

1. I cavi in alluminio ($23 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$) di una linea elettrica aerea ad alta tensione, lunga 25,47 km, sono agganciati ai tralicci a una temperatura media di $+12,5^\circ\text{C}$. La loro temperatura può raggiungere i $55,0^\circ\text{C}$. Qual è la lunghezza massima dei cavi?

$$L_o = 25,47 \text{ km} \quad \lambda = 23 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \quad T_2 = 55,0^\circ\text{C} \quad T_1 = 12,50^\circ\text{C} \quad L?$$

Per la legge della dilatazione lineare:

$$L = L_o[1 + \lambda (T_2 - T_1)] = \mathbf{25,49 \text{ km}}$$

2. Alla temperatura di $0,00^\circ\text{C}$, una collana d'argento è lunga 26,9 cm e una di oro è lunga 27,0 cm. A quale temperatura le due collane avrebbero la stessa lunghezza? (I coefficienti di dilatazione lineare dell'argento e dell'oro valgono rispettivamente $19 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ e $14 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$).

$$L_{o,Ag} = 26,9 \text{ cm} \quad L_{o,Au} = 27,0 \text{ cm} \quad \lambda_{Ag} = 19 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \quad \lambda_{Au} = 14 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \quad T_1 = 0,00^\circ\text{C} \quad T_2?$$

Per la legge della dilatazione lineare:

$$L_{o,Ag} = L_{Au} \quad \Rightarrow \quad L_{o,Ag}[1 + \lambda_{Ag}(T_2 - T_1)] = L_{o,Au}[1 + \lambda_{Au}(T_2 - T_1)]$$

$$L_{o,Ag} + L_{o,Ag}\lambda_{Ag}T_2 - L_{o,Ag}\lambda_{Ag}T_1 = L_{o,Au} + L_{o,Au}\lambda_{Au}T_2 - L_{o,Au}\lambda_{Au}T_1$$

$$L_{o,Ag}\lambda_{Ag}T_2 - L_{o,Au}\lambda_{Au}T_2 = L_{o,Au} - L_{o,Ag} + L_{o,Ag}\lambda_{Ag}T_1 - L_{o,Au}\lambda_{Au}T_1$$

$$T_2 = \frac{L_{o,Au}(1 - \lambda_{Au}T_1) - L_{o,Ag}(1 - \lambda_{Ag}T_1)}{L_{o,Ag}\lambda_{Ag} - L_{o,Au}\lambda_{Au}} = \mathbf{751^\circ\text{C}}$$

3. Un cilindro metallico alto 35,0 cm, munito di pistone che può scorrere con attrito trascurabile, contiene 1,28 L di aria. Un manometro ne misura la pressione pari a 102 kPa. Aggiungiamo lentamente dei pesi sul pistone per aumentare la pressione, senza far variare la temperatura del gas, fino a 190 kPa. Calcola il volume che occuperà l'aria.

$$V_o = 1,28 \text{ L} \quad P_o = 102 \text{ kPa} \quad P = 190 \text{ kPa} \quad V?$$

Per la legge di Boyle:

$$P_o V_o = PV \quad \Rightarrow \quad V = \frac{P_o V_o}{P} = \mathbf{0,687 \text{ L}}$$

4. In una trasformazione a volume costante, un gas viene raffreddato fino a -5°C e la pressione diminuisce del 14%. Calcola la temperatura alla quale si trovava inizialmente il gas in gradi centigradi.

$$T_2 = -5^\circ\text{C} = 268 \text{ K} \quad P_2 = \frac{86}{100} P_1 \quad T_1?$$

Per la seconda legge di Gay-Lussac:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \Rightarrow \quad T_1 = \frac{T_2}{P_2} P_1 = T_2 \frac{P_1}{\frac{86}{100} P_1} = \frac{100}{86} T_2 = 312 \text{ K} = \mathbf{39^\circ\text{C}}$$

5. Un pallone contiene 4,2 L di aria alla temperatura di 35°C e alla pressione di 150 kPa. A un certo punto, la temperatura scende a 20°C e la pressione sale a 200 kPa. Calcola il volume del pallone.

$$V_1 = 4,2 \text{ L} \quad T_1 = 35^\circ\text{C} \quad P_1 = 150 \text{ kPa} \quad T_2 = 20^\circ\text{C} \quad P_2 = 200 \text{ kPa} \quad V_2?$$

Per l'equazione di stato dei gas perfetti:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \Rightarrow \quad V_2 = \frac{P_1 T_2}{P_2 T_1} V_1 = \mathbf{3,0 \text{ L}}$$

6. Una bombola di 30 L contiene 50 moli di elio ($3 \cdot 10^{25}$ molecole) alla pressione di 40 atm. Calcola l'energia cinetica media delle molecole di elio.

$$V = 30 \text{ L} = 0,030 \text{ m}^3 \quad N = 3 \cdot 10^{25} \quad P = 40 \text{ atm} = 4,05 \cdot 10^6 \text{ Pa} \quad \langle K \rangle?$$

La relazione tra pressione e energia cinetica media è:

$$P = \frac{2}{3} \frac{N}{V} \langle K \rangle \quad \Rightarrow \quad \langle K \rangle = \frac{3}{2} \frac{V}{N} P = \mathbf{6 \cdot 10^{-21} \text{ J}}$$

7. Due miliardi di molecole di gas sono contenute in 1 mm³ a temperatura ambiente. Quale pressione esercitano?

$$V = 1 \text{ mm}^3 \quad T = 293 \text{ K} \quad N = 2 \cdot 10^9 \quad P?$$

Per l'equazione di stato dei gas perfetti:

$$PV = NkT \quad \Rightarrow \quad P = \frac{NkT}{V} = \mathbf{8 \text{ mPa}}$$

8. Descrivi l'esperimento svolto in laboratorio dell'uovo risucchiato e fornisci una spiegazione di quanto osservato.

Dopo aver versato un po' di acqua bollente in una bottiglia di vetro dal collo lungo e stretto, fino a riempirla per circa 1/3 della sua capienza, si inserisce l'uovo, sodo e sgusciato, nel collo della bottiglia, facendo attenzione che aderisca bene alle pareti della stessa e non lasci all'aria la possibilità di passare. Dopo aver aspettato che l'acqua all'interno della bottiglia si raffreddi, l'uovo entrerà nella bottiglia, come risucchiato da una forza misteriosa. Inizialmente, la pressione interna alla bottiglia era uguale a quella atmosferica esterna e l'uovo restava quindi bloccato. Nel momento in cui la temperatura dell'acqua scende, anche la pressione all'interno della bottiglia diminuisce, fino ad arrivare al momento in cui la pressione interna è minore di quella atmosferica e l'uovo viene quindi spinto all'interno della bottiglia.