

# Üb. Aufgaben z. Th. Wärmeenergie

## Aufgabe 1

- a) Welche Energie ist erforderlich, um 2,5 l Wasser der Temperatur 14° C auf die Temperatur 72° C erwärmen ?
- b) Die Erwärmung des Wassers dauert 10 Minuten.  
Wie groß ist die Stärke des elektrischen Stromes, der durch den Tauchsieder fließt, mit dem das Wasser erwärmt wird, wenn die Netzspannung 230 V beträgt ? (Runde auf volle mA)

## Aufgabe 2

Ein Lkw der Masse 30 t fährt mit der Geschwindigkeit 90 km/h auf der Autobahn. Vor einer Baustelle bremst der Fahrer den Wagen auf die Geschwindigkeit 54 km/h ab. Dabei wird ein Teil der Bewegungsenergie des Fahrzeugs in Wärmeenergie umgewandelt.

- a) Berechne die Wärmeenergie  $Q$ , die während des Bremsvorganges entsteht.
- b) Wieviel Liter Wasser der Temperatur 20° C könnte man mit dieser Energie zum Kochen bringen ? (Runde auf volle Liter)

## Aufgabe 3

Welche Höhe hat ein Wasserfall, wenn sich das Wasser beim Aufprall um 0,1 K erwärmt ?

## Aufgabe 4

1 dm<sup>3</sup> Wasser wird um 7 K erwärmt.

- a) Um wieviel Grad Celsius kann man mit der gleichen Energie einen Bleiwürfel der Kantenlänge  $a = 10$  cm erwärmen ? (Runde auf volle °C)
- b) Welche Eisenmasse in kg kann mit dieser Energie um die in a) berechnete Temperaturerhöhung erwärmen ? (Genauigkeit:  $\pm 5$  g)

## Aufgabe 5

Ein Aluminiumgefäß hat die Masse 950 g. In diesem Gefäß befinden sich 1,75 l Wasser. Das Gefäß hat zusammen mit dem Wasser die Ausgangstemperatur 18° C.

Wasser und Gefäß werden mit einem Tauchsieder, durch den bei einer Spannung von 220 V ein Strom der Stärke 3,6 A fließt, 2,5 Minuten lang erwärmt. Dabei werden 24% der zugeführten elektrischen Energie als Wärme an die Umgebung abgegeben.

Berechne die Endtemperatur  $\vartheta_H$ . (Runde auf volle °C)

**Konstanten:**

$$c_W = 4,19 \frac{\text{J}}{\text{g K}}, \quad c_{\text{Pb}} = 0,13 \frac{\text{J}}{\text{g K}}, \quad c_{\text{Fe}} = 0,45 \frac{\text{J}}{\text{g K}}$$
$$c_{\text{Al}} = 0,9 \frac{\text{J}}{\text{g K}}, \quad \rho_{\text{Pb}} = 11,34 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$



# Lösungen

**1a)**  $\Delta T \text{ j } \Delta \vartheta = 72^\circ \text{C} - 14^\circ \text{C} = 58^\circ \text{C} \text{ j } 58 \text{ K}$

$$Q = c_w m \Delta \vartheta = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot 2,5 \text{ kg} \cdot 58 \text{ K} = 606100 \text{ J}$$

Man benötigt zum Erwärmen des Wassers die Energie  $Q = 606100 \text{ J}$

**1b)**  $Q = W_{\text{el}} = U \cdot I \cdot t$

$$I = \frac{Q}{U \cdot t} = \frac{606100 \text{ J}}{230 \text{ V} \cdot 600 \text{ s}} = \frac{606100 \text{ J}}{138000 \text{ V s}} \approx 4,392 \text{ A}$$

Durch den Tauchsieder fließt ein Strom der Stärke  $I = 4,392 \text{ A}$

**2a)**  $v_1 = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{90}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v_2 = 54 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{54}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$Q = W_{\text{trans},1} - W_{\text{trans},2} = \frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{1}{2} m (v_1^2 - v_2^2)$$

$$Q = \frac{1}{2} \cdot 30000 \text{ kg} \left[ \left( 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 - \left( 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 \right] = 15000 \text{ kg} \left( 625 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} - 225 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right)$$

$$Q = 15000 \text{ kg} \cdot 400 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 6000000 \text{ J} = 6 \text{ MJ}$$

Während des Bremsvorgangs wird die Energie  $Q = 6 \text{ MJ}$  umgewandelt.

**2b)**  $\Delta T \text{ j } \Delta \vartheta = 100^\circ \text{C} - 20^\circ \text{C} = 80^\circ \text{C} \text{ j } 80 \text{ K}$

$$Q = c_w \cdot m \cdot \Delta \vartheta \quad \Leftrightarrow \quad m = \frac{Q}{c_w \cdot \Delta \vartheta} \quad \text{mit } Q = 6000000 \text{ J} \quad \text{folgt}$$

$$m = \frac{6000000 \text{ J}}{4180 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot 80 \text{ K}} = 17,94 \text{ kg} \approx 18 \text{ kg}$$

Man könnte mit dieser Energie 18 Liter Wasser zum Kochen bringen.

