

Physik * Jahrgangsstufe 8 * Aufgaben zur Änderung der inneren Energie

Um die Temperatur eines Gegenstand zu erhöhen, benötigt man Energie.

Um 1g des Stoffes um 1°C zu erwärmen	Wasser	Alkohol	Aluminium	Eisen	Kupfer
benötigt man die Energie	4,19 J	2,4 J	0,896 J	0,452 J	0,385 J

Um feste Stoffe zu schmelzen oder flüssige Stoffe zu verdampfen, benötigt man ebenfalls Energie. Die Temperatur ändert sich beim Schmelzen bzw. Verdampfen nicht.

Um 1g des Stoffes zu schmelzen (verdampfen)	Eis	Eisen	Aluminium	Wasser
benötigt man die Energie	334 J	260 J	397 J	2256 J

1. Mischtemperaturen

- Petra mischt (beim Kochen) einen halben Liter Wasser der Temperatur 50 °C mit einem halben Liter Wasser der Temperatur 16 °C. Welche Mischtemperatur stellt sich ein?
- Paul mischt (für ein Bad) 40 Liter Wasser der Temperatur 50 °C mit 20 Liter Wasser der Temperatur 17 °C. Welche Mischtemperatur stellt sich ein?

2. Schmelzen von Eis

In einem Topf befinden sich 1,0 Liter Wasser und 0,50 kg Eis je der Temperatur 0 °C .

- Hans gibt einen halben Liter Wasser der Temperatur 50 °C hinzu.
Begründe, dass ein Teil des Eises schmilzt und berechne die Masse des schmelzenden Eises.
- Wie viel Wasser der Temperatur 50 °C müsste Hans mindestens hinzugeben, damit das gesamte Eis schmilzt?

3. Schmelzen von Aluminium

Zur Herstellung von Bauteilen aus Aluminium verwendet man das so genannte Aluminium-Druckgussverfahren. Dazu muss man Aluminium zum Schmelzen bringen.

Wie viel Energie benötigt man, um 100 kg Aluminium der Temperatur 20 °C zum Schmelzen zu bringen, wenn die Schmelztemperatur von Aluminium 660 °C beträgt?

Wie hoch sind die Kosten, wenn der Hersteller für 1,0 kWh etwa 0,12 € bezahlen muss?

4. Erwärmung von Bremstrommeln

Ein Auto ($m = 1,0 \text{ t}$) mit der Geschwindigkeit $v = 72 \text{ km/h}$ bremst bis zum Stillstand ab.

90% der Bewegungsenergie erwärmen dabei die Bremstrommel des Rades.

- Um wie viel Grad Celsius würde sich die Bremstrommel aus Eisen (mit der Masse 8,0kg) erwärmen, wenn keine Kühlung stattfinden würde?
- Wie groß wäre die entsprechende Temperaturerhöhung bei doppelter Geschwindigkeit?

5. Abseilen beim Bergsteigen

Wenn beim Klettern das Gelände zu schwierig für freies Abklettern ist, dann seilt man ab. Das Seil wird bis zur Hälfte durch einen Abseilhaken gefädelt. Die Seilenden wirft man nach unten. Der Kletterer ist über einen Abseilachter mit dem Seil verbunden. Die Reibung des Seils im Abseilachter ist so groß, dass der Bergsteiger am Seil kontrolliert nach unten gleitet.

Ein Bergsteiger der Masse 70 kg seilt mit konstanter Geschwindigkeit über eine 20 m hohe Felswand ab. Der Abseilachter hat die Masse 90 g.

- Berechne die Reibungsarbeit, die das Seil während des Abseilens verrichtet.
- Wie heiß wird dabei ein Abseilachter aus Aluminium, wenn er vorher die Temperatur 24°C hatte?
- Erreicht der Abseilachter beim Abseilen tatsächlich die in b) berechnete Temperatur? Begründe deine Antwort!
- Welche Rolle spielt die Abseilgeschwindigkeit bei der Erwärmung des Abseilachters?



