

## Aufgaben zum Erwärmungsgesetz

1. Wie viel Wasser erhitzt man mit 495 kJ um 35 °C?
2. 9,00 kg Blei sollen um 300 °C erhitzt werden.
3. Eine Kaffeetasse aus Porzellan fasst 0,16 L und wiegt selbst 57,0 g. Bevor ich siedendes Wasser eingieße hat die Tasse 20 °C. Welche Energie nimmt die Tasse auf? Um welche Temperaturdifferenz wird das Wasser in der Tasse dadurch kälter?
4. Welche Energie liefert eine Gasflamme pro Sekunde, wenn man damit eine Eisenkugel von 50 g in 3,5 Minuten von 20,4°C auf 485°C bringen kann, jedoch nur 42% der Energie der Flamme genutzt werden können.
5. Wenn die Energie von 22,46 kJ voll genutzt werden kann, kann man 60,00 g von dem Stoff von 18 °C auf 174 °C erhitzen. Welcher Stoff ist gemeint?
6. Wie viel Aluminium kann ich mit der Energie um 120 °C erhitzen, mit der ich 200 g Stahl von 30°C auf 87 °C bringen kann?
7. 3,6 MJ elektrische Energie kosten 0,14 €. Was kostet das Aufheizen von 80 L Wasser von 14 °C auf 44 °C?
8. Die Sonne strahlt in unseren Breiten je Sekunde eine Energie von ca. 850 J pro Quadratmeter ein. Wir betrachten jeweils eine Schicht von 1,00 cm Dicke, das sind dann 10 dm<sup>3</sup>. Dieses Volumen an Gestein wiegt 27,0 kg, das gleiche Volumen Wasser wiegt 10,0 kg. Um welche Differenz nehmen die Temperaturen von Gestein und Wasser im Verlauf einer halben Stunde zu?
9. Ich führe einem Eisblock von 5,00 kg und einer Temperatur von -20 °C eine Energiemenge von 780 kJ zu.
10. 40,8 g Ethanol sollen von 20 °C auf 70 °C gebracht werden. Welche Energie ist dazu nötig, wenn im Ethanol ein Thermometer aus Glas ( $m = 0,56\text{g}$ ;  $c = 0,71 \frac{\text{J}}{\text{gK}}$ ) mit Quecksilberfüllung ( $m = 1,38\text{g}$ ) steckt?
11. Welche Energie geben 4,5 t Stahl von 1200°C bis zum Abkühlen auf 25 °C ab?
12. Eine Betonmauer von 40,0 m<sup>2</sup> Fläche wird im Sommer während 10 Stunden von der Sonne mit einer mittleren Leistung von 650 W bestrahlt. Welche Temperatur nehmen die 17,6 t Mauerwerk nach dieser Zeit bei gleichmäßiger Energieverteilung an? (20 cm dicke Mauer)

## Aufgaben zum Erwärmungsgesetz – Lösungen –

1. Wie viel Wasser erhitzt man mit 495 kJ um 35 °C?

$$m = \frac{W_{\text{th}}}{c \cdot \Delta\vartheta} = \frac{495 \text{ kJ}}{4,2 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 35 ^\circ\text{C}} = 3,4 \text{ kg}$$

2. 9,00 kg Blei sollen um 300 °C erhitzt werden.

$$W_{\text{th}} = 0,129 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 9,00 \text{ kg} \cdot 300 ^\circ\text{C} = 351 \text{ kJ}$$

3. Eine Kaffeetasse aus Porzellan fasst 0,16 L und wiegt selbst 57,0 g. Bevor ich siedendes Wasser eingieße hat die Tasse 20 °C. Welche Energie nimmt die Tasse auf? Um welche Temperaturdifferenz wird das Wasser in der Tasse dadurch kälter?

Energieaufnahme der Tasse:

$$W_{\text{th}} = 0,84 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 57 \text{ g} \cdot (100 ^\circ\text{C} - 20 ^\circ\text{C}) = 3,8 \text{ kJ}$$

Wärmeabgabe des Wassers: 3,8 kJ

Temperaturabnahme des Wassers:  $M = 0,16 \text{ kg}$

$$\Delta\vartheta = \frac{W_{\text{th}}}{c \cdot m} = \frac{3,8 \text{ kJ}}{4,2 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,16 \text{ kg}} = 5,7 ^\circ\text{C}$$

4. Welche Energie liefert eine Gasflamme pro Sekunde, wenn man damit eine Eisenkugel von 50 g in 3,5 Minuten von 20,4°C auf 485°C bringen kann, jedoch nur 42% der Energie der Flamme genutzt werden können.

$$\Delta\vartheta = 485 ^\circ\text{C} - 20,4 ^\circ\text{C} = 465 ^\circ\text{C}$$

$$W_{\text{th}} = 0,452 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 50 \text{ g} \cdot 465 ^\circ\text{C} = 10,5 \text{ kJ} \approx 11 \text{ kJ}$$

$$\text{Das sind } 42 \% \text{ von } 25 \text{ kJ} = \frac{11 \text{ kJ}}{42} \cdot 100, \text{ welche die Flamme liefert.}$$

$$\text{Pro Sekunde sind das } \frac{25 \text{ kJ}}{210 \text{ s}} = 119 \text{ J} \approx 0,12 \text{ kJ}$$

5. Wenn die Energie von 22,46 kJ voll genutzt werden kann, kann man 60,00 g von dem Stoff von 18 °C auf 174 °C erhitzen. Welcher Stoff ist gemeint?

$$c = \frac{W_{\text{th}}}{m \cdot \Delta\vartheta} = \frac{22,46 \text{ kJ}}{60 \text{ g} \cdot (174 ^\circ\text{C} - 18 ^\circ\text{C})} = 2,4 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Das kann nur Glycerin sein,

denn Ethanol ist bei 174 °C schon lange verdamft.

