

## Wärmelehre

---

1. a) Berechne, wie viel Energie man benötigt, um 250 ml Wasser von 20°C auf 95°C zu erwärmen?

b) Man erwärmt auf einer Herdplatte mit einer Leistung von 2,0 kW zehn Minuten lang zwei Liter Wasser von 20°C.

Berechne, welche Temperatur hat das Wasser danach hat.

c) Öl hat eine geringere spez. Wärmekapazität als Wasser.

Wie würden sich bei der Verwendung von Öl statt Wasser die Ergebnisse der Aufgaben a) und b) ändern?

Begründe ohne neue Rechnung!

---

2. Die Schmelztemperatur von Aluminium beträgt 660°C. Welche Energie wird benötigt, um 50 g Aluminium mit einer Temperatur von 20°C zu verflüssigen?

$$c_{\text{Al}} = 0,896 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \quad c_{\text{S}} = 397 \frac{\text{J}}{\text{g}}$$

---

3. Ein 300 g schweres Aluminiumstück von 97,7°C wird in einen Styroporbecher getaucht, in dem sich 400 g Wasser von 16,3°C befinden.

Nach einiger Zeit stellt sich eine Mischtemperatur von 27,3°C ein.

Die spezifische Wärmekapazität von Aluminium beträgt  $0,90 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$ .

Berechne mit diesen Daten die spez. Wärmekapazität von Wasser!

---

4. Zwei Aluminiumquader mit unterschiedlichem Volumen haben die gleich innere Energie.

A

B

Entscheide, ob die folgenden Aussagen stimmen! Begründe!

a) Die Teilchen des Körpers A haben im Durchschnitt eine größere kinetische Energie als die Teilchen des Körpers B.

b) Beide Körper haben die gleiche Temperatur.

c) Bei Berührung der beiden Körper gibt der größere Körper Energie an den kleineren Körper ab.

---

5. Wenn man 1 kg Holz verbrennt, dann werden 15 MJ an chemischer Energie frei.

- Berechne, wie viel Liter Wasser von 15°C kann man durch die Verbrennung von 3,0 kg Holz zum Sieden bringen, wenn der Wirkungsgrad der Wärmeübertragung 20% beträgt?
6. Bei der Zubereitung eines Milchkaffees werden 200 ml heißer Kaffee mit einer Temperatur von 90°C und 100 ml kalte Milch von 10°C gemischt.

Welche Temperatur hat der Milchkaffee?

Daten:  $c_{\text{Kaffee}} = 4,19 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$  und  $c_{\text{Milch}} = 3,9 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$

---

7. Eine Heizplatte benötigt 2 min 16 s um 0,50 kg Wasser von 16°C auf 53°C zu erwärmen.

- a) Berechne, die von der Heizplatte abgegebene Leistung.  
b) Die Heizplatte hat eine Leistungsaufnahme von 750 W.

Berechne den Wirkungsgrad der Heizplatte!

---

8. Erkläre was geschieht, wenn man gegen eine kalte Fensterscheibe haucht.
- 

9. Öffnet man einen Wasserhahn geringfügig, so fängt er an zu tropfen.

Erkläre diesen Vorgang mithilfe des Teilchenmodells.

---

## Lösungen

1. a) Man benötigt ca. 79kJ.

b) Ein Teil des Wassers verdampft und der Rest hat eine Temperatur von 100°C.

---

2. Man benötigt 48,5 kJ.
- 

3.  $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4,32 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$

---

4. a) Falsch, da der Körper A aus mehr Teilchen besteht.

b) Falsch, denn die Teilchen des Körpers B sind im Durchschnitt energiereicher. Die Temperatur des Körpers B ist höher.

c) Falsch, der Körper B gibt Energie an den Körper A ab.

---

5. Gegeben:  $E_v = 3 \cdot 15 \text{ MJ} = 45 \text{ MJ}$ ,  $\lambda$ ,  $\vartheta_1 = 15^\circ\text{C}$  und  $\eta = 20\% = 0,2$

Gesucht: V

$$c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot m \cdot \Delta\vartheta = \eta \cdot E_v \quad m = \frac{\eta \cdot E_v}{c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta\vartheta} \quad m = \frac{0,2 \cdot 45 \cdot 10^6 \text{ J}}{4,19 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 85^\circ\text{C}} = 25270 \text{ g}$$

Man kann ungefähr 25,3 Liter Wasser erwärmen.

---

6. Gegeben:  $c_1 = 4,19 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$  und  $c_2 = 3,9 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$

$$\vartheta_1 = 90^\circ\text{C} \text{ und } \vartheta_2 = 10^\circ\text{C}$$

$$m_1 = 200 \text{ g} \text{ und } m_2 = 100 \text{ g}$$

Gesucht:  $\vartheta_m$

Der Kaffee gibt ab:  $E_{\text{ab}} = c_1 \cdot m_1 \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_m)$

Die Milch nimmt auf:  $E_{\text{auf}} = c_2 \cdot m_2 \cdot (\vartheta_m - \vartheta_2)$

