1. Un blocco di alluminio e uno di rame, entrambi con massa $0{,}45\ kg$ e inizialmente alla stessa temperatura, assorbono la stessa quantità di calore, pari a $1{,}5\ kJ$. Qual è la differenza tra le temperature finali dei due corpi?

$m_A = m_R = 0{,}45\ kg \qquad T_{1_A} = T_{1_R} \qquad Q_A = Q_R = 1{,}5 \cdot 10^3\ J \qquad c_R = 387\ J/kgK \qquad c_A = 9{,}00 \cdot 10^2\ J/kgK \qquad T_{2_R} - T_{2_A}?$

Applico la legge della termologia ad entrambi i blocchi:

$$\begin{cases} Q_A = mc_A\,\Delta T_A \\ Q_R = mc_R\,\Delta T_R \\ Q_A = Q_R \\ T_{1_A} = T_{1_R} \end{cases} \qquad \begin{cases} \Delta T_A = \dfrac{Q_A}{mc_A} \\ \Delta T_R = \dfrac{Q_R}{mc_R} \\ T_{1_A} = T_{1_R} \end{cases} \qquad \Delta T_R - \Delta T_A = T_{2_R} - T_{1_R} - \left(T_{2_A} - T_{1_A}\right) = T_{2_R} - T_{2_A} = \frac{Q_R}{mc_R} - \frac{Q_A}{mc_A} = \mathbf{5\ K}$$

2. Uno sciatore di fondo percorre una pista in piano. La temperatura della neve è di $0°C$; il coefficiente d'attrito dinamico tra gli sci e la neve è $0{,}05$ e lo sciatore ha massa $82\ kg$. Calcola la distanza che dovrebbe percorrere lo sciatore per sciogliere $500\ g$ di neve. Supponi che tutta l'energia derivante dal lavoro della forza di attrito venga assorbita dalla neve.

$$\mu = 0{,}05 \qquad m_s = 82\ kg \qquad m = 0{,}500\ kg \qquad L_f = 33{,}5 \cdot 10^4\ J/kg \qquad s?$$

Il calore è energia in transito e, in questo caso, viene usato interamente per sciogliere la neve, perciò: $Q = mL_f$.

La forza di attrito compie un lavoro: $L = \vec{F_A} \cdot \vec{s} = -F_A s$, negativo in quanto forza e spostamento hanno la stessa direzione, ma verso opposto.

L'energia della forza d'attrito (il lavoro compiuto) è usata per sciogliere il ghiaccio, perciò:

$$-F_A s + mL_f = 0 \quad \Rightarrow \quad s = -\frac{mL_f}{-F_A} = \frac{mL_f}{m_s g \mu} = \mathbf{4{,}2\ km}$$

3. Del ghiaccio a $0°C$ viene inserito in un calorimetro che contiene $450\ mL$ d'acqua a $19°C$. Il ghiaccio fonde completamente, e la temperatura di equilibrio dell'acqua risulta $4°C$. Calcola la massa del ghiaccio.

$T_1 = 0°C \qquad V_2 = 450 \cdot 10^{-3} L = 450 \cdot 10^{-6}\ m^3 \qquad T_2 = 19°C \qquad T_e = 4°C \qquad L_f = 33{,}5 \cdot 10^4 J \qquad c = 4186\ J/kgK \qquad m_1?$

Innanzi tutto, determino la massa dell'acqua, ricavandola dalla densità ($d_2 = 1000\ kg/m^3$):

$$d_2 = \frac{m_2}{V_2} \quad \Rightarrow \quad m_2 = d_2 V_2 = 0{,}450\ kg$$

L'acqua cede calore al ghiaccio ($Q_2 < 0$), che fonde completamente ($Q_f > 0$), e usa una parte di questo calore per innalzare la propria temperatura ($Q_1 > 0$):

$$Q_2 + Q_f + Q_1 = 0 \quad \Rightarrow \quad m_2 c\,(T_e - T_2) + m_1 L_f + m_1 c\,(T_e - T_1) = 0 \quad \Rightarrow \quad m_1 = \frac{m_2 c\,(T_2 - T_e)}{L_f + c(T_e - T_1)} = \mathbf{80\ g}$$

4. Alla temperatura di $0°C$, una collana d'argento è lunga $26{,}9\ cm$ e una d'oro è lunga $27{,}0\ cm$. A quale temperatura le due collane avrebbero la stessa lunghezza?

$$T_1 = 0°C \qquad L_g = 0{,}269\ m \qquad L_o = 0{,}270\ m \qquad \lambda_g = 19 \cdot 10^{-6} K^{-1} \qquad \lambda_o = 14 \cdot 10^{-6} K^{-1} \qquad L'_g = L'_o \qquad T_2?$$