Physik * Jahrgangsstufe 8 * Aufgaben zur Änderung der inneren Energie * Lösungen

1. a) Beim Abkühlen um 1°C gibt der halbe Liter warmes Wasser genau die Energie ab, die der halbe Liter kaltes Wasser für die Erhöhung der Temperatur um 1°C benötigt. Die Mischtemperatur liegt deshalb genau zwischen 50°C und 16°C , also bei 33°C
- b) Beim Abkühlen um 1°C geben die 40 Liter warmes Wasser genau die Energie ab, die für 20 Liter kaltes Wasser zu einer Temperaturerhöhung um 2°C benötigt werden. Die Mischtemperatur liegt deshalb nicht genau zwischen 50°C und 17°C , sondern bei 39°C .
- Rechnung: $50^{\circ}\text{C} - 17^{\circ}\text{C} = 33^{\circ}\text{C}$; $33^{\circ}\text{C} : 3 = 11^{\circ}\text{C}$;
Mischtemperatur: $50^{\circ}\text{C} - 11^{\circ}\text{C} = 17^{\circ}\text{C} + 22^{\circ}\text{C} = 39^{\circ}\text{C}$
2. a) 0,50 Liter Wasser entsprechen $0,50\text{ kg} = 500\text{g}$ Wasser.
Beim Abkühlen von 500g des heißen Wassers von 50°C auf 0°C wird die Energie $E = 500 \cdot 50 \cdot 4,19\text{ J} = 104750\text{ J} \approx 105\text{ kJ}$ frei. Diese Energie dient zum Schmelzen von Eis. Da für 1g Eis 334 J zum Schmelzen benötigt werden, reicht diese Energie für 314 g Eis. (Rechnung: $104750\text{ J} : 334\text{ J} = 313,6\dots \approx 314$)
Es schmelzen also 314g Eis.
- b) Für das Schmelzen des gesamten Eises benötigt man $500 \cdot 334\text{ J} = 167000\text{ J} = 167\text{ kJ}$.
 1 Gramm Wasser der Temperatur 50°C liefert beim Abkühlen auf 0°C die Energie $50 \cdot 4,19\text{ J} = 209,5\text{ J} \approx 210\text{ J}$; wegen $167000\text{ J} : 209,5\text{ J} = 797$ benötigt man also mindestens $797\text{g} \approx 800\text{g}$ Wasser der Temperatur 50°C zum Schmelzen des gesamten Eises.
3. Zuerst muss man die 100kg Alu von 20°C auf 660°C erwärmen. Dazu benötigt man $E_1 = 100 \cdot (660 - 20) \cdot 0,896\text{ kJ} = 57344\text{ kJ} \approx 57,3\text{ MJ}$
Zum Schmelzen von 100kg Alu benötigt man $E_2 = 100 \cdot 397\text{ kJ} = 39700\text{ kJ} \approx 39,7\text{ MJ}$.
Insgesamt braucht man also $E_1 + E_2 = 57,3\text{ MJ} + 39,7\text{ MJ} = 97\text{ MJ}$;
wegen $1\text{ kWh} = 3,6\text{ MJ}$ entsprechen 97 MJ gerade $(97 : 3,6)\text{ kWh} \approx 27\text{ kWh}$;
diese Energie kostet damit $27 \cdot 0,12\text{ €} = 3,24\text{ €}$.
4. a) 90% der kin. Energie sind $0,90 \cdot \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = 0,90 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1000\text{kg} \cdot \left(\frac{72\text{ m}}{3,6\text{ s}}\right)^2 = 180\text{ kJ}$.
Um $8,0\text{kg}$ Eisen um 1°C zu erwärmen benötigt man $8,0 \cdot 0,425\text{ kJ} \approx 3,6\text{ kJ}$.
Wegen $180\text{ kJ} : 3,6\text{ kJ} = 50$ erwärmt sich die Bremsstrommel um 50°C .
- b) Bei doppelter Geschwindigkeit ist die kinetische Energie 4-mal so groß, d.h. die Temperaturerhöhung ist ebenfalls 4-mal so hoch!
Die Bremsstrommel erwärmt sich daher um 200°C .
5. a) $W_{\text{Reib}} = E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h = 70\text{kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 20\text{m} = 13720\text{ J} \approx 14\text{ kJ}$
- b) Für eine Temperaturerhöhung um 1°C benötigt der Abseilachter $90 \cdot 0,896\text{ J} \approx 81\text{ J}$.
Wegen $13720\text{ J} : 81\text{ J} \approx 169$ müsste sich der Abseilachter um 169°C auf $24^{\circ}\text{C} + 169^{\circ}\text{C} = 193^{\circ}\text{C}$ erwärmen.
- c) Auch das Seil wird erwärmt, die Temperatur des Abseilachters ist daher geringer!
- d) Beim langsamen Abseilen kommt der Abseilachter lange Zeit mit dem Seil in Kontakt. Er kann daher mehr Energie an das Seil abgeben als beim schnellen Abseilen und wird deshalb nicht ganz so warm werden.