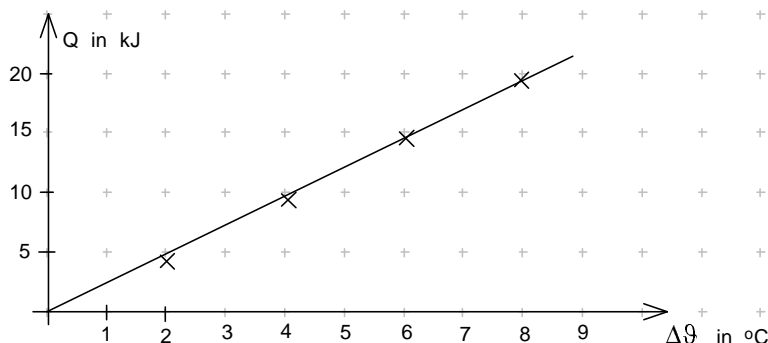


## Physik \* Jahrgangsstufe 9 \* Aufgaben zur inneren Energie und Wärme

Stoff	Wasser	Öl	Spiritus	Holz	Glas	Eisen	Kupfer	Gold	Blei
spez. Wärme in J/(g·K)	4,19	2,0	2,4	1,5	0,8	0,46	0,39	0,13	0,13

- Ein Eisenklotz der Masse 250g wurde in einem Wasserbad auf 50,0°C erwärmt und dann in 90g Wasser der Temperatur 19°C gebracht. Als Endtemperatur wurden 25,9°C gemessen. Wie groß ist die spezifische Wärmekapazität von Eisen?  
(Erkläre auch den Unterschied zum Wert der spezifischen Wärmekapazität in der Tabelle!)
- Eine Kupferkugel der Masse 14g wird in einer Bunsenbrennerflamme erhitzt und dann in 110g Wasser der Temperatur 16°C gebracht. Das Wasser erwärmt sich dabei auf 26°C. Wie hoch ist in etwa die Temperatur der Flamme?
- Michaela will ein Bad nehmen und mischt dazu 30 Liter Wasser der Temperatur 16°C aus der Wasserleitung mit 50 Liter Wasser der Temperatur 65°C aus dem Boiler. Welche Mischtemperatur stellt sich ein?
  - Michael möchte für sein Bad eine Wassertemperatur von 40°C haben. 30 Liter Wasser der Temperatur 16°C sind schon in der Wanne. Wie viel Liter Wasser der Temperatur 65°C aus dem Boiler muss er noch hinzugeben?
  - Petra wünscht sich ein Bad mit 120 Liter der Temperatur 42°C. 40 Liter Wasser der Temperatur 16°C befinden sich schon in der Wanne. Welche Temperatur müsste das Wasser aus dem Boiler haben, damit Petras Wunsch in Erfüllung geht?
- Peter will ein warmes Bad nehmen. Das Badewasser (80 Liter) wird mit einem Durchlauferhitzer (Heizleistung 3,5 kW) von 16°C (Leitungswasser) auf 55°C erwärmt.
  - Wie viel Energie ist für das Aufheizen von 80 Liter (Vollbad) erforderlich?  
Wie viel kostet damit das Vollbad, wenn man für 1 kWh etwa 0,20 € zahlen muss.
  - Wie lange braucht der Durchlauferhitzer für das Aufheizen der 80 Liter?
- Ein glühender Stahlblock (Eisen) mit einer Masse von 1,0 Tonnen hat eine Temperatur von 900°C und kühlt langsam auf 20°C ab.
  - Wie viel Wärme wird an die Umgebung abgegeben?
  - Welche Wassermasse könnte man mit dieser Wärme von 20°C auf 100°C erhitzen?
- In einem Becherglas werden 1000g einer Flüssigkeit mit einem Tauchsieder erwärmt. Das Diagramm zeigt den Zusammenhang zwischen der Temperaturerhöhung  $\Delta\vartheta$  und der vom Tauchsieder zugeführten Wärme  $Q$ .



- Interpretiere das Diagramm!
- Welche Energie ist zum Erwärmen um 1,0°C von 1,0g dieser Flüssigkeit erforderlich?  
Um welche von den drei Flüssigkeiten Wasser, Spiritus oder Öl kann es sich handeln?
- Wie lange dauert es etwa, um 1000g dieser Flüssigkeit um 20°C zu erwärmen, wenn der Tauchsieder eine elektrische Leistung von 1,0 kW hat?