Energieerhaltung:

$$c_1 \cdot m_1 \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_m) = c_2 \cdot m_2 \cdot (\vartheta_m - \vartheta_2)$$

$$c_1 \cdot m_1 \cdot \vartheta_1 - c_1 \cdot m_1 \cdot \vartheta_m = c_2 \cdot m_2 \cdot \vartheta_m - c_2 \cdot m_2 \cdot \vartheta_2$$

$$c_1 \cdot m_1 \cdot \vartheta_1 + c_2 \cdot m_2 \cdot \vartheta_2 = c_2 \cdot m_2 \cdot \vartheta_m + c_1 \cdot m_1 \cdot \vartheta_m$$

$$c_1 \cdot m_1 \cdot \vartheta_1 + c_2 \cdot m_2 \cdot \vartheta_2 = (c_2 \cdot m_2 + c_1 \cdot m_1) \cdot \vartheta_m \quad \Rightarrow \quad \frac{c_1 \cdot m_1 \cdot \vartheta_1 + c_2 \cdot m_2 \cdot \vartheta_2}{c_2 \cdot m_2 + c_1 \cdot m_1} = \vartheta_m$$

$$\vartheta_m = \frac{4,19 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 200 \text{ g} \cdot 90^\circ\text{C} + 3,9 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 100 \text{ g} \cdot 10^\circ\text{C}}{4,19 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 200 \text{ g} + 3,9 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 100 \text{ g}} = 64,6^\circ$$


---

7. Gegeben:  $m = 0,50 \text{ kg}$ ,  $\vartheta_1 = 16^\circ\text{C}$ ,  $\vartheta_2 = 53^\circ\text{C}$   $t = 2 \text{ min } 16 \text{ s} = 136 \text{ s}$

a) Gesucht:  $P_{\text{ab}}$

$$P_{\text{ab}} = \frac{W}{t} = \frac{c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot m \cdot \Delta\vartheta}{t} \quad P = \frac{4,19 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 500 \text{ g} \cdot 37^\circ\text{C}}{136 \text{ s}} = 0,57 \text{ kW}$$

b) Gesucht:  $\eta$

$$\eta = \frac{P_{\text{ab}}}{P_{\text{auf}}} \quad \eta = \frac{570 \text{ W}}{750 \text{ W}} = 76\%$$

---

8. Die Luft, die man ausatmet, enthält Wasserdampf. Wenn der Wasserdampf mit der kalten Oberfläche des Fensters in Berührung kommt, dann kondensiert er in Form winziger Wassertropfen, da sich die Wasserteilchen langsamer bewegen,

---

9. Die Anziehungskräfte zwischen den Teilchen einer Flüssigkeit sind relativ gering, deshalb können sich die Teilchen auch gegeneinander und die sich die Flüssigkeit verformen.

Trotzdem sind die Anziehungskräfte groß genug, um die Teilchen in einem bestimmten Volumen zusammenzuhalten.

---

### Leistung

---

---

1. Ein Bergsteiger ( $m = 80 \text{ kg}$ ) besteigt einen  $3000 \text{ m}$  hohen Berg.

a) Berechne die Arbeit, die er dabei verrichtet, in kJ und kWh.

b) Wie groß ist seine Leistung, wenn er für die Besteigung  $16 \text{ h}$  braucht?

---

2. Ein Kran hebt eine Last von  $360 \text{ kg}$  mit einer Geschwindigkeit von  $0,50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

a) Berechne die Leistung, die der Kran abgibt.

b) Beim Hochheben nimmt der Kran eine Leistung von  $3 \text{ kW}$  auf. Berechne den Wirkungsgrad des Krans!

---

3. Welche Leistung gibt der Motor eines  $1,2 \text{ t}$  schweren Autos ab, der dieses in  $9,5 \text{ s}$  von  $20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  auf  $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  beschleunigt?

---

### Lösungen

---

---

1. Gegeben:  $m = 80 \text{ kg}$  und  $h = 3000 \text{ m}$

a) Gesucht:  $W$

Der Bergsteiger verrichtet Hubarbeit.

$$W = m \cdot g \cdot h \quad W = 80 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3000 \text{ m} = 2,35 \text{ MJ}$$

b) Gesucht:  $P$  falls  $t = 16 \text{ h} = 57600 \text{ s}$

$$P = \frac{W}{t} \quad P = \frac{2350000 \text{ J}}{57600 \text{ s}} = 41 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 41 \text{ W}$$

---

2. Gegeben:  $m = 360 \text{ kg}$  und  $v = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

a) Gesucht:  $P$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} \quad P = \frac{360 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,5 \text{ m}}{1, \text{ s}} = 1766 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1,8 \text{ kW}$$

b) Gesucht:  $\eta$

$$\eta = \frac{W_{\text{ab}}}{W_{\text{auf}}} = \frac{P_{\text{ab}} \cdot t}{P_{\text{auf}} \cdot t} = \frac{P_{\text{ab}}}{P_{\text{auf}}} \quad \eta = \frac{1,8 \text{ kW}}{3 \text{ kW}} = 60\%$$

---

3. Gegeben:  $m = 1,2 \text{ t} = 1200 \text{ kg}$

$$\text{Anfangsgeschwindigkeit: } v_1 = 20 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 5,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Endgeschwindigkeit: } v_2 = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 22,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Beschleunigungszeit: } t = 9,5 \text{ s}$$

Gesucht:  $P$

Es wird Beschleunigungsarbeit verrichtet.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\frac{1}{2} m \cdot v_2^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_1^2}{t} = \frac{\frac{1}{2} m \cdot (v_2^2 - v_1^2)}{t}$$

$$P = \frac{\frac{1}{2} \cdot 1200 \text{ kg} \cdot \left[ \left( 22,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 - \left( 5,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 \right]}{9,5 \text{ s}} = 29 \text{ kW}$$

---