

1. Temperatur/Ausdehnung

1.1. **Wasser:** $\theta_f = 0^\circ\text{C}$, $\theta_v = 100^\circ\text{C}$, $T_f = 273.15\text{ K}$, $T_v = 373.15\text{ K}$, $T_f^F = 32^\circ\text{F}$, $T_v^F = 212^\circ\text{F}$.

Ethanol: $\theta_f = -114.5^\circ\text{C}$, $\theta_v = 78.33^\circ\text{C}$, $T_f = 158.65\text{ K}$, $T_v = 351.48\text{ K}$, $T_f^F = -174.1^\circ\text{F}$, $T_v^F = 173.0^\circ\text{F}$.

1.2. $\Delta l = 0.1\text{ mm}$.

1.3. $\Delta l = 5.1\text{ cm}$.

1.4. $\Delta h = 4.6\text{ cm}$.

1.5. $\Delta V = 7.0\text{ ml}$.

1.6. $\Delta V = 65\text{ l}$.

1.7. $R = 87.5\text{ cm}$.

2. Wärmekapazität

2.1. $m = 10\text{ kg}$.

2.2. $c_p = 1.8\text{ J}/(\text{g K})$.

2.3. (a) Eine Tonne Wasser kann $\sim 10\times$ mehr Wärme speichern. (b) Die Wärmekapazität pro Volumen ist bei Wasser rund $1.5\times$ grösser als bei Eisen.

2.4. (i) $\Delta Q = 4.5\text{ kWh}$. (ii) $\Delta t = 16\text{ min}$. (iii) $P = 17\text{ kW}$.

2.5. $\Delta T = 0.24\text{ K}$

2.6. $\theta = 24^\circ\text{C}$.

2.7. $\theta = 22^\circ\text{C}$.

3. Latente Wärme

3.1. $m_W = 4\text{ kg}$

3.2. $\Delta Q = 3.4\text{ kJ}$

3.3. (b) $\Delta Q_v = 2.9\text{ kJ}$

3.4. $m_D = 19\text{ g}$

3.5. (a) Es bleiben 30 g Eis. Das (gut gerührte) Gemisch hat dann eine Temperatur von 0°C . (b) $\theta_{\text{misch}} = 9^\circ\text{C}$. (c) $m_{\text{Eis}} = 4.1\text{ g}$

4. Dampfdruck

4.1. (a) θ_v liegt zwischen 85 und 90°C . (b) $\theta_v = 88.27^\circ\text{C}$.

4.2. θ_v liegt zwischen 150 und 160°C (lineare Interpolation: 155°C)

4.3. (a) $F = 22\text{ N}$. (b) $F = 15\text{ N}$.

4.4. Diethylether verdunstet schneller als Aceton.

4.5. (a) $\Delta Q_v = 7.3\text{ MJ}$. (b) Würde der gesamte Wasserdampf aufgenommen, so stiege die relative Feuchte auf 350% , was unmöglich ist. Das Wasser kondensiert also zum grössten Teil wieder an den Wänden und die Luftfeuchte beträgt 100% .

5. Luftfeuchtigkeit / Taupunkt

5.1. $m = 0.12\text{ t}$.

5.2. Lugano: $\theta_{\text{TP}} \simeq 18^\circ\text{C}$; Genf: $\theta_{\text{TP}} \simeq 12.5^\circ\text{C}$.

5.3. Bei hoher relativer Feuchte kondensiert der Wasserdampf (H_2O -Gas) in der Luft und es bilden sich z.B. Nebel oder Tau. Im Alltag ist die absolute Feuchte hingegen weniger wichtig, da der Wasserdampf bei tiefer relativer Feuchte unbemerkt bleibt.

5.4. Zwischen 14 und 16 °C.

6. Wärmetransport

6.1. Offener See: Konvektion. Zugefrorener See: Wärmeleitung. Die Wärmeleitfähigkeit von Eis ist recht klein (FoTa 190).

6.2. Niedrige Konvektion (Vakuum), klein Wärmeleitfähigkeit (Glas), Wärmestrahlung wird zurückgeworfen.

6.3. 19 W; 29 min.

6.4. 0.48 °C; 0.35 W/(m² K)

6.5. 501.5 nm (Blau-Grün)

6.6. ca. 7 – 11 μm (mid-IR)

6.7. 1367 W/m²

6.8. 154 W

6.9. 121 °C (resp. 58.2 °C bei erdseitiger Abstrahlung)

7. Stoffmenge, molare Masse

7.1. $3 \cdot 10^{22}$

7.2. $3.27071 \cdot 10^{-25}$ kg

7.3. 55.5 mol

7.4. 255 pm ($\simeq 3 \text{ \AA}$; entspricht ca. Atomdurchmesser, siehe FoTa 230)

7.5. 3.3 nm ($\simeq 30 \text{ \AA}$; \gg Teilchengrösse)

8. Gasgesetz

8.1. 22.4 L

8.2. $1.5 \cdot 10^{27}$ ($\hat{=}$ $2.5 \cdot 10^3$ mol)

8.3. 1.15 kg/m³

8.4. (a) $n_1 = 2.5 \cdot 10^{-2}$ mol, $n_2 = 3.45 \cdot 10^{-2}$ mol.

(b) $n = 5.95 \cdot 10^{-2}$ mol, $V = 2200 \text{ cm}^3$, $p = 660 \text{ hPa}$.

8.5. 485 m/s (Dies mag hoch scheinen; allerdings kollidieren die Moleküle ständig und kommen darum nicht weit).

9. Thermodynamik

9.1. (a) $W = p\Delta V = 0$. $p_2/p_1 = T_2/T_1$ oder $\Delta p = (p_1/T_1)\Delta T$. (b) $W = p\Delta V = nR\Delta T$.

(c) $p_2 = (V_1/V_2)p_1 = 2p_1$; $W = 20 \text{ MJ}$

9.2. Die Temperatur fällt um ca. 1 K pro 100 m.

9.3. $V_2/V_1 = 32 \%$. $T_2 = 1.9 \cdot 10^2 \text{ °C}$.

9.4. $P_{\text{eff}} = 54 \text{ kW}$; $\eta = 46 \%$.

9.5. 15 (Wenn KS 4 °C und Raumtemp 22 °C)

9.6. 15

9.7. (a) 0.15 g. (c) $\eta_{\text{Carnot}} = 33.8\%$.