2 ★★★ Una bombola contenente metano per autotrazione ha un volume di (34,5 ± 0,1) L ed è stata riempita fino alla pressione di (215 ± 2) 10^5 Pa a una temperatura del gas di (45 ± 1) °C.

▶ Qual è la massa di metano contenuta nel serbatoio con la relativa incertezza di misura, nell'ipotesi che il gas si comporti come un gas perfetto?

[(4,5 ± 0,1) kg]

$V_1 = (34,5 \pm 0,1)\,L = (34.5 \pm 0.1) \cdot 10^{-3}\,m^3$

$p_1 = (215 \pm 2)\,10^5\,Pa$

$T_1 = (45 \pm 1)\,°C = 273,15 + 45 \pm 1 = (318 \pm 1)\,°K$

METANO CH_4 peso molecolare:

$p_M = p_C + 4 p_H = 12,01 + 4,032 = 16.042$

massa di una mole di metano $m_m = 16.042\,g = 16.042 \cdot 10^{-3}\,Kg$

SOLUZIONE

Massa del metano: $m = n \cdot m_m$

dove n è il numero di moli che posso calcolare da $pV = nRT$

$$n = \frac{pV}{RT} \Rightarrow m = \frac{pV}{RT} \cdot m_m$$

$$m = \frac{pV}{RT} \cdot m_m = \frac{34.5 \cdot 10^{-3} \cdot 2.15 \cdot 10^{5}}{8.32 \cdot 318} 16.042 \cdot 10^{-3} =$$

$$= \frac{3.45 \cdot 2.15 \quad 1.6}{8.32 \cdot 3.18} \cdot \frac{10^{-2} \, 10^{7} \, 10^{-2}}{10^{2}} =$$

$$= 4.486 \, Kg$$

INCERTEZZA:

per moltiplicazioni e divisioni si somma le incertezze relative:

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta m_m}{m_m} =$$

$$= \frac{2}{215} + \frac{1}{345} + \frac{1}{832} + \frac{1}{318} + \frac{5}{16042} = 0.017$$

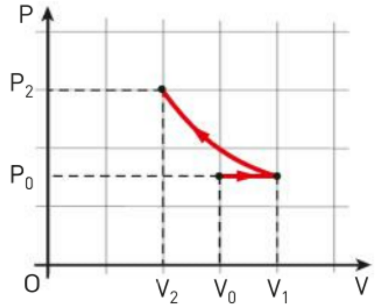
$$\simeq 0.02 = 2\%$$

$$\Delta m = m \cdot \left(\frac{\Delta m}{m}\right) = 4.486 \cdot 0.02 = 0.08972 \, Kg \simeq 0.1 \, Kg$$

$$\boxed{m = (4.5 \pm 0.1) \, Kg}$$

3 ★★★

Una certa quantità di gas perfetto si trova inizialmente in uno stato con pressione pari a 101 kPa, volume 25,0 L e temperatura 300 K. Poi subisce due trasformazioni successive, come mostrato nel grafico:



- prima la temperatura aumenta a pressione costante fino al valore di 400 K;
- poi, la temperatura rimane costante mentre il volume è dimezzato.

▶ Determina i valori finali delle variabili che descrivono lo stato del gas.

[202 kPa; 16,7 L; 400 K]

$p_0 = 101\ kPa$

$V_0 = 25.0\ L$

$T_0 = 300\ K$

$T_2 = 400°K$

$V_2 = \frac{2}{3} V_0$

GAS PERFETTI

$$p_2 V_2 = \left(\frac{p_0 V_0}{T_0}\right) T_2$$

QUINDI $$p_2 = p_0 \frac{V_0}{V_2} \frac{T}{T_0} =$$

$$= p_0 \frac{\cancel{3}^{1}}{\cancel{2}_{1}} \cdot \frac{\cancel{4}^{2}}{\cancel{3}_{1}} = 2 p_0 = 202\ kPa$$

$$V_2 = \frac{2}{3} \cdot 25 = 16.7\ L$$

4 ★★★

Una palla di rame di massa $m = 0{,}1$ kg viene scaldata da una temperatura iniziale $t_1 = 20$ °C fino alla temperatura $t_2 = 100$ °C. Si calcoli l'aumento di volume della palla di rame (si assuma il coefficiente di dilatazione volumetrica del rame pari a 3λ).