Applico la legge della dilatazione lineare:

$$L'_g = L'_o \quad \Rightarrow \quad L_g\left(1 + \lambda_g\,(T_2 - T_1)\right) = L_o\left(1 + \lambda_o(T_2 - T_1)\right)$$

$$\Rightarrow \quad L_g + L_g\lambda_g\,T_2 = L_o + L_o\lambda_o T_2 \quad \Rightarrow \quad T_2\left(L_g\lambda_g - L_o\lambda_o\right) = L_o - L_g \quad \Rightarrow \quad T_2 = \frac{L_o - L_g}{L_g\lambda_g - L_o\lambda_o} = \mathbf{8 \cdot 10^2\ °C}$$

5. Un gas rarefatto viene compresso, a temperatura costante, fino a che la sua pressione aumenta del $20,0\ \%$. Calcola di quanto è diminuito in percentuale il volume.

$$T = cost \qquad p_2 = \frac{120}{100}p_1 = \frac{6}{5}p_1 \qquad \frac{V_2 - V_1}{V_1}?$$

Applico la legge di Boyle, trattandosi di una trasformazione isoterma:

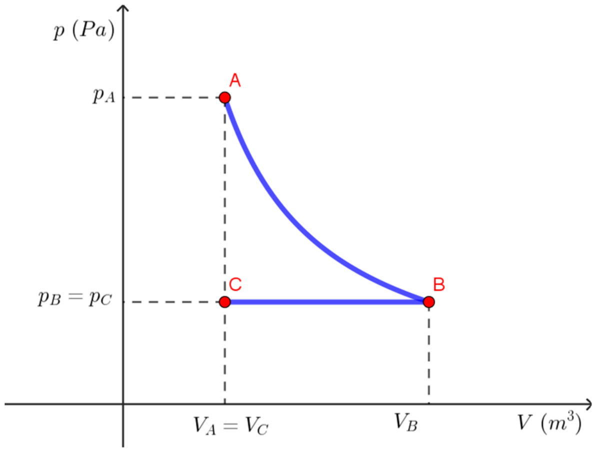
$$p_1V_1 = p_2V_2 \quad \Rightarrow \quad p_1V_1 = \frac{6}{5}p_1V_2 \quad \Rightarrow \quad V_2 = \frac{5}{6}V_1$$

Posso, quindi, calcolare quanto richiesto:

$$\frac{V_2 - V_1}{V_1} = \frac{\frac{5}{6}V_1 - V_1}{V_1} = \frac{5}{6} - 1 = -\frac{1}{6} = \mathbf{-16,7\%}$$

6. L'aria che occupa un volume di $0,14\ m^3$ ha una temperatura di $42°C$. Se isotermicamente si diminuisce la sua pressione fino a $1/3$ di quella iniziale e poi, isobaricamente, lo si riporta al suo volume iniziale, qual è la sua temperatura finale? Rappresenta la situazione descritta in un piano pV.

$$V_A = 0,14\ m^3 \qquad T_A = 315\ K \qquad p_B = \frac{1}{3}p_A \qquad T_A = T_B \qquad p_C = p_B \qquad V_C = V_A \qquad T_C?$$



Considero la trasformazione da A a B: trattandosi di una trasformazione isoterma, vale la legge di Boyle:

$$p_AV_A = p_BV_B \quad \Rightarrow \quad V_B = \frac{p_A}{p_B}V_A = \frac{p_A}{\frac{1}{3}p_A}V_A = 3V_A$$

Considero la trasformazione da B a C: trattandosi di una trasformazione isobara, vale la legge di Gay-Lussac:

$$\frac{V_B}{T_B} = \frac{V_C}{T_C} \quad \Rightarrow \quad T_C = \frac{V_C}{V_B}T_B = \frac{V_A}{3V_A}T_B = \mathbf{105\ K}$$

7. Un gas subisce, a pressione costante, un aumento percentuale di volume del 2%. La temperatura iniziale è di $14°C$. Calcola la temperatura raggiunta dal gas dopo l'espansione.

$$p = cost \qquad V_2 = \frac{102}{100}V_1 \qquad T_1 = 14°C = 287\ K \qquad T_2?$$

Trattandosi di una trasformazione isobara, vale la legge di Gay-Lussac:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \Rightarrow \quad T_2 = \frac{V_2}{V_1}T_1 = \frac{\frac{102}{100}V_1}{V_1}T_1 = \frac{102}{100}T_1 = 293\ K = \mathbf{20°C}$$