

Aufgabe 1.

- **Wärmeleitung** findet an der Stelle statt, wo sich zwei Körper unterschiedlicher Temperatur berühren.
- **Wärmestrahlung** : Die Oberfläche eines warmen Körpers gibt Infrarotstrahlung ab.
- **Konvektion**: Erwärmte Flüssigkeit oder erwärmtes Gas steigt auf und transportiert Wärme nach oben.

Aufgabe 2. a)

Die Temperaturkurve dieses Stoffes besitzt Haltepunkte bei 0 °C und 100 °C, also handelt es sich um Wasser.

Aufgabe 2. b)

Alle Begriffe beschreiben Phasenübergänge, Tabelle ist zeilenweise zu lesen.

Phase	fest	flüssig	gasförmig
fest	-	schmelzen	sublimieren
flüssig	erstarren	-	sieden
gasförmig	resublimieren	kondensieren	-

Aufgabe 2. c)

- **Punkt A**: Feste Phase: Eis wird erwärmt bis zum Schmelzpunkt
- **Punkt B**: Schmelzvorgang: Während des Schmelzens verharrt die Temperatur solange bei 273 K, bis kein Eis mehr da ist.
- **Punkt C**: Flüssige Phase: Wasser erwärmt sich kontinuierlich bis zum Siedepunkt.
- **Punkt D**: Das Wasser kocht
- **Punkt E**: Alles Wasser ist verdampft, der Dampf erwärmt sich nun weiter.

Aufgabe 3. a)

Zum Schmelzen des Eises benötigen wir die Wärmemenge:

$$Q_s = s_{H_2O} \cdot m = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 0,16 \text{ kg} = 53,4 \text{ kJ}$$

Zum Erwärmen des nun flüssigen Wassers wird benötigt:

$$Q_c = c_{H_2O} \cdot m \cdot \Delta\vartheta = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot 0,16 \text{ kg} \cdot 100 \text{ K} = 66,9 \text{ kJ}$$

Das Verdampfen des Wassers erfordert die Wärmemenge:

$$Q_r = r_{H_2O} \cdot m = 2257 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 0,16 \text{ kg} = 361 \text{ kJ}$$

Zum Verdampfen des Eises ist also die Wärmemenge nötig:

$$Q_{ges} = Q_s + Q_c + Q_r = 481 \text{ kJ}$$

Aufgabe 3. b)

Hier ist die Leistung gleich Wärmemenge pro Zeit und wir formen um:

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow t = \frac{Q}{P} = \frac{481 \cdot 10^3 \text{ J}}{2800 \text{ W}} = 172 \text{ s}$$

Die Heizdauer beträgt somit rund drei Minuten.

Aufgabe 4. a)

Ein Bimetallstreifen besteht aus zwei Schichten unterschiedlicher Metalle, die sich bei Wärme ebenfalls unterschiedlich ausdehnen. Dadurch biegt sich der Streifen bei Erwärmung in Richtung des Metalls mit der kleineren Wärmeausdehnung, bei Abkühlung in die andere Richtung.

Aufgabe 4. b)

Dies ist ein Thermostat, ein üblicherweise bei Heizvorrichtungen eingebauter Schalter, der diese bei Unterschreiten einer bestimmten Temperatur einschaltet und sie bei Überschreiten einer bestimmten Temperatur ausschaltet.

Aufgabe 5.

Die Zimmertemperatur von 19°C in Kelvin ist:

$$T_K = T_C + 273,15 = 19 + 273,15 = 292,15 \text{ K}$$

Der Siedepunkt von Sauerstoff liegt bei 90 K , also muss die Luft um

$$292,15 \text{ K} - 90 \text{ K} \approx 202 \text{ K}$$

abgekühlt werden, um ihn zu verflüssigen.

