

1. Una rondella di alluminio (coefficiente di dilatazione lineare $24 \cdot 10^{-6} K^{-1}$) che a 283 K ha il foro di diametro interno 30,05 mm e di diametro esterno di 50,00 mm è montata nel motore di un'auto, e raggiunge una temperatura di 85°C. Calcola la nuova dimensione del foro.

$$\lambda = 24 \cdot 10^{-6} K^{-1} \quad T_1 = 283 K \quad L_1 = 30,05 \text{ mm} \quad T_2 = 85^\circ C \quad L_2?$$

Per la legge della dilatazione lineare:

$$\Delta L = L_1 \lambda (T_2 - T_1) \quad \Rightarrow \quad L_2 - L_1 = L_1 \lambda (T_2 - T_1) \quad \Rightarrow \quad L_2 = L_1 [1 + \lambda (T_2 - T_1)] = \mathbf{30,10 \text{ mm}}$$

2. Un palloncino riempito di elio alla temperatura di 25°C è lasciato libero di salire in cielo e per ogni chilometro di altitudine la sua temperatura diminuisce di circa 10°C. Calcola a quale altitudine il volume del palloncino si ridurrebbe ai 9/10 di quello iniziale.

$$T_1 = 25^\circ C = 298 K \quad \frac{\Delta T}{\Delta h} = -10^\circ C / km \quad V_2 = \frac{9}{10} V_1 \quad h?$$

Per la prima legge di Gay-Lussac:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad \Rightarrow \quad T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1 = \frac{9}{10} T_1 = 268 K$$

La temperatura è diminuita di 30°C, perciò, visto che la temperatura del palloncino diminuisce di circa 10°C per ogni chilometro di altitudine, il palloncino avrebbe raggiunto un'altitudine di circa **3 km**.

3. Un materassino di spiaggia viene gonfiato inserendo 8,39 mol d'aria. Il volume interno del materassino gonfiato è di 0,20 m³. L'energia cinetica media dovuta alla traslazione delle molecole è 6,23 · 10⁻²¹ J. Calcola la pressione e la temperatura dell'aria all'interno del materassino.

$$n = 8,39 \text{ mol} \quad V = 0,20 \text{ m}^3 \quad K = 6,23 \cdot 10^{-21} J \quad P? \quad T?$$

Per la teoria cinetica dei gas, la pressione si esprime, dal punto di vista microscopico, come linearmente dipendente dall'energia cinetica media:

$$P = \frac{2}{3} N \frac{K}{V} = \frac{2}{3} n N_A \frac{K}{V} = \mathbf{1,0 \cdot 10^5 Pa}$$

Per quanto riguarda la temperatura dal punto di vista microscopico:

$$K = \frac{3}{2} kT \quad \Rightarrow \quad T = \frac{2K}{3k} = \mathbf{3,0 \cdot 10^2 K}$$

4. La camera d'aria di una bici ha un volume di 2,5 · 10⁻³ m³ e contiene 0,715 mol d'aria alla temperatura di 299 K. La bici viene lasciata al Sole per un po' di ore e la temperatura dell'aria all'interno aumenta dell'8%. Calcola l'energia cinetica media traslazionale delle molecole prima e dopo l'esposizione al Sole. Calcola la pressione dell'aria nella camera d'aria prima e dopo l'esposizione al Sole.

$$V = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \quad n = 0,715 \text{ mol} \quad T_1 = 299 K \quad \frac{\Delta T}{T_1} = 8\% \quad K_1? \quad K_2? \quad P_1? \quad P_2?$$

Per la teoria cinetica dei gas:

$$K_1 = \frac{3}{2} kT_1 = \mathbf{6,19 \cdot 10^{-21} J} \quad K_2 = \frac{3}{2} kT_2 = \frac{3}{2} k \frac{108}{100} T_1 = \frac{108}{100} K_1 = \mathbf{6,64 \cdot 10^{-21} J}$$

Per l'equazione di stato del gas perfetto:

$$PV = nRT \quad \Rightarrow \quad P_1 = \frac{nRT_1}{V} = \mathbf{7,1 \cdot 10^5 Pa} \quad P_2 = \frac{nRT_2}{V} = \frac{108}{100} P_1 = \mathbf{7,7 \cdot 10^5 Pa}$$