**3)** Lageenergie (vorher) = Wärmeenergie (nachher)

$$m \cdot g \cdot h = c_w \cdot m \cdot \Delta \vartheta$$

$$g \cdot h = c_w \cdot \Delta \vartheta$$

$$h = \frac{c_w \cdot \Delta \vartheta}{g} = \frac{4180 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot 0,1 \text{ K}}{9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 42,6 \text{ m}$$

Der Wasserfall hat eine Höhe von 42,6 m



**4)** Für Wasser gilt:  $1 \text{ dm}^3 \text{ j } 1 \text{ kg}$

$$Q_w = c_w \cdot m \cdot \Delta\vartheta = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot 1 \text{ kg} \cdot 7 \text{ K} = 29260 \text{ J}$$

**4a)**  $\rho_{\text{Pb}} = \frac{m_{\text{Pb}}}{V_{\text{Pb}}} \Leftrightarrow m_{\text{Pb}} = \rho_{\text{Pb}} \cdot V_{\text{Pb}}$

$$m_{\text{Pb}} = 11,34 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 1 \text{ dm}^3 = 11340 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,001 \text{ m}^3 = 11,34 \text{ kg}$$

$$Q = c_{\text{Pb}} \cdot m_{\text{Pb}} \cdot \Delta\vartheta$$

$$\Delta\vartheta = \frac{Q}{c_{\text{Pb}} m_{\text{Pb}}} = \frac{29260 \text{ J}}{130 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot 11,34 \text{ kg}} = 19,848 \text{ K j } 19,848 \text{ }^\circ\text{C} \approx 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Man kann mit der Energie  $Q_w$  den Bleiwürfel um  $20^\circ \text{C}$  erwärmen.

**4b)**  $Q_w = c_{\text{Fe}} \cdot m_{\text{Fe}} \cdot \Delta\vartheta \Leftrightarrow m_{\text{Fe}} = \frac{Q}{c_{\text{Fe}} \cdot \Delta\vartheta} = \frac{29260 \text{ J}}{450 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot 20 \text{ K}} \approx 3,25 \text{ kg}$

Mit der Energie  $Q_w$  kann man  $3,25 \text{ kg Eisen}$  um  $7 \text{ K}$  erwärmen.

**5)**  $0,76 \cdot U \cdot I \cdot t = c_w \cdot m_w \cdot (\vartheta_H - \vartheta_K) + c_{\text{Al}} \cdot m_{\text{Al}} (\vartheta_H - \vartheta_K)$

$$0,76 \cdot U \cdot I \cdot t = c_w \cdot m_w \cdot \vartheta_H - c_w \cdot m_w \cdot \vartheta_K + c_{\text{Al}} \cdot m_{\text{Al}} \cdot \vartheta_H - c_{\text{Al}} \cdot m_{\text{Al}} \cdot \vartheta_K$$

$$0,76 \cdot U \cdot I \cdot t = (c_w \cdot m_w + c_{\text{Al}} \cdot m_{\text{Al}}) \vartheta_H - (c_w \cdot m_w + c_{\text{Al}} \cdot m_{\text{Al}}) \vartheta_K$$

$$(c_w \cdot m_w + c_{\text{Al}} \cdot m_{\text{Al}}) \vartheta_H = 0,76 \cdot U \cdot I \cdot t + (c_w \cdot m_w + c_{\text{Al}} \cdot m_{\text{Al}}) \vartheta_K$$

$$\vartheta_H = \frac{0,76 \cdot U \cdot I \cdot t + (c_w \cdot m_w + c_{\text{Al}} \cdot m_{\text{Al}}) \vartheta_K}{c_w \cdot m_w + c_{\text{Al}} \cdot m_{\text{Al}}}$$

$$\vartheta_H = \frac{0,76 \cdot U \cdot I \cdot t}{c_w \cdot m_w + c_{\text{Al}} \cdot m_{\text{Al}}} + \vartheta_K$$

$$\vartheta_H = \frac{0,76 \cdot 220 \text{ V} \cdot 3,6 \text{ A} \cdot 2,5 \cdot 60 \text{ s}}{4180 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot 1,75 \text{ kg} + 900 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot 0,95 \text{ kg}} + 18^\circ \text{C}$$

$$\vartheta_H = \frac{90288 \text{ J}}{7315 \frac{\text{J}}{\text{K}} + 855 \frac{\text{J}}{\text{K}}} + 18^\circ \text{C} = \frac{90288 \text{ J}}{8170 \frac{\text{J}}{\text{K}}} + 18^\circ \text{C j } 29,051^\circ \text{C} \approx 29^\circ \text{C}$$

Wasser und Aluminiumgefäß haben nach der Erwärmung die

Temperatur  $\vartheta_H = 29^\circ \text{C}$

