

1. Il ponte più lungo del mondo misura 3910 m ed è costruito in acciaio ( $13 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ). Calcola di quanto sarà più lungo il ponte in un giorno d'estate, a  $30,0^\circ\text{C}$ , rispetto a un giorno d'inverno, a  $-5,00^\circ\text{C}$ .

$$L_o = 3910 \text{ m} \quad \lambda = 13 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \quad T_2 = 30,0^\circ\text{C} \quad T_1 = -5,00^\circ\text{C} \quad \Delta L?$$

Per la legge della dilatazione lineare:

$$\Delta L = \lambda L_o (T_2 - T_1) = \mathbf{1,78 \text{ m}}$$

2. Una lampadina spenta è alla temperatura di  $20^\circ\text{C}$ . Dopo l'accensione il filo di tungsteno ( $4,5 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ) al suo interno raggiunge una temperatura di circa  $2000^\circ\text{C}$ . Calcola l'allungamento percentuale del filo quando la lampadina è accesa.

$$\lambda = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \quad T_1 = 20^\circ\text{C} \quad T_2 = 2000^\circ\text{C} \quad \Delta L/L_o\%?$$

Per la legge della dilatazione lineare:

$$\Delta L = \lambda L_o (T_2 - T_1) \quad \Rightarrow \quad \Delta L/L_o\% = \lambda(T_2 - T_1) = \mathbf{0,89 \%}$$

3. Un buco in un piatto di alluminio ( $23 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ) ha un diametro di 1,178 cm a  $23^\circ\text{C}$ . A quale temperatura il diametro sarà uguale a 1,176 cm?

$$L_o = 1,178 \text{ cm} \quad \lambda = 23 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \quad T_1 = 23^\circ\text{C} \quad L = 1,176 \text{ cm} \quad T_2?$$

Per la legge della dilatazione lineare:

$$L - L_o = \lambda L_o (T_2 - T_1) \quad \Rightarrow \quad L - L_o + \lambda L_o T_1 = \lambda L_o T_2 \quad \Rightarrow \quad T_2 = \frac{L - L_o + \lambda L_o T_1}{\lambda L_o} = \mathbf{-51^\circ\text{C}}$$

4. Dopo avere espirato profondamente, una persona inspira 4,1 litri di aria a  $0,0^\circ\text{C}$ , quindi trattiene il fiato. Di quanto aumenta il volume dell'aria quando questa si riscalda fino alla temperatura corporea di  $37^\circ\text{C}$ ?

$$V_1 = 4,1 \text{ L} \quad T_1 = 0,0^\circ\text{C} = 273 \text{ K} \quad T_2 = 37^\circ\text{C} = 310 \text{ K} \quad \Delta V?$$

Per la prima legge di Gay-Lussac:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \Rightarrow \quad V_2 = \frac{T_2}{T_1} V_1 \quad \Rightarrow \quad \Delta V = V_2 - V_1 = \frac{T_2}{T_1} V_1 - V_1 = \mathbf{0,56 \text{ L}}$$

5. Al mattino, quando la temperatura è 286 K, un ciclista nota che la pressione delle gomme della sua bicicletta è di 501 kPa. Nel pomeriggio nota che la pressione è aumentata fino a 554 kPa. Trascurando l'espansione dei copertoni, qual è la temperatura nel pomeriggio?

$$T_1 = 286 \text{ K} \quad P_1 = 501 \text{ kPa} \quad P_2 = 554 \text{ kPa} \quad T_2?$$

Per la seconda legge di Gay-Lussac:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \Rightarrow \quad T_2 = \frac{P_2}{P_1} T_1 = \mathbf{316 \text{ K}}$$

6. Una bombola di aria compressa contiene 0,500 m<sup>3</sup> d'aria a temperatura 285 K e pressione 880 kPa. Calcola il volume che occuperebbe quest'aria, se fosse rilasciata nell'atmosfera, dove la pressione è 101 kPa e la temperatura 303 K.

$$V_1 = 0,500 \text{ m}^3 \quad T_1 = 285 \text{ K} \quad P_1 = 880 \text{ kPa} \quad P_2 = 101 \text{ kPa} \quad T_2 = 303 \text{ K} \quad V_2?$$

