

## Anwendungsaufgaben - Aggregatzustandsänderungen

1.1 Erwärmung des Wassers bis zum Siedepunkt:

$$W_{\text{th}} = c \cdot m \cdot \Delta\vartheta = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,35 \text{ kg} \cdot 82 ^\circ\text{C} = 1,2 \cdot 10^2 \text{ kJ}$$

Verdampfen des Wassers:

$$W_{\text{V}} = w_{\text{V}} \cdot m = 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 0,35 \text{ kg} = 7,9 \cdot 10^2 \text{ kJ}$$

Gesamtenergie:

$$E_{\text{ges}} = W_{\text{th}} + W_{\text{V}} = 9,1 \cdot 10^2 \text{ kJ}$$

$$1.2 \quad \eta = \frac{E_{\text{ges}}}{W_{\text{th, ab}}} \Rightarrow W_{\text{th, ab}} = \frac{E_{\text{ges}}}{\eta} = \frac{9,1 \cdot 10^2 \text{ kJ}}{0,80} = 11 \cdot 10^2 \text{ kJ}$$

$$W_{\text{th, ab}} = P \cdot t \Rightarrow t = \frac{W_{\text{th, ab}}}{P} = \frac{11 \cdot 10^2 \text{ kJ}}{1,5 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}} = 73 \cdot 10 \text{ s} = 12 \text{ min}$$

2.1 A: Die Temperaturänderung von Spiritus ist proportional zur zugeführten Wärme.

B: Der Spiritus verdampft. Die Temperatur ändert sich trotz Wärmezufuhr nicht.

2.2 Siedetemperatur:  $78 ^\circ\text{C}$

zugeführte Wärme:  $W_{\text{th}} = 70 \text{ kJ}$

2.3 während des Verdampfens zugeführte Wärme:  $W_{\text{th}} = 4,2 \cdot 10^2 \text{ kJ}$

$$\text{spezifische Verdampfungswärme: } w_{\text{V}} = \frac{4,2 \cdot 10^2 \text{ kJ}}{0,50 \text{ kg}} = 8,4 \cdot 10^2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

2.4 Während des Verdampfens ändert sich die Anordnung der Teilchen. Die zugeführte Energie dient der Erhöhung der potenziellen Energie der Teilchen.

3 Wenn man den Elektroherd auf die kleinste Stufe stellt, sobald das Wasser siedet, kann man Energie sparen. Nach dem Erreichen der Siedetemperatur erhöht sich die Temperatur des Wassers nicht mehr, es muss also nur soviel Energie zugeführt werden, dass das Wasser im Topf weiterhin siedet.

4 Zum Verdampfen ist Energie notwendig. Diese Energie wird aus der Umgebung aufgenommen. Dadurch sinkt die Temperatur der Kapsel.

5.1 vom Wasserdampf beim Kondensieren an die Milch abgegebene Energie:

$$W_{\text{V}} = w_{\text{V}} \cdot m = 2,26 \cdot 10^3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 0,025 \text{ kg} = 57 \text{ kJ}$$

Erwärmung der Milch durch die Kondensationsenergie:

$$\Delta\vartheta = \frac{W_{\text{th}}}{m \cdot c} = \frac{57 \text{ kJ}}{0,25 \text{ kg} \cdot 3,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}} = 58 ^\circ\text{C} \Rightarrow \text{Erwärmung der Milch auf } 64 ^\circ\text{C}$$

5.2 von der Milch aufgenommene Wärme = vom heißen Wasser abgegebene Wärme

$$3,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,25 \text{ kg} \cdot (\vartheta_{\text{M}} - 64 ^\circ\text{C}) = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,025 \text{ kg} \cdot (100 ^\circ\text{C} - \vartheta_{\text{M}})$$

$$3,9 \cdot 0,25 \cdot (\vartheta_{\text{M}} - 64 ^\circ\text{C}) = 4,2 \cdot 0,025 \cdot (100 ^\circ\text{C} - \vartheta_{\text{M}})$$

$$0,975 \cdot \vartheta_{\text{M}} - 62,4 ^\circ\text{C} = 10,5 ^\circ\text{C} - 0,105 \cdot \vartheta_{\text{M}}$$

$$1,08 \cdot \vartheta_{\text{M}} = 72,9 ^\circ\text{C}$$

$$\vartheta_M = 68 \text{ °C}$$

Die Mischung aus Wasser und Milch hat eine Temperatur von 68 °C.

- 6 vom Eis beim Schmelzen an den Saft abgegebene Energie:

$$W_S = w_S \cdot m = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 0,030 \text{ kg} = 10 \text{ kJ}$$

Abkühlung des Safts durch die Schmelzenergie:

$$\Delta\vartheta = \frac{W_{\text{th}}}{m \cdot c} = \frac{10 \text{ kJ}}{0,25 \text{ kg} \cdot 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}} = 10 \text{ °C} \Rightarrow \text{Abkühlung des Safts auf } 14 \text{ °C}$$

Endtemperatur des Safts nach dem Mischen mit dem Schmelzwasser: 14 °C

vom Saft abgegebene Wärme = vom Schmelzwasser aufgenommen Wärme

$$4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{°C}} \cdot 0,25 \text{ kg} \cdot (14 \text{ °C} - \vartheta_M) = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{°C}} \cdot 0,030 \text{ kg} \cdot (\vartheta_M - 0 \text{ °C})$$

$$4,2 \cdot 0,25 \cdot (14 \text{ °C} - \vartheta_M) = 4,2 \cdot 0,030 \cdot (\vartheta_M - 0 \text{ °C})$$

$$14,7 \text{ °C} - 1,05 \cdot \vartheta_M = 0,126 \cdot \vartheta_M - 0 \text{ °C}$$

$$14,7 \text{ °C} = 1,18 \cdot \vartheta_M$$

$$12 \text{ °C} = \vartheta_M$$

Der Saft hat nach dem Mischen mit dem Eis eine Temperatur von 12 °C.

- 7 Die Siedetemperatur ist umso niedriger, je geringer der Luftdruck ist. Da der Luftdruck mit zunehmender Höhe abnimmt, siedet Wasser in 3800 m Höhe schon bei 87 °C
- 8 Die Raumluft enthält Wasserdampf (Luftfeuchtigkeit), der beim Kontakt mit den kalten Brillengläsern kondensiert. Dadurch bilden sich auf den Brillengläsern kleine Wassertropfen.
- 9.1 Mit zunehmender Temperatur steigt der maximale Wasserdampfgehalt, die Luft kann also mehr Wasserdampf aufnehmen.
- 9.2  $\vartheta = 20 \text{ °C} \rightarrow 17 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$   
 $\vartheta = 15 \text{ °C} \rightarrow 13 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$
- 9.3 Wenn die Temperatur sinkt, steigt die relative Luftfeuchtigkeit, da die Luft jetzt weniger Wasserdampf aufnehmen kann, die Menge des Wasserdampfs in der Luft aber gleich bleibt.
- 9.4 Bei einer Temperatur von 20 °C kann die Luft  $17 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$  Wasserdampf aufnehmen. Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % beträgt der Wasserdampfgehalt  $8,5 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$ . Dieser Werte entspricht einer relativen Luftfeuchtigkeit von 100 % bei einer Temperatur von 8 °C.
- 9.5 Je kühler die Luft ist, umso weniger Wasserdampf kann sie aufnehmen. Wird der maximale Wasserdampfgehalt unterschritten, kondensiert der Wasserdampf zu kleinen Nebeltröpfchen.