

Physik * Jahrgangsstufe 8 * Übungsaufgaben zur spezifischen Wärmekapazität

Die folgende Tabelle zeigt, wie viel Energie benötigt wird, um 1,0g eines Stoffes um genau 1,0°C zu erwärmen:

Stoff (1,0g)	Wasser	Öl	Spiritus	Holz	Glas	Eisen	Kupfer	Gold	Blei
Energie in J	4,19	2,0	2,4	1,5	0,8	0,45	0,39	0,13	0,13

Führt man die so genannte spezifische Wärmekapazität c für einen Stoff wie Wasser ein, so kann man die Wärme Q bzw. die Zunahme der inneren Energie ΔE_i mit einer einfachen Formel berechnen.

Um eine Masse m an Wasser um die Temperatur $\Delta\vartheta$ zu erwärmen, benötigt man die Wärme

$$Q = \Delta E_i = c \cdot m \cdot \Delta\vartheta \quad \text{mit} \quad c = c_{\text{Wasser}} = 4,19 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$$

1. Mischungsaufgaben

In Wasser der Masse m_1 und der Temperatur ϑ_1 wird Wasser der Masse m_2 und der Temperatur ϑ_2 gegossen.

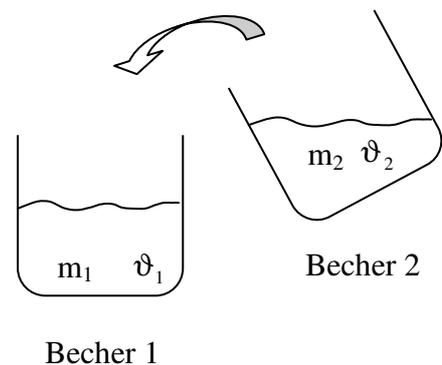
Es stellt sich eine Mischtemperatur ϑ_M ein.

Schätze zuerst und berechne dann diese

Mischtemperatur für die folgenden Fälle:

- $m_1 = m_2$; $\vartheta_1 = 20^\circ\text{C}$ und $\vartheta_2 = 80^\circ\text{C}$
- $m_1 = 2 m_2$; $\vartheta_1 = 20^\circ\text{C}$ und $\vartheta_2 = 80^\circ\text{C}$
- $m_1 = 5 m_2$; $\vartheta_1 = 20^\circ\text{C}$ und $\vartheta_2 = 80^\circ\text{C}$

Wie lauten die Ergebnisse bei a) und b), wenn sich bei sonst unveränderten Daten im Becher 2 nicht Wasser sondern Spiritus befindet?



- In ein Glas mit 600g Wasser der Temperatur 20°C wird ein in einer Flamme erhitztes Kupferstück der Masse 150g geworfen. Dabei stellt sich eine Mischtemperatur von 32°C ein. Welche Temperatur hatte das Kupfer vor dem Wurf ins Wasser?
 - In ein Glas mit 600g Wasser der Temperatur 20°C wird ein Kupferstück der Masse 150g und der Temperatur 100°C geworfen. Welche Mischtemperatur stellt sich ein.
- Zum Schmelzen von 1,0g Wassereis der Temperatur 0°C benötigt man 334J an Energie.
 - In ein Gefäß mit 700g Wasser der Temperatur 20°C gibt man 300g Wassereis der Temperatur 0°C.
Zeige, dass nur ein Teil des Eises schmilzt und berechne dessen Masse.
Welche Temperatur hat anschließend die Wasser-Eis-Mischung?
 - In ein Gefäß mit 700g Wasser der Temperatur 20°C gibt man 100g Wassereis der Temperatur 0°C.
Zeige, dass das Eis vollständig schmilzt und berechne die sich ergebende Mischtemperatur.

Physik * Jahrgangsstufe 8 * Übungsaufgaben zur spezifischen Wärmekapazität * Lösungen

1. Wasser mit Wasser gemischt:

a) Die vom warmen Wasser abgegebene Wärme entspricht genau der vom kalten Wasser aufgenommenen Wärme:

$$Q_1 = Q_2 \Leftrightarrow c_w \cdot m_1 \cdot \Delta\vartheta_1 = c_w \cdot m_2 \cdot |\Delta\vartheta_2| \quad \text{wegen } m_1 = m_2 \quad \text{also } \Delta\vartheta_1 = |\Delta\vartheta_2|$$

$$\text{also } \vartheta_M - \vartheta_1 = \vartheta_2 - \vartheta_M \Rightarrow 2\vartheta_M = \vartheta_1 + \vartheta_2 \Rightarrow \vartheta_M = \frac{1}{2} \cdot (20^\circ\text{C} + 80^\circ\text{C}) = 50^\circ\text{C}$$

b) $Q_1 = Q_2 \Leftrightarrow c_w \cdot m_1 \cdot \Delta\vartheta_1 = c_w \cdot m_2 \cdot |\Delta\vartheta_2|$ wegen $m_1 = 2m_2$ also $2\Delta\vartheta_1 = |\Delta\vartheta_2|$

$$\text{also } 2\vartheta_M - 2\vartheta_1 = \vartheta_2 - \vartheta_M \Rightarrow 3\vartheta_M = 2\vartheta_1 + \vartheta_2 \Rightarrow \vartheta_M = \frac{1}{3} \cdot (2 \cdot 20^\circ\text{C} + 80^\circ\text{C}) = 40^\circ\text{C}$$

c) $Q_1 = Q_2 \Leftrightarrow c_w \cdot m_1 \cdot \Delta\vartheta_1 = c_w \cdot m_2 \cdot |\Delta\vartheta_2|$ wegen $m_1 = 5m_2$ also $5\Delta\vartheta_1 = |\Delta\vartheta_2|$

$$\text{also } 5\vartheta_M - 5\vartheta_1 = \vartheta_2 - \vartheta_M \Rightarrow 6\vartheta_M = 5\vartheta_1 + \vartheta_2 \Rightarrow \vartheta_M = \frac{1}{6} \cdot (5 \cdot 20^\circ\text{C} + 80^\circ\text{C}) = 30^\circ\text{C}$$