Densità del rame: $\rho = 8{,}96 \times 10^3$ kg/m^3

Coefficiente di dilatazione lineare del rame:

$\lambda = 17 \times 10^{-6}$ °C^{-1}

(Esame di Fisica, Corso di laurea in Scienze Biologiche, Università di Genova, 2000/2001)

[$4{,}6 \times 10^{-8}$ m^3]

$$\Delta V = V_0 \cdot 3\lambda \cdot \Delta t$$

densità $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V_0 = \frac{m}{\rho}$

$$\Delta V = \frac{m}{\rho} \cdot 3\lambda \cdot \Delta t = \frac{0.1}{8.96 \cdot 10^{+3}} \cdot 3 \cdot 17 \cdot 10^{-6} \cdot 80 =$$

$$= \frac{8 \cdot 3 \cdot 17}{8.96} \cdot 10^{-9}\ m^3 = 45.5 \cdot 10^{-9}\ m^3 =$$

$$= 4.6 \cdot 10^{-8}\ m^3$$

5 ★★★ **SPAZIO** Il numero di molecole per unità di volume nell'atmosfera del pianeta Marte è $3{,}0 \times 10^{23}$ molecole/m^3. La pressione atmosferica media vale 0,92 kPa.

▶ Qual è la temperatura media su Marte? Considera l'atmosfera un gas perfetto.

[−51 °C]

Non sappiamo che gas è ma che in ogni caso una mole è costituita da un numero di Avogadro N_A di molecole. Quindi il numero di moli in un volume V di $1\,m^3$ è

$$n = \frac{3 \cdot 10^{23}}{N_A} = \frac{3 \cdot 10^{23}}{6.02 \cdot 10^{23}} \simeq 0.5 \text{ mol}$$

Dunque $pV = nRT$

$$T = \frac{pV}{nR} = \frac{0.92 \cdot 10^3 \cdot 1}{0.5 \cdot 8.3145} = 221.3°K \simeq -51°C$$

6 ★★★ **SPORT** Un subacqueo in immersione in un lago emette una bolla d'aria a una temperatura di 15,5 °C. Quando raggiunge la superficie, il volume della bolla è 4,50 volte il suo volume iniziale e ha raggiunto una temperatura di 19,0 °C.

▶ A che profondità si trova il subacqueo?

Suggerimento: applica la legge di Stevino.

[36 m]

$pV = nRT$ o $\frac{pV}{T} = \text{cost}$

$T_0 = 15.5\,°C = 288.5\,°K$ $\quad V_f = 4.50\,V_0$ $\quad p_f = 1\,\text{atm}$

$T_f = 19.0\,°C = 292\,°K$

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_f V_f}{T_f} \Rightarrow p_0 = p_f \frac{V_f}{V_0} \frac{T_0}{T_f}$$

$$\Rightarrow p_0 = 4.50 \cdot \left(\frac{288.5}{292}\right) = 4.45\,\text{atm}$$

per risolvere dalla pressione alla profondità applico Stevin

$p = dgh$ $\qquad d_{H_2O} = 10^3\ \text{Kg/m}^3$

p è la pressione esercitata dal liquido senza la pressione atmosferica

$p = p_0 - p_f = 3.45\,\text{atm} = 3.45 \cdot 101.3 \cdot 10^3\,\text{Pa}$

$$h = \frac{p}{dg} = \frac{3.45 \cdot 101.3 \cdot \cancel{10^3}}{\cancel{10^3} \cdot 9.8} \simeq 36\,m$$