Per l'equazione di stato dei gas perfetti:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \Rightarrow \quad V_2 = \frac{P_1 T_2}{P_2 T_1} V_1 = \mathbf{4,63 \text{ m}^3}$$

7. Un gas ha una temperatura di 310 K e pressione 101 kPa.  
 a. Calcola il volume occupato da 1,25 moli di questo gas, supponendo che sia ideale.  
 b. Assumendo che le molecole del gas possano essere equiparate a piccole sfere di diametro  $2,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ , calcola quale frazione del volume determinato nel punto precedente è occupata dalle molecole.

$$T = 310 \text{ K} \quad P = 101 \text{ kPa} \quad n = 1,25 \text{ mol} \quad V? \quad d = 2,5 \cdot 10^{-10} \text{ m} \quad V_{mol}/V?$$

Per l'equazione di stato dei gas perfetti:

$$PV = nRT \quad \Rightarrow \quad V = \frac{nRT}{P} = \mathbf{0,032 \text{ m}^3}$$

Considero innanzi tutto la relazione esistente tra il numero di molecole  $N$  e il numero di moli  $n$ :

$$n = \frac{N}{N_A} \quad \Rightarrow \quad N = nN_A$$

Il volume occupato dalle molecole è dato dal numero di molecole moltiplicato per il diametro della sfera di diametro dato, perciò:

$$\frac{V_{mol}}{V} = \frac{N \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3}{V} = \frac{nN_A \pi d^3}{6V} = \mathbf{1,9 \cdot 10^{-4}}$$

8. Una bomboletta di 515 cm<sup>3</sup> contiene 0,460 g di gas a una pressione di 153 kPa e alla temperatura di 322 K. Calcola la massa molecolare di questo gas.

$$V = 515 \text{ cm}^3 \quad m = 0,460 \text{ g} \quad P = 153 \text{ kPa} \quad T = 322 \text{ K} \quad m_{mol}?$$

Per l'equazione di stato dei gas perfetti:

$$PV = nRT \quad \Rightarrow \quad n = \frac{PV}{RT} \quad \Rightarrow \quad m_{mol} = \frac{m}{n} = \frac{mRT}{PV} = \mathbf{15,6 \text{ g/mol}}$$

9. Considera 1,0 L di argon a 30 bar. Calcola la sua energia interna?

$$V = 1,0 \text{ L} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \quad P = 30 \text{ bar} = 30 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad U?$$

Per la definizione di energia interna nel caso di un gas monoatomico e per l'equazione di stato dei gas perfetti:

$$U = \frac{3}{2} nRT = \frac{3}{2} PV = \mathbf{4,5 \text{ kJ}}$$

10. Tre moli di ossigeno gassoso sono contenute in un recipiente avente un volume di  $0,0035 \text{ m}^3$ . Se la temperatura del gas è  $295^\circ\text{C}$ :
- calcola la pressione del gas;
  - calcola l'energia cinetica media di una molecola di ossigeno;
  - supponi che il volume del gas venga raddoppiato, mantenendo costanti la temperatura e il numero di moli. Per quale fattore verranno moltiplicate le risposte alle domande precedenti? Fornisci un'esauriente spiegazione.

$$n = 3 \quad V = 0,0035 \text{ m}^3 \quad T = 295^\circ\text{C} = 568 \text{ K} \quad P? \quad \langle K \rangle?$$

Per l'equazione di stato dei gas perfetti:

$$PV = nRT \quad \Rightarrow \quad P = \frac{nRT}{V} = 4,0 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

Dall'espressione della pressione in funzione dell'energia cinetica media, possiamo determinare l'energia cinetica media:

$$P = \frac{2}{3} \frac{N}{V} \langle K \rangle \quad \Rightarrow \quad \langle K \rangle = \frac{3}{2} \frac{PV}{N} = \frac{3}{2} \frac{nRT}{N} = \frac{3}{2} \frac{RT}{N_A} = 1,2 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

Nel primo caso, visto che la pressione è inversamente proporzionale al volume, raddoppiando il volume, **la pressione si dimezza**.

Nel secondo caso, visto che l'energia cinetica media è direttamente proporzionale al prodotto tra pressione e volume e visto che al raddoppio del secondo corrisponde il dimezzamento della prima, **rimane invariata**.