Wasser mit Spiritus gemischt:

a) $Q_1 = Q_2 \Leftrightarrow c_w \cdot m_1 \cdot \Delta\vartheta_1 = c_s \cdot m_2 \cdot |\Delta\vartheta_2|$ wegen $m_1 = m_2$ also $c_w \Delta\vartheta_1 = c_s |\Delta\vartheta_2|$

$$\text{also } c_w(\vartheta_M - \vartheta_1) = c_s(\vartheta_2 - \vartheta_M) \Rightarrow (c_w + c_s)\vartheta_M = c_w\vartheta_1 + c_s\vartheta_2 \Rightarrow$$

$$\vartheta_M = \frac{c_w\vartheta_1 + c_s\vartheta_2}{c_w + c_s} = \frac{4,19 \cdot 20^\circ\text{C} + 2,4 \cdot 80^\circ\text{C}}{4,19 + 2,4} = \frac{275,8^\circ\text{C}}{6,59} = 42^\circ\text{C}$$

a) $Q_1 = Q_2 \Leftrightarrow c_w \cdot m_1 \cdot \Delta\vartheta_1 = c_s \cdot m_2 \cdot |\Delta\vartheta_2|$ wegen $m_1 = 2m_2$ also $2 \cdot c_w \Delta\vartheta_1 = c_s |\Delta\vartheta_2|$

$$\text{also } 2 \cdot c_w(\vartheta_M - \vartheta_1) = c_s(\vartheta_2 - \vartheta_M) \Rightarrow (2 \cdot c_w + c_s)\vartheta_M = 2 \cdot c_w\vartheta_1 + c_s\vartheta_2 \Rightarrow$$

$$\vartheta_M = \frac{2 \cdot c_w\vartheta_1 + c_s\vartheta_2}{2 \cdot c_w + c_s} = \frac{2 \cdot 4,19 \cdot 20^\circ\text{C} + 2,4 \cdot 80^\circ\text{C}}{2 \cdot 4,19 + 2,4} = \frac{359,6^\circ\text{C}}{10,78} = 33^\circ\text{C}$$

2. a) Vom Wasser aufgenommene Wärme Q_W wird vom Kupfer als Q_{Ku} abgegeben.

$$Q_W = c_w \cdot m_w \cdot \Delta\vartheta_w = 4,19 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 600\text{g} \cdot (32 - 20)^\circ\text{C} = 30168\text{J} = 30\text{kJ}$$

$$30168\text{J} = Q_{Ku} = c_{Ku} \cdot m_{Ku} \cdot |\Delta\vartheta_{Ku}| \Rightarrow |\Delta\vartheta_{Ku}| = \frac{30168\text{J}}{0,39 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 150\text{g}} = 516^\circ\text{C}$$

$$\vartheta_{Ku, \text{vorher}} = 32^\circ\text{C} + 516^\circ\text{C} = 548^\circ\text{C}$$

b) $Q_W = Q_{Ku} \Leftrightarrow c_w \cdot m_w \cdot \Delta\vartheta_w = c_{Ku} \cdot m_{Ku} \cdot |\Delta\vartheta_{Ku}| \Leftrightarrow$

$$(2514 + 58,5) \cdot \vartheta_M = 58,5 \cdot \vartheta_{Ku} + 2514 \cdot \vartheta_w \Rightarrow \vartheta_M = \frac{58,5 \cdot 100^\circ\text{C} + 2514 \cdot 20^\circ\text{C}}{2514 + 58,5} = 22^\circ\text{C}$$

3. a) Das Wasser kann sich bis 0°C abkühlen und gibt dabei die Wärme Q_W ab:

$$Q_W = c_w \cdot m_w \cdot \Delta\vartheta_w = 4,19 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 700\text{g} \cdot 20^\circ\text{C} = 58660\text{J} = 59\text{kJ}$$

$$\text{Damit kann man nur } \frac{58660\text{J}}{334\text{J}} \text{ g} = 176\text{g} \text{ Wassereis schmelzen. Resteis: } 124\text{g}$$

b) Zum Schmelzen von 100g Wassereis benötigt man $100 \cdot 334\text{J} = 33400\text{J}$ Wärme, die vom Wasser geliefert werden, das sich dabei abkühlt um $\Delta\vartheta_w$.

$$33400\text{J} = c_w \cdot m_w \cdot \Delta\vartheta_w = 4,19 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 700\text{g} \cdot \Delta\vartheta_w \Rightarrow \Delta\vartheta_w = \frac{33400}{4,19 \cdot 700} ^\circ\text{C} = 11^\circ\text{C}$$

Nun stellt sich noch von den 700g Wasser der Temperatur 11°C und den 100g Schmelzwasser der Temperatur 0°C die Mischtemperatur ϑ_M ein:

$$c_w \cdot 700\text{g} \cdot (11^\circ\text{C} - \vartheta_M) = c_w \cdot 100\text{g} \cdot \vartheta_M \Rightarrow 77^\circ\text{C} - 7\vartheta_M = \vartheta_M \Rightarrow \vartheta_M = 77^\circ\text{C} : 8 = 9,6^\circ\text{C}$$