

## Übung 19                      Thermische Prozesse Temperatur-Skalen, Energie und Temperatur, Schmelzen/Verdampfen

### Lernziele

- einen grafischen Zusammenhang analytisch darstellen können.
- experimentelle Daten auswerten können.
- den Zusammenhang zwischen Energie und Temperatur in konkreten Problemstellungen anwenden können.
- Mischversuche durch Aufstellen von Energiebilanzen analysieren können.

### Aufgaben

1. Leiten Sie eine Formel her, die es Ihnen erlaubt, Temperaturen umzurechnen
  - a) von F in °C.
  - b) von °C in F.Benützen Sie dazu lediglich das Blatt "Temperatur-Skalen".
2. In einem Unterrichts-Experiment wurden 3 Liter Wasser mit einem Tauchsieder der Leistung 1000 W erwärmt.
  - a) Bestimmen Sie mit Hilfe der Messdaten die spezifische Energiekapazität von Wasser.
  - b) Geben Sie eine Erklärung für eine mögliche Abweichung des in a) bestimmten Wertes gegenüber dem tabellierten Wert.
3. Wie lange dauert es, um einen halben Liter Leitungswasser der Temperatur 15°C mit einem Tauchsieder der Leistung 1000 W zum Sieden zu bringen?
4. Man schüttet 8 dl Wasser der Temperatur 12°C mit 3 dl Wasser der Temperatur 60°C zusammen. Bestimmen Sie die Mischtemperatur, d.h. die Temperatur der ganzen Wassermenge nach dem Mischen.
5. Beurteilen Sie, wie viel Energie eingespart werden kann, wenn man statt eines Vollbades eine Dusche nimmt.  
Drücken Sie die Energieersparnis durch die Zeitspanne aus, in welcher man mit der eingesparten Energie eine 100 W - Glühlampe betreiben kann.
6. Ein heisses Eisenstück der Masse 5 kg und der Temperatur 1000 °C wird in 5 Liter Wasser der Temperatur 20 °C geworfen.  
Bestimmen Sie die Temperatur, auf welche sich das Wasser erwärmt.  
Spezifische Energiekapazität von Eisen:  $c_{Fe} = 452 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
7. Mit einem Stück Eis aus dem - 20 °C kalten Gefrierfach soll im Sommer ein 2 dl - Drink von 25 °C auf 10 °C abgekühlt werden.  
Bestimmen Sie die Eismenge, die dafür nötig ist.  
Nehmen Sie an, dass der Drink die gleiche spezifische Energiekapazität besitzt wie Wasser.

**Lösungen**

1. a)  $\overline{c} = \frac{5}{9} \left( \overline{F} - 32 \right)$

b)  $\overline{F} = \frac{9}{5} \overline{c} + 32$

2. a) 
$$\left. \begin{aligned} W &= c \cdot m \cdot \Delta T \\ W &= P_{el} \cdot t \end{aligned} \right\}$$

$$c = \frac{P_{el} \cdot t}{m \cdot \Delta T} = \frac{1000 \text{ W} \cdot t}{3 \text{ kg} \cdot \Delta T} = \dots \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

( t und ΔT aus Messdaten herauslesen)

b) ...

3. 
$$\left. \begin{aligned} W &= c \cdot m \cdot \Delta T \\ W &= P_{el} \cdot t \end{aligned} \right\}$$

$$t = \frac{c \cdot m \cdot \Delta T}{P_{el}} = \frac{4.19 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 0.5 \text{ kg} \cdot 85 \text{ K}}{1000 \text{ W}} = 178 \text{ s} \quad 3 \text{ min}$$

4. Energiebilanz

$(W)_1 = (W)_2$

$(W)_1 = c \cdot m_1 \cdot (T_m - T_1) = c \cdot m_1 \cdot (m_1 - 1)$

$(W)_2 = c \cdot m_2 \cdot (T_2 - T_m) = c \cdot m_2 \cdot (2 - m)$

$$m = \frac{m_1 \cdot (1 + m_2) + m_2 \cdot 2}{m_1 + m_2} = \frac{0.8 \text{ kg} \cdot 12 \text{ °C} + 0.3 \text{ kg} \cdot 60 \text{ °C}}{0.8 \text{ kg} + 0.3 \text{ kg}} = 25 \text{ °C}$$

5. Annahme: 300 Liter Wasser weniger müssen von 10 °C auf 40 °C aufgeheizt werden.

$$\left. \begin{aligned} W &= c \cdot m \cdot \Delta T \\ W &= P_{el} \cdot t \end{aligned} \right\}$$

$$t = \frac{c \cdot m \cdot \Delta T}{P_{el}} = \frac{4.19 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 300 \text{ kg} \cdot 30 \text{ K}}{100 \text{ W}} = 3.8 \cdot 10^5 \text{ s} \quad 100 \text{ h}$$

6. Energiebilanz

$(W)_{Fe} = (W)_W$

$(W)_{Fe} = c_{Fe} \cdot m_{Fe} \cdot (T_{Fe} - T_m) = c_{Fe} \cdot m_{Fe} \cdot (Fe - m)$

$(W)_W = c_W \cdot m_W \cdot (T_m - T_W) = c_W \cdot m_W \cdot (m - W)$

$$m = \frac{c_{Fe} \cdot m_{Fe} \cdot (Fe - W) + c_W \cdot m_W \cdot W}{c_{Fe} \cdot m_{Fe} + c_W \cdot m_W}$$

$$= \frac{452 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 5 \text{ kg} \cdot 1000 \text{ °C} + 4.19 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 5 \text{ kg} \cdot 20 \text{ °C}}{452 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 5 \text{ kg} + 4.19 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 5 \text{ kg}} = 115 \text{ °C unmöglich!}$$

Neuer Ansatz:

Das Wasser wird auf 100 °C erwärmt, und ein Teil des Wassers verdampft.

Energiebilanz

$(W)_{Fe} = (W)_W + (W)_v$

$(W)_{Fe} = c_{Fe} \cdot m_{Fe} \cdot (Fe - 100)$

$(W)_W = c_W \cdot m_W \cdot (100 - W)$

$(W)_v = l_v \cdot m_D$

$$m_D = \frac{c_{Fe} \cdot m_{Fe} \cdot (Fe - 100) - c_W \cdot m_W \cdot (100 - W)}{l_v}$$

$$= \frac{452 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 5 \text{ kg} \cdot (1000 \text{ °C} - 100 \text{ °C}) - 4.19 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 5 \text{ kg} \cdot (100 \text{ °C} - 20 \text{ °C})}{2.26 \cdot 10^6 \text{ J/kg}}$$

$$= 0.158 \text{ kg}$$

Von den 5 l Wasser verdampfen also 1.6 dl.

7. Energiebilanz

$(W)_D = (W)_E + (W)_s + (W)_W$

$(W)_D = c_W \cdot m_D \cdot (D - m)$

$(W)_E = c_E \cdot m_E \cdot (0 - E)$

$(W)_s = l_s \cdot m_E$

$(W)_W = c_W \cdot m_E \cdot (m - 0)$

$$m_E = \frac{c_W \cdot m_D \cdot (D - m)}{c_E \cdot (0 - E) + l_s + c_W \cdot (m - 0)}$$

$$= \frac{4.19 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 0.2 \text{ kg} \cdot (25 \text{ °C} - 10 \text{ °C})}{2.09 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot (0 \text{ °C} - (-20 \text{ °C})) + 3.34 \cdot 10^5 \text{ J/kg} + 4.19 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot (10 \text{ °C} - 0 \text{ °C})}$$

$$= 0.030 \text{ kg} = 30 \text{ g}$$