Physik \* Jahrgangsstufe 9 \* Aufgaben zur inneren Energie und Wärme \* Lösungen

$$1. \Delta E_{i,\text{Eisen}} = \Delta E_{i,\text{Wasser}} \Rightarrow c_E \cdot m_E \cdot \Delta\vartheta_E = c_W \cdot m_W \cdot \Delta\vartheta_W \Rightarrow c_E = \frac{c_W \cdot m_W \cdot \Delta\vartheta_W}{m_E \cdot \Delta\vartheta_E}$$

$$c_E = \frac{4,19 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 90\text{g} \cdot (25,9 - 19,0)^\circ\text{C}}{250\text{g} \cdot (50,0 - 25,9)^\circ\text{C}} = 0,43 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \quad (\text{Vergleiche Tabelle } 0,46 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}})$$

Da auch etwas Wärme an das Gefäß abgegeben wird, ergibt sich ein etwas zu kleiner Wert.

$$2. \Delta E_{i,\text{Kupfer}} = \Delta E_{i,\text{Wasser}} \Rightarrow c_K \cdot m_K \cdot \Delta\vartheta_K = c_W \cdot m_W \cdot \Delta\vartheta_W \Rightarrow \Delta\vartheta_K = \frac{c_W \cdot m_W \cdot \Delta\vartheta_W}{c_K \cdot m_K}$$

$$\Delta\vartheta_K = \frac{4,19 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 110\text{g} \cdot (26 - 16)^\circ\text{C}}{0,39 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 14\text{g}} = 844^\circ\text{C} \Rightarrow \vartheta_{\text{Flamme}} \approx \vartheta_K = (844 + 26)^\circ\text{C} = 870^\circ\text{C}$$

$$3. a) \Delta E_{W,\text{kalt}} = \Delta E_{W,\text{heiß}} \Rightarrow c_W \cdot m_k \cdot \Delta\vartheta_k = c_W \cdot m_h \cdot \Delta\vartheta_h \Rightarrow m_k \cdot (\vartheta_M - \vartheta_k) = m_h \cdot (\vartheta_h - \vartheta_M)$$

$$m_k \cdot \vartheta_M - m_k \cdot \vartheta_k = m_h \cdot \vartheta_h - m_h \cdot \vartheta_M \Rightarrow m_k \cdot \vartheta_M + m_h \cdot \vartheta_M = m_h \cdot \vartheta_h + m_k \cdot \vartheta_k \Rightarrow$$

$$(m_k + m_h) \cdot \vartheta_M = m_h \cdot \vartheta_h + m_k \cdot \vartheta_k \Rightarrow$$

$$\vartheta_M = \frac{m_h \cdot \vartheta_h + m_k \cdot \vartheta_k}{m_k + m_h} = \frac{50 \cdot 65 + 30 \cdot 16}{50 + 30} ^\circ\text{C} = 47^\circ\text{C}$$

$$b) \text{ Wie in a) } \Delta E_{W,\text{kalt}} = \Delta E_{W,\text{heiß}} \Rightarrow \dots \Rightarrow m_k \cdot \vartheta_M + m_h \cdot \vartheta_M = m_h \cdot \vartheta_h + m_k \cdot \vartheta_k \Rightarrow$$

$$m_k \cdot \vartheta_M - m_k \cdot \vartheta_k = m_h \cdot \vartheta_h - m_h \cdot \vartheta_M \Rightarrow m_k \cdot (\vartheta_M - \vartheta_k) = m_h \cdot (\vartheta_h - \vartheta_M) \Rightarrow$$

$$m_h = \frac{m_k \cdot (\vartheta_M - \vartheta_k)}{\vartheta_h - \vartheta_M} = \frac{30 \text{ Liter} \cdot (40 - 16)^\circ\text{C}}{(65 - 40)^\circ\text{C}} = 28,8 \text{ Liter} \approx 29 \text{ Liter}$$

$$c) \text{ Wie in a) } \dots \Rightarrow m_k \cdot \vartheta_M + m_h \cdot \vartheta_M = m_h \cdot \vartheta_h + m_k \cdot \vartheta_k \Rightarrow$$