Aufgabe 6. a)

Die von der Wassermenge m_2 aufgenommene Wärmemenge ist nach der Kondensation:

$$Q_2 = c_{H_2O} \cdot m_2 \cdot (82 - 20)\text{K} = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot 1,8 \text{ kg} \cdot 62 \text{ K} = 468 \text{ kJ}$$

Aufgabe 6. b)

Die von dem 100°C heißen, kondensierten Wasser der Menge m_1 abgegebene Wärmemenge ist:

$$Q_1 = c_{H_2O} \cdot m_1 \cdot (100 - 82)\text{K} = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot 0,2 \text{ kg} \cdot 18 \text{ K} = 15 \text{ kJ}$$

Die Differenz dieser beiden Werte ist die Wärmemenge, die durch die Kondensation des Wasserdampfes abgegeben wird:

$$Q_k = Q_2 - Q_1 = 468 \text{ kJ} - 15 \text{ kJ} = 453 \text{ kJ}$$

Nach dem Umstellen der Formel erhalten wir für r :

$$Q_k = r \cdot m \quad \Rightarrow \quad r = \frac{Q_k}{m} = 2265 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \approx 2,3 \cdot 10^3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Dieser Wert trifft den oben angegebenen Literaturwert ziemlich gut.

Aufgabe 7.

Das Wasser-Eis-Gemisch hat nun die Temperatur 0°C . Hier gilt wieder: aufgenommene Wärme = abgegebene Wärme. Die Wassermenge m_w hat die Wärmemenge abgegeben:

$$Q_w = c_{H_2O} \cdot m_w \cdot \Delta\vartheta = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot 3,2 \text{ kg} \cdot 30 \text{ K} = 403 \text{ kJ}$$

Der Massenanteil an geschmolzenem Eis ist:

$$m_{ge} = 0,70 \cdot 1,5 \text{ kg} = 1,05 \text{ kg}$$

Zum Schmelzen dieser Eismasse wurde benötigt:

$$Q_s = s_w \cdot m_w = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 1,05 \text{ kg} = 351 \text{ kJ}$$

Die Differenz beider Wärmemengen ergibt die vom festen Eis aufgenommene Wärmemenge:

$$Q_e = Q_w - Q_s = 52 \text{ kJ}$$

Das Eis wurde um folgende Temperatur erwärmt:

$$\begin{aligned}Q_e &= c_{eis} \cdot m_{eis} \cdot \Delta\vartheta & | : c_{eis} & | : m_{eis} \\ \Delta\vartheta &= \frac{Q_e}{c_{eis} \cdot m_{eis}} \\ \Delta\vartheta &= \frac{52 \text{ kJ}}{2,1 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 1,5 \text{ kg}} \\ \Delta\vartheta &= 17 \text{ K}\end{aligned}$$

Das Eis hatte eine Temperatur von -17°C , bevor es ins Wasser gegeben wurde.

Aufgabe 8. a)

Das Metall des Löffels besteht aus einem Atomgitter, in welchem sich benachbarte Atome berühren. Erhitzt man einen Bereich dieses Gitters, so geraten die Atome in stärkere Schwingungen um ihre Ruhelage. Durch Stöße mit benachbarten Atomen erfassen diese Schwingungen schließlich auch weiter entfernte Bereiche des Gitters.

Aufgabe 8. b)

Konvektion findet z.B. in einem Raum mit einem Heizkörper statt. Ein Luftpaket erwärmt sich zunächst durch Kontakt mit der warmen Oberfläche des Heizkörpers. Die erwärmte Luft steigt aufgrund ihrer geringeren Dichte auf und kältere Luft erreicht den Heizkörper, welche wiederum erwärmt wird und aufsteigt. Somit entsteht eine Zirkulation, durch die nach und nach die gesamte Luft des Raums erwärmt wird.

Aufgabe 9.

Die zugeführte Energie ist gleich der potentiellen. Damit erhalten wir:

$$\begin{aligned}m_{ges} \cdot g \cdot h &= c \cdot m_{br} \cdot \Delta\vartheta & | : c & | : m_{br} \\ \Delta\vartheta &= \frac{m_{ges} \cdot g \cdot h}{c \cdot m_{br}} \\ \Delta\vartheta &= \frac{85 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 100 \text{ m}}{480 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 1,0 \text{ kg}} \\ \Delta\vartheta &= 174 \text{ K}\end{aligned}$$

Die Trommelbremse erwärmt sich um 174 K.

Aufgabe 10.

In einem abgeschlossenen System ist die Summe der Energien konstant: innere Energie = Wärmemenge + Arbeit

$$E_i = Q + W$$



Hier geht es zurück zum [Aufgabenblatt](#)