5. In un forno cubico è contenuto un gas perfetto costituito da $2,02 \cdot 10^{22}$ molecole. La pressione e il volume del gas valgono rispettivamente $5,05 \cdot 10^4 Pa$ e $3,38 \cdot 10^{-3} m^3$. Calcola:

- la forza esercitata dal gas sulla base del forno;
- l'energia cinetica media delle molecole del gas;
- l'energia cinetica totale delle molecole del gas;
- la temperatura del gas.

$$N = 2,02 \cdot 10^{22} \quad P = 5,05 \cdot 10^4 Pa \quad V = 3,38 \cdot 10^{-3} m^3 \quad F? \quad K? \quad K_{tot}? \quad T?$$

A. Posso determinare il valore della forza esercitata dal gas sulla base del forno, partendo dalla definizione di pressione:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = AP = P (\sqrt[3]{V})^2 = 1,14 \cdot 10^3 N$$

B. Per determinare l'energia cinetica, uso la sua espressione rispetto alla pressione nella teoria cinetica dei gas:

$$P = \frac{2}{3} N \frac{K}{V} \Rightarrow K = \frac{3PV}{2N} = 1,27 \cdot 10^{-20} J$$

C. Siccome l'energia cinetica appena determinata è quella media, cioè quella per ogni molecola, determino l'energia totale moltiplicando quella media per il numero di molecole:

$$K_{tot} = NK = 2,56 \cdot 10^2 J$$

D. Per determinare la temperatura, parto dall'equazione di stato dei gas perfetti:

$$PV = NkT \Rightarrow T = \frac{PV}{Nk} = 6,12 \cdot 10^2 K$$

6. Una molecola di ossigeno ha una massa di $5,31 \cdot 10^{-26} kg$. La velocità quadratica media delle sue molecole è di 1000 m/s. A che temperatura si trova?

$$m = 5,31 \cdot 10^{-26} kg \quad v = 1000 m/s \quad T?$$

Per la teoria cinetica dei gas e la definizione di energia cinetica:

$$K = \frac{3}{2} kT \Rightarrow T = \frac{2K}{3k} = \frac{2 \cdot \frac{1}{2} mv^2}{3k} = \frac{mv^2}{3k} = 1,28 \cdot 10^3 K$$

7. Una bombola che si trova a temperatura ambiente ($20^\circ C$) contiene una certa quantità di ossigeno. L'energia interna delle molecole di ossigeno vale 450 J. Calcola il numero delle moli di ossigeno contenute nella bombola.

$$T_1 = 20^\circ C \quad U = 450 J \quad n?$$

Trattandosi di un gas biatomico:

$$U = \frac{5}{2} nRT \Rightarrow n = \frac{2U}{5RT} = 7,39 \cdot 10^{-2} mol$$

8. Un oggetto di 2,0 kg costituito da una sostanza sconosciuta, viene riscaldato sopra un fornello che gli trasferisce una quantità di calore di 11,8 kJ. Per effetto di questo riscaldamento la sua temperatura aumenta di 25°C. Quanto vale il suo calore specifico?

$$m = 2,0 \text{ kg} \quad \Delta Q = 11,8 \text{ kJ} \quad \Delta T = 25^\circ\text{C} \quad c?$$

Per la legge fondamentale della termologia:

$$\Delta Q = mc\Delta T \quad \Rightarrow \quad c = \frac{\Delta Q}{m \Delta T} = 2,4 \cdot 10^2 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

9. Vuoi riscaldare 5 L di acqua in una pentola di alluminio di massa 800 g (calore specifico dell'alluminio $897 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$). L'acqua e la pentola sono all'equilibrio termico a una temperatura iniziale di 12°C e vuoi portare l'acqua a 95°C. Il 30% del calore viene disperso nell'ambiente circostante. Calcola quanto calore bisogna fornire.

$$m_1 = 5 \text{ kg} \quad m_2 = 800 \text{ g} \quad T_1 = 12^\circ\text{C} \quad T_e = 95^\circ\text{C} \quad Q_{disp} = \frac{30}{100} Q \quad Q_{tot}?$$

Il calore necessario è quello per innalzare la temperatura dell'acqua e della pentola di 83°C, ma una parte di questo calore si disperderà, perciò:

$$Q_{tot} = Q + Q_{disp} = Q + \frac{30}{100} Q = \frac{130}{100} Q = \frac{13}{10} (m_1 c_1 + m_2 c_2)(T_e - T_1) = 2 \cdot 10^6 \text{ J}$$