ RT及びkTは、エネルギーである。
TΔSもエネルギー。 ΔS(エントロピー変化)