$$m_h \cdot \vartheta_h = m_k \cdot \vartheta_M + m_h \cdot \vartheta_M - m_k \cdot \vartheta_k \Rightarrow \vartheta_h = \frac{m_k \cdot (\vartheta_M - \vartheta_k) + m_h \cdot \vartheta_M}{m_h} \Rightarrow$$

$$\vartheta_h = \frac{40\text{kg} \cdot (42 - 16)^\circ\text{C} + (120\text{kg} - 40\text{kg}) \cdot 42^\circ\text{C}}{120\text{kg} - 40\text{kg}} = 55^\circ\text{C}$$

Einfacher: Da doppelt so viel heißes Wasser (80Liter) wie kaltes Wasser (40 Liter) benötigt wird, und der Temperaturunterschied  $\vartheta_M - \vartheta_k = (42 - 16)^\circ\text{C} = 26^\circ\text{C}$  beträgt, muss das heiße Wasser nur  $26^\circ\text{C} : 2 = 13^\circ\text{C}$  wärmer sein als die Mischtemperatur. Also  $\vartheta_h = (42 + 13)^\circ\text{C} = 55^\circ\text{C}$ .

$$4. a) Q = c_W \cdot m \cdot \Delta\vartheta = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 80\text{kg} \cdot (55 - 16)^\circ\text{C} = 13,1\text{MJ}$$

$$1\text{kWh} = 3600000\text{J} = 3,6\text{MJ}; \quad \text{d.h. } 13,1\text{MJ} = \frac{13,1}{3,6} \text{kWh} \approx 3,64\text{kWh} \hat{=} 0,73\text{€}$$

$$b) \text{ Leistung } P = \frac{\text{Wärme } Q}{\text{Zeit } t} = \frac{Q}{t} \Rightarrow t = \frac{Q}{P} = \frac{13,1\text{MJ}}{3,5 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}} = \frac{13100}{3,5} \text{s} \approx 1,0 \text{ Stunden}$$

5. a)  $\Delta\vartheta = (900^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 880^\circ\text{C}$  und  $1,0\text{ t} = 1000\text{kg}$  Eisen gibt deshalb beim

Abkühlen die Wärme  $Q = 0,46 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1000\text{kg} \cdot 880^\circ\text{C} \approx 405\text{ MJ}$  ab.

b) Um  $1,0\text{ kg}$  Wasser von  $20^\circ\text{C}$  auf  $100^\circ\text{C}$  zu erwärmen benötigt man

$$4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1,0\text{kg} \cdot 80^\circ\text{C} \approx 335\text{ kJ}$$

Mit  $405\text{ MJ}$  kann man daher  $\frac{405000}{335}\text{ kg} = 1208, \dots \text{kg} \approx 1,2\text{ t}$  Wasser von  $20^\circ\text{C}$  auf  $100^\circ\text{C}$  erwärmen.

6. a) Das Diagramm zeigt, dass  $\Delta\vartheta$  und  $Q$  zueinander direkt proportional sind, d.h. dass zur 2-, 3-, 4- fachen Temperaturerhöhung die 2-, 3-, 4- fache Wärme erforderlich ist.

b) Aus dem Diagramm sieht man, dass bei  $1000\text{g}$  Flüssigkeit für eine Temperaturerhöhung von  $\Delta\vartheta = 8,0^\circ\text{C}$  die Wärme  $Q \approx 19\text{ kJ}$  erforderlich ist.

Für  $1,0\text{g}$  und  $\Delta\vartheta = 1,0^\circ\text{C}$  benötigt man daher  $Q = \frac{19\text{ kJ}}{1000 \cdot 8,0} \approx 2,4\text{ J}$ .

Bei der Flüssigkeit handelt es sich nach der Tabelle also um Spiritus.

c) Für eine Temperaturerhöhung um  $20^\circ\text{C}$  benötigt man für  $1000\text{g}$  Spiritus die

$$\text{Wärme } Q = 2,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1,0\text{kg} \cdot 20^\circ\text{C} = 48\text{ kJ}.$$

$$\text{Aus } P = \frac{Q}{t} \Rightarrow t = \frac{Q}{P} = \frac{48\text{ kJ}}{1,0 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}} = 48\text{ s}$$