

Physik * Jahrgangsstufe 9 * Aufgaben zur Schmelz- und Verdampfungsenergie

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 1,0g des Stoffes zu schmelzen	Eis	Eisen	Aluminium	Wasser
(verdampfen)benötigt man die Energie	334 J	260 J	397 J	2256 J

1. Erwärmen und Sieden von Wasser

In einem Gefäß befindet sich 1 Liter Wasser der Temperatur 0°C.

Das Gefäß steht auf einer (eingeschalteten) Herdplatte der Wärmeleistung 1,0 kW .

- Wie lange dauert es, bis das Wasser zu sieden beginnt?
(Von Wärmeverlusten an die Umgebung soll abgesehen werden.)
- Wie lange dauert es, bis das gesamte Wasser verdampft ist?

2. Schmelzen von Eis

In einem Topf befinden sich 1,0 Liter Wasser und 1,0 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. Schmelzen von Eisen und Aluminium

Peter behauptet, dass man zum Schmelzen von Aluminium etwa 50% mehr Energie benötigt als zum Schmelzen von Eisen.

Hat Peter Recht? Und wenn ja, was genau meint Peter mit seiner Behauptung?

1. a) 1,0 Liter Wasser entsprechen 1,0 kg Wasser.

Zum Erwärmen von 0°C auf 100°C benötigt man die Energie E_1 ,

$$E_1 = c_w \cdot m \cdot \Delta\vartheta = 4,19 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 1000\text{g} \cdot 100^{\circ}\text{C} = 419\text{kJ}$$

$$P = \frac{E_1}{t_1} \Leftrightarrow t_1 = \frac{E_1}{P} = \frac{419\text{kJ}}{1,0 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}} = 419\text{s} \approx 7,0\text{min}$$

- b) Zum Verdampfen des Wassers benötigt man anschließend die Energie E_2 :

$$E_2 = 2256 \frac{\text{J}}{\text{g}} \cdot 1000\text{g} = 2,256\text{MJ}$$

$$P = \frac{E_2}{t_2} \Leftrightarrow t_2 = \frac{E_2}{P} = \frac{2256\text{kJ}}{1,0 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}} = 2256\text{s} \approx 38\text{min}$$

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

$$E = 500\text{g} \cdot 50^{\circ}\text{C} \cdot 4,19 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C}} = 104750\text{J} \approx 105\text{kJ} \text{ frei. Diese Energie dient zum}$$

Schmelzen von Eis. Da für 1g Eis 334J zum Schmelzen benötigt werden, reicht

diese Energie für 314g Eis. (Rechnung: $104750\text{J} : 334 \frac{\text{J}}{\text{g}} = 313,6\dots\text{g} \approx 314\text{g}$)

Es schmelzen also 314g Eis.

- b) Für das Schmelzen des gesamten Eises benötigt man $1000\text{g} \cdot 334 \frac{\text{J}}{\text{g}} = 334\text{kJ}$.

1Gramm 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 $334000\text{J} : 209,5\text{J} = 1594$ benötigt man also mindestens $1594\text{g} \approx 1,6\text{kg}$ 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

$$E_1 = 100\text{kg} \cdot (660 - 20)^{\circ}\text{C} \cdot 0,896 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} = 57344\text{kJ} \approx 57,3\text{MJ}$$

Zum Schmelzen von 100kg Alu benötigt man $E_2 = 100\text{kg} \cdot 397 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 39700\text{kJ} \approx 39,7\text{MJ}$.

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 97MJ gerade $(97 : 3,6)\text{kWh} \approx 27\text{kWh}$;

diese Energie kostet damit $27 \cdot 0,12\text{€} = 3,24\text{€}$.

4. Peter hat Recht. Zum Schmelzen der gleichen Masse von Aluminium bzw. Eisen (z.B. je ein Kilogramm) benötigt man unterschiedlich viel Energie:

$1,0\text{kg}$ Eisen benötigt 260kJ

$1,0\text{kg}$ Aluminium benötigt $397\text{kJ} \approx 1,53 \cdot 260\text{kJ}$

D.h. für die gleiche Masse benötigt man bei Alu ca. 53% mehr an Energie als für Eisen.