6. Wie viel Aluminium kann ich mit der Energie um 120 °C erhitzen, mit der ich 200 g Stahl von 30°C auf 87 °C bringen kann?

$$W_{\text{th}} = 0,50 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 200 \text{ g} \cdot 57 ^\circ\text{C} = 5,7 \text{ kJ}$$

$$5,7 \text{ kJ} = 0,896 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot m \cdot 120 ^\circ\text{C}$$

$$m = \frac{W_{\text{th}}}{c \cdot \Delta\vartheta} = \frac{5,7 \text{ kJ}}{0,896 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 120 ^\circ\text{C}} = 53 \text{ g}$$

7. 3,6 MJ elektrische Energie kosten 0,14 €. Was kostet das Aufheizen von 80 L Wasser von 14 °C auf 44 °C?

$$W_{\text{th}} = 4,2 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 80 \text{ kg} \cdot 30 ^\circ\text{C} = 10 \text{ MJ}$$

$$\frac{10 \text{ MJ}}{3,6 \text{ MJ}} \cdot 0,14 \text{ €} = 0,39 \text{ €}$$

8. Die Sonne strahlt in unseren Breiten je Sekunde eine Energie von ca. 850 J pro Quadratmeter ein. Wir betrachten jeweils eine Schicht von 1,00 cm Dicke, das sind dann 10 dm<sup>3</sup>. Dieses Volumen an Gestein wiegt 27,0 kg, das gleiche Volumen Wasser wiegt 10,0 kg. Um welche Differenz nehmen die Temperaturen von Gestein und Wasser im Verlauf einer halben Stunde zu?

$$t = 0,50 \text{ h} = 1800 \text{ s}$$

Energie von der Sonne:

$$W_{\text{th}} = 1800 \text{ s} \cdot 850 \text{ W} = 1,53 \text{ MJ}$$

Temperaturzunahme Gestein:

$$1,53 \text{ MJ} = 0,80 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 27 \text{ kg} \cdot \Delta\vartheta$$

$$\Delta\vartheta = \frac{W_{\text{th}}}{c \cdot m} = \frac{1,53 \cdot 10^3 \text{ kJ}}{0,80 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 27 \text{ kg}} = 71 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Temperaturzunahme Wasser:

$$\Delta\vartheta = \frac{W_{\text{th}}}{c \cdot m} = \frac{1,53 \cdot 10^3 \text{ kJ}}{4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 10 \text{ kg}} = 36 \text{ } ^\circ\text{C}$$

(Werte unter der Annahme, dass kein Abtransport der Abgestrahlten Energie stattfindet.)

9. Ich führe einem Eisblock von 5,00 kg und einer Temperatur von -20 °C eine Energiemenge von 780 kJ zu.

$$\Delta\vartheta = \frac{W_{\text{th}}}{c \cdot m} = \frac{780 \text{ kJ}}{2,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 5,00 \text{ kg}} = 74 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Zumindest ein Teil des Eises wird schmelzen.

10. 40,8 g Ethanol sollen von 20 °C auf 70 °C gebracht werden. Welche Energie ist dazu nötig, wenn im Ethanol ein Thermometer aus Glas (m = 0,56g; c = 0,71  $\frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}}$ ) mit Quecksilberfüllung (m = 1,38g) steckt?

Ethanol:

$$W_{\text{th}} = 2,4 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 40,8 \text{ g} \cdot 50 \text{ } ^\circ\text{C} = 4,9 \text{ kJ}$$

Glas:

$$W_{\text{th}} = 0,71 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,56 \text{ g} \cdot 50 \text{ } ^\circ\text{C} = 20 \text{ J}$$

Quecksilber:

$$W_{\text{th}} = 0,139 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1,38 \text{ g} \cdot 50 \text{ } ^\circ\text{C} = 9,6 \text{ J}$$

Wärmeaufnahme Thermometer: ca. 30 J

Wärmeaufnahme gesamt: 4,9 kJ + 30 J = 4,9 kJ

Anteil Thermometer:  $\frac{30 \text{ J}}{4,9 \text{ kJ}} = 0,60 \text{ } \text{‰}$  ist bei der Messung zu verkraften.

11. Welche Energie geben 4,5 t Stahl von 1200°C bis zum Abkühlen auf 25 °C ab?

$$W_{\text{th}} = 0,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 4,5 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 1175 \text{ } ^\circ\text{C} = 2,6 \cdot 10^9 \text{ J} = 2,6 \text{ GJ}$$

12. Eine Betonmauer von 40,0 m<sup>2</sup> Fläche wird im Sommer während 10 Stunden von der Sonne mit einer mittleren Leistung von 650 W bestrahlt. Welche Temperatur nehmen die 17,6 t Mauerwerk nach dieser Zeit bei gleichmäßiger Energieverteilung an? (Ohne eigene Wärmeabgabe!)

$$W_{\text{th}} = 10 \cdot 3600 \text{ s} \cdot 40 \text{ m}^2 \cdot 650 \frac{\text{J}}{\text{m}^2} = 0,94 \text{ GJ}$$

$$\Delta\vartheta = \frac{W_{\text{th}}}{c \cdot m} = \frac{0,94 \cdot 10^9 \text{ J}}{0,84 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{C}} \cdot 17,6 \cdot 10^6 \text{ g}} = 63 \text{ } ^\circ\text{C}$$

(Aber nur wenn kein Wind geht, die Mauer gut isoliert ist und die Sonne stets mit gleicher Kraft senkrecht auf die Mauer scheint.)