

Wärmeausdehnung

1.) Ein 1.2 m langer, 2.0 kg schwerer Stab aus Stahl ist mit einem Heizdraht umwickelt. Der Heizdraht erwärmt den Stab um 1.8°C pro Minute.

a) Wie viel Wärme nimmt der Stab pro Minute auf?

b) Um wie viele cm „wächst“ der Stab pro Minute?

Hinweis: Stahl soll als „Eisen“ betrachtet werden. ($c = 450 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, $\alpha = 10 \cdot 10^{-6}/\text{K}$).

2.) Bei 20°C sind ein Alustab und ein Kupferstab genau gleich lang. Beide haben eine Länge von exakt 1m. Die beiden Stäbe werden erwärmt, so dass ihre Temperatur pro Minute um 2.0°C ansteigt. Wie lange dauert es, bis der Längenunterschied 280 μm misst und welcher Stab ist dann der längere? ($\alpha_{\text{Al}} = 23.8 \cdot 10^{-6}/\text{K}$, $\alpha_{\text{Cu}} = 16.8 \cdot 10^{-6}/\text{K}$).

3.) Ein Quecksilberthermometer enthält 24 mm^3 Quecksilber. Wir gehen davon aus, dass das Glas sich beim Erwärmen nicht ausdehnt. Welchen Durchmesser muss die Glaskapillare innen aufweisen, damit die Quecksilbersäule bei einer Erwärmung um 1.0°C um 0.60 mm hochsteigt? [$\gamma = 1.82 \cdot 10^{-4}/\text{K}$].

Musterlösungen: (Wärmeausdehnung)

1.) Für Stahl (Eisen) gilt $c = 450 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
 $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}/\text{K}$

a) $\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 2 \cdot 450 \cdot 1.8 \text{ J} = 1.6 \text{ kJ}$

b) $\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T = 1.2 \cdot 10^{-6} \cdot 12 \cdot 1.8 \text{ m} = \underline{\underline{26 \mu\text{m}}}$

2.) Es gilt $\alpha_{\text{Alu}} = 23.8 \cdot 10^{-6}/\text{K}$
 $\alpha_{\text{Cu}} = 16.8 \cdot 10^{-6}/\text{K}$

$\Delta L = \Delta L_{\text{Alu}} - \Delta L_{\text{Cu}} = L_0 (\alpha_{\text{Alu}} - \alpha_{\text{Cu}}) \cdot \Delta T \rightarrow$

$\Delta T = \Delta L / [L_0 (\alpha_{\text{Alu}} - \alpha_{\text{Cu}})] = 280 \text{ mm} / [10^6 \mu\text{m}$

$\cdot (23.8 - 16.8) \cdot 10^{-6}/\text{K}] = 40 \text{ K} \rightarrow \underline{\underline{20 \text{ min}}}$

3.) Für Hg gilt $\gamma = 3\alpha = 1.82 \cdot 10^{-4}/\text{K}$

$\Delta V = (\pi d^2/4) \cdot h = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$

$\rightarrow d = 2 \sqrt{\frac{V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T}{\pi \cdot h}}$

$= 2 \sqrt{\frac{24 \cdot 1.82 \cdot 10^{-4} \cdot 1}{\pi \cdot 0.6}} \text{ mm}$

$d = \underline{\underline{96 \mu\text{m}}}$

