1. La parte esterna di un aeroplano è costruita in alluminio, che ha un coefficiente di dilatazione lineare $2{,}4 \cdot 10^{-5}\ K^{-1}$. A 15°C l'aeroplano misura 62,10 m di lunghezza; quando è in volo, l'attrito dell'aria fa aumentare la temperatura della sua superficie esterna ed essa può variare fino a 28 cm. Quanto vale la temperatura finale raggiunta?

$$\lambda = 2{,}4 \cdot 10^{-5}\ K^{-1} \qquad T_1 = 15°C \qquad L_o = 62{,}10\ m \qquad \Delta L = 28\ cm \qquad \Delta L?$$

Per la legge di dilatazione lineare:

$$\Delta L = L_o\ \lambda\ (T_2 - T_1) \quad \Rightarrow \quad T_2 - T_1 = \frac{\Delta L}{L_o \lambda} \quad \Rightarrow \quad T_2 = T_1 + \frac{\Delta L}{L_o \lambda} = \mathbf{2{,}0 \cdot 10^2\ °C}$$

2. La densità dell'alluminio a 300°C è $2{,}64 \cdot 10^3\ kg/m^3$. Qual è la sua densità a 0,0°C?

$$\rho = 2{,}64 \cdot 10^3\ kg/m^3 \qquad T = 300°C \qquad T_1 = 0{,}0°C \qquad \lambda = 2{,}4 \cdot 10^{-5}\ K^{-1} \qquad \rho_1?$$

Per la legge di dilatazione volumica:

$$\Delta V = V\ 3\lambda\ (T_1 - T) \quad \Rightarrow \quad V_1 - V = V\ 3\lambda\ (T_1 - T) \quad \Rightarrow \quad V_1 = V\ \big(1 + 3\lambda\ (T_1 - T)\big)$$

Divido entrambi i membri per la massa, che non cambia al variare della temperatura, e poi passo ai reciproci, ottenendo così la densità:

$$\frac{V_1}{m} = \frac{V}{m}\big(1 + 3\lambda\ (T_1 - T)\big) \quad \Rightarrow \quad \frac{m}{V_1} = \frac{m}{V\ \big(1 + 3\lambda\ (T_1 - T)\big)} \quad \Rightarrow \quad \rho_1 = \frac{\rho}{1 + 3\lambda\ (T_1 - T)} = \mathbf{2{,}70\ \cdot 10^3\ kg/m^3}$$

3. In una vasca da bagno vuoi miscelare acqua a 49,0°C con acqua a 13,0°C per portare la massa complessiva dell'acqua a una temperatura di equilibrio di 36,0°C. La differenza tra le due masse di acqua è 53,0 kg. Trascurando la dispersione di calore tra l'acqua e l'ambiente circostante, quanti chilogrammi di acqua a 49,0°C e a 13,0°C devi miscelare?

$$T_1 = 49{,}0°C \qquad T_2 = 13{,}0°C \qquad T_e = 36{,}0°C \qquad m_1 - m_2 = m = 53{,}0\ kg \qquad m_1? \qquad m_2?$$

La quantità di calore ceduta dall'acqua a 49,0°C all'acqua a 13,0°C è uguale, ovvero:

$$Q_1 = -Q_2 \quad \Rightarrow \quad cm_1\ (T_e - T_1) = -cm_2\ (T_e - T_2) \quad \Rightarrow \quad m_1 = \frac{m_2\ (T_2 - T_e)}{T_e - T_1}$$

Conoscendo il totale delle masse, posso ricavare m_2:

$$\frac{m_2\ (T_2 - T_e)}{T_e - T_1} - m_2 = m \quad \Rightarrow \quad m_2 \frac{T_2 - T_e - T_e + T_1}{T_e - T_1} = m \quad \Rightarrow \quad m_2 = m \frac{T_e - T_1}{T_2 + T_1 - 2\,T_e} = \mathbf{68{,}9\ kg}$$

$$\Rightarrow \quad m_1 = m + m_2 = \mathbf{122\ kg}$$

4. Qual è la massa di un oggetto di rame al vengono forniti 359 kJ per trasformarlo dallo stato solido alla temperatura di 1356 K allo stato liquido alla stessa temperatura?

1356 K è la temperatura di fusione del rame, perciò il calore è quello dato dal passaggio di stato:

$$Q = mL_f \quad \Rightarrow \quad m = \frac{Q}{L_f} = \frac{359\ kJ}{205\ kJ/kg} = \mathbf{1{,}75\ kg}$$

5. Sul piatto di un giradischi è posta una moneta a distanza di 5,9 cm dal centro. Il coefficiente di attrito statico fra la moneta e il piatto è 0,950. Calcola il tempo minimo che può impiegare il piatto a compiere un giro senza che la moneta scivoli su di esso.

$$r = 5{,}9\ cm \qquad \mu = 0{,}950 \qquad T?$$

La forza di attrito è quella che vincola la moneta a ruotare sul piatto del giradischi, perciò è uguale alla forza centripeta:

$$F_a = F_c \quad \Rightarrow \quad mg\mu = m\frac{v^2}{r} \quad \Rightarrow \quad v^2 = g\mu r \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{g\mu r} \quad \Rightarrow \quad \frac{2\pi r}{T} = \sqrt{g\mu r} \quad \Rightarrow \quad T = \frac{2\pi r}{\sqrt{g\mu r}} = \mathbf{0{,}50\ s}$$

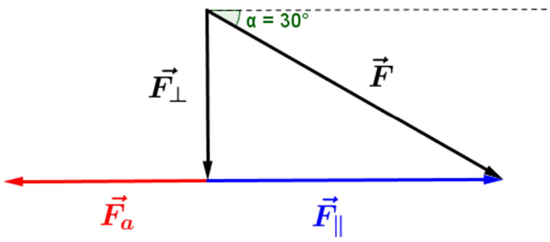
6. Uno slittino di 20,0 kg viene spinto su una superficie orizzontale a velocità costante. La forza applicata allo slittino ha un modulo di 80,0 N e la sua direzione forma un angolo di 30° con la superficie orizzontale. Determina il coefficiente di attrito dinamico tra lo slittino e la superficie.

$$m = 20{,}0\ kg \qquad \alpha = 30° \qquad F = 80{,}0\ N \qquad \mu?$$

Dalla figura, che rappresenta il diagramma delle forze, otteniamo che:

$$F_{\parallel} = F_a \quad \Rightarrow \quad F\cos\alpha = \mu\,(mg + F\,sen\,\alpha) \quad \Rightarrow$$

$$\mu = \frac{F\cos\alpha}{mg + F\,sen\,\alpha} = \mathbf{0{,}294}$$



7. Due diversi oggetti scambiano calore all'interno di un calorimetro isolato dall'esterno. Sapendo che durante lo scambio non avvengono passaggi di stato e che i due oggetti sono costituiti dallo stesso materiale e hanno uno massa doppia dell'altro, determina la temperatura di equilibrio in funzione delle due temperature di partenza.

$$Q_1 = -Q_2 \quad \Rightarrow \quad cm_1\,(T_e - T_1) = -cm_2\,(T_e - T_2) \quad \Rightarrow \quad m\,(T_e - T_1) = -2m\,(T_e - T_2)$$

$$T_e - T_1 = -2\,T_e + 2\,T_2 \quad \Rightarrow \quad 3\,T_e = 2\,T_2 + T_1 \quad \Rightarrow \quad T_e = \frac{\mathbf{2\,T_2 + T_1}}{\mathbf{3}}$$