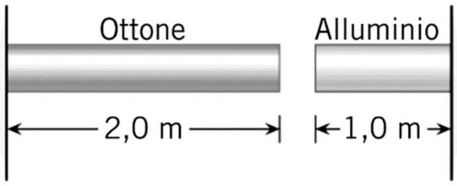
1. La sbarra di ottone e quella di alluminio della figura seguente sono attaccate, con i due estremi esterni, a pareti fisse; a 28°C lo spazio vuoto tra di esse è largo $1{,}3 \cdot 10^{-3}\ m$. A quale temperatura le due sbarre si toccano?

$$\Delta L = 1{,}3 \cdot 10^{-3}\ m \qquad L_1 = 2{,}0\ m \qquad L_2 = 1{,}0\ m \qquad \lambda_1 = 19 \cdot 10^{-6} °C^{-1} \qquad \lambda_2 = 23 \cdot 10^{-6} °C^{-1} \qquad T_1 = 28°C \qquad T_2?$$

Partendo dalla legge della dilatazione lineare dei solidi, e considerando che la distanza tra le due sbarre sarà colmata con la somma degli allungamenti di entrambe le sbarre, otteniamo:



$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 = \lambda_1 L_1 (T_2 - T_1) + \lambda_2 L_2 (T_2 - T_1)$$

$$\Delta L = \lambda_1 L_1 T_2 - \lambda_1 L_1 T_1 + \lambda_2 L_2 T_2 - \lambda_2 L_2 T_1$$

$$T_2 = \frac{\Delta L + \lambda_1 L_1 T_1 + \lambda_2 L_2 T_1}{\lambda_1 L_1 + \lambda_2 L_2} = \mathbf{49°C}$$

2. Uno studente scalda del caffè in un contenitore di vetro Pyrex da mezzo litro ($0{,}50 \cdot 10^{-3}\ m^3$). La temperatura iniziale è di 18°C e il contenitore è colmo fino all'orlo. Poco tempo dopo la temperatura sale a 92°C. Se il coefficiente di dilatazione cubica del caffè è uguale a quello dell'acqua, quanto caffè (in metri cubi) è fuoriuscito dal contenitore?

$$\lambda = 3{,}3 \cdot 10^{-6} °C^{-1} \qquad V_1 = 0{,}50 \cdot 10^{-3}\ m^3 \qquad T_1 = 18°C \qquad T_2 = 92°C \qquad \alpha = 207\ °C^{-1} \qquad \Delta V?$$

Dobbiamo determinare la quantità di caffè fuoriuscita dal contenitore, ovvero dobbiamo fare la differenza tra il nuovo volume raggiunto dal caffè dopo il riscaldamento e il volume raggiunto dal contenitore dopo il riscaldamento, partendo dal fatto che hanno lo stesso volume iniziale:

$$\Delta V = V_1(1 + \alpha\Delta T) - V_1(1 + 3\lambda\Delta T) = V_1 + V_1\alpha\Delta T - V_1 - 3V_1\lambda\Delta T =$$

$$= V_1(\alpha - 3\lambda)\Delta T = V_1(\alpha - 3\lambda)(T_2 - T_1) = \mathbf{7,3 \cdot 10^{-6}\ m^3}$$

3. In un impianto industriale, un manufatto di metallo caldo da forgiare ha una massa di 75 kg e un calore specifico di $430\ J/(kg\ °C)$. Perché possa indurirsi, il pezzo viene immerso in $710\ kg$ di olio che ha una temperatura di 32°C e un calore specifico di $2700\ J/(kg\ °C)$. La temperatura di equilibrio tra l'olio e il pezzo da forgiare è pari a 47°C. Supponi che il calore fluisca solo tra il pezzo e l'olio. Calcola la temperatura iniziale del manufatto.

$$m_1 = 75\ g \qquad c_1 = 430 \frac{J}{kg\ °C} \qquad m_2 = 710\ kg \qquad T_2 = 32°C \qquad c_2 = 2700 \frac{J}{kg\ °C} \qquad T_e = 47°C \qquad T_1?$$

Il calore ceduto dal manufatto (che si trova a temperatura maggiore) all'olio è uguale al calore che riceve l'olio, perciò:

$$Q_1 = -Q_2$$

$$m_1 c_1 (T_e - T_1) = -m_2 c_2 (T_e - T_2) \qquad m_1 c_1 T_e - m_1 c_1 T_1 = -m_2 c_2 T_e + m_2 c_2 T_2$$

$$m_1 c_1 T_1 = m_1 c_1 T_e + m_2 c_2 T_e - m_2 c_2 T_2 \qquad T_1 = \frac{m_1 c_1 T_e + m_2 c_2 T_e - m_2 c_2 T_2}{m_1 c_1} = \mathbf{940°C}$$

4. In un motore diesel, il pistone comprime aria a 305 K, riducendola a un volume che è un sedicesimo del suo volume iniziale e a una pressione pari a 48,5 volte la pressione iniziale. Qual è il valore della temperatura dell'aria dopo la compressione?

$$T_1 = 305\ K \qquad V_2 = \frac{1}{16}V_1 \qquad p_2 = 48{,}5\ p_1 \qquad T_2?$$

Per l'equazione di stato del gas perfetto:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \quad \Rightarrow \quad T_2 = T_1\frac{p_2V_2}{p_1V_1} = T_1\frac{48{,}5\ p_1 \cdot \frac{1}{16}V_1}{p_1V_1} = \frac{48{,}5}{16}\ T_1 = \mathbf{925\ K}$$

5. Un palloncino sferico riempito di elio all'interno di una casa a 20°C ha un diametro di 36 cm. Il palloncino viene portato all'esterno a una temperatura di – 10°C. Considera trascurabili le sue forze elastiche, così che la pressione interna sia sempre di 1,0 atm. Determina il diametro del palloncino all'esterno della casa.

$$T_1 = 20°C = 293\ K \qquad d_1 = 36\ cm \qquad T_2 = -10°C = 263\ K \qquad p = cost \qquad d_2?$$

Trattandosi di una trasformazione a pressione costante, vale la relazione:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad \Rightarrow \quad V_2 = V_1\frac{T_2}{T_1} \quad \Rightarrow \quad \frac{4}{3}\pi r_2^3 = \frac{4}{3}\pi r_1^3\frac{T_2}{T_1} \quad \Rightarrow \quad d_2 = d_1\sqrt[3]{\frac{T_2}{T_1}} = \mathbf{35\ cm}$$

6. Un recipiente metallico cubico con lo spigolo di 20,0 cm contiene aria alla pressione di 1,00 atm e alla temperatura di $3{,}00 \cdot 10^2\ K$. Viene sigillato, in modo da mantenere costante il volume dell'aria, e riscaldato fino alla temperatura di $4{,}00 \cdot 10^2\ K$. Calcola la forza risultante che agisce su ogni parete del recipiente.

$$l = 20{,}0\ cm = 0{,}200\ m \qquad p_1 = 1{,}00\ atm = 1{,}01 \cdot 10^5\ Pa \qquad T_1 = 300\ K \qquad T_2 = 400\ K \qquad F?$$

Per definizione la pressione è data dal rapporto tra forza e area, perciò:

$$p_2 = \frac{F}{l^2} \quad \Rightarrow \quad F = p_2 l^2$$

Trattandosi di una trasformazione a volume costante, vale la relazione:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad \Rightarrow \quad p_2 = p_1\frac{T_2}{T_1} \quad \Rightarrow \quad F = p_2 l^2 = p_1 l^2\frac{T_2}{T_1} = \mathbf{5{,}39\ kN}$$