

# Aufgabenblatt:

## Ideales Gas

$$R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} ; g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$1. \quad h = 11.034 \text{ m} ; T_1 = 4^\circ\text{C} ; T_2 = 25^\circ\text{C}$$
$$\rho = 1.025 \text{ kg/m}^3 ; p_0 = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$$
$$V_1 = 1 \text{ cm}^3$$

$p_1$  = Druck am Meeresgrund

$$p_1 = p_0 + \rho g h = 101325 \text{ Pa} + \rho g h$$

$$= 111850.9535 \text{ Pa}$$

$$p_2 = \text{Druck an Wasseroberfläche} = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$$

$$T_1 = 4^\circ\text{C} = 277.15 \text{ K} ; T_2 = 298.15 \text{ K}$$

$$\left. \begin{array}{l} p_1 V_1 = n R T_1 \\ p_2 V_2 = n R T_2 \end{array} \right\} \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{\cancel{n} R T_2}{\cancel{n} R T_1}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{p_2 T_1} = 1.179.03 \text{ cm}^3$$
$$\cong \underline{\underline{1.18 \text{ Liter}}}$$

$$2. \quad V = 150 \text{ L} = 0.15 \text{ m}^3$$

$$p = 300 \text{ bar} = 30'000'000 \text{ Pa} = 3 \cdot 10^7 \text{ Pa}$$

$$T = 80^\circ \text{C} = 353.15 \text{ K}$$

$$pV = nRT \Rightarrow n = \frac{pV}{RT} = \frac{3 \cdot 10^7 \cdot 0.15}{R \cdot 353.15}$$

$$n = 1532.65 \text{ mol}$$

$$\text{O}_2: \frac{32 \text{ g}}{\text{mol}} \cdot 1532.65 \text{ mol} \approx \underline{\underline{49.045 \text{ kg}}}$$

$$pV = nRT$$

$$\Rightarrow V = \frac{nRT}{p}$$

$$n = 1532.65 \text{ mol}, T = 293.15 \text{ K}$$

$$p = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{V = 36.866 \text{ m}^3}}$$

3.

$$p_1 = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}, V_1 = 1 \text{ L} = 0.001 \text{ m}^3, T_1 = 298.15 \text{ K}$$

$$T_2 = 277.15 \text{ K}, p_2 = p_0 + \rho gh$$

$$= 101325 + 1025 \cdot g \cdot 11'034$$

$$= 111'050'953.5 \text{ Pa}$$

$$\left. \begin{array}{l} p_2 V_2 = nRT_2 \\ p_1 V_1 = nRT_1 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{nRT_2}{nRT_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{p_2 T_1} \approx \underline{\underline{0.848 \text{ mL}}}$$

$$4. V_1 = 1 \text{ m}^3, T_2 - T_1 = 20^\circ \text{C}$$

$$\frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{n R T_2}{n R T_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad | \quad p_1 = p_2$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

Es geht nicht; der Quotient  $\frac{T_2}{T_1}$  kann nicht berechnet werden aus  $T_2 - T_1 = 20 \text{ Kelvin}$ !

$$\left( \text{Bsp.: } \frac{293.15}{273.15} \neq \frac{120}{100} \right)$$

$$5. \text{ Gasgesetz: } pV = nRT$$

$n$  und  $V$  hängen über die Dichte zusammen:

$M$  = Molare Masse (Masse pro Mol)

$$\text{Masse } m = M \cdot n$$

$$\rho = \frac{m}{V}; \text{ ersetze Masse } m \text{ durch } m = M \cdot n$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{M \cdot n}{V} \Rightarrow n = \frac{\rho V}{M}$$

$$pV = nRT; \text{ ersetze } n \text{ durch } n = \frac{\rho V}{M}$$

$$\Rightarrow p \cancel{V} = \frac{\rho \cancel{V}}{M} RT$$

$$\Rightarrow p = \frac{\rho RT}{M} \Rightarrow M = \frac{\rho RT}{p}$$

$$\Rightarrow M = \frac{0.08072 \cdot R \cdot 298.15}{100'000 \text{ Pa}}$$

$$M \approx 2 \text{ Gramm pro Mol}$$

→ Wasserstoff ( $\text{H}_2$ )

6. Aus Aufgabe 5. weiss man:

$$\rho = \frac{p}{R \cdot T} \Rightarrow \rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$$

Wobei  $M$  die molare Masse ist

$$\rho_1 = \frac{p_1 \cdot M}{R \cdot T_1} \quad \text{mit } p_1 = 1 \text{ atm}, T_1 = 0^\circ\text{C} = 273.15 \text{ K}$$

und  $\rho_1 = 1.293$  resp.  $0.1785 \text{ kg/m}^3$

$$\rho_2 = \frac{p_2 \cdot M}{R \cdot T_2} \quad \text{mit } p_2 = 750 \text{ hPa} = 75'000 \text{ Pa}$$

und  $T_2 = -5^\circ\text{C} = 268.15 \text{ K}$

$$\Rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{\frac{p_1 \cdot M}{R \cdot T_1}}{\frac{p_2 \cdot M}{R \cdot T_2}} = \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_1 \cdot T_2}{p_2 \cdot T_1} \quad (\text{Molare Masse bleibt immer gleich!})$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{p_2 \cdot T_1}{p_1 \cdot T_2} \Rightarrow \rho_2 = \rho_1 \cdot \frac{p_2 \cdot T_1}{p_1 \cdot T_2}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{Luft in 2000m Höhe}} = 0.975 \text{ kg/m}^3$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{Helium}} = 0.135 \text{ kg/m}^3$$

Auftrieb =  $\rho_{\text{Luft}} \cdot g \cdot V$  ( $\rho_{\text{Luft}}$  verdichtete Luft,  $V$  = Volumen Ballon)

Abtrieb entsteht durch  $m = 600 \text{ kg}$  und die Masse des Heliums im Ballon:

## 6. Fortsetzung

Abtrieb = Auftrieb

$$\rho_{\text{Helium}, 2000\text{m}} \cdot V \cdot g + 600\text{kg} \cdot g = \rho_{\text{Luft}, 2000\text{m}} \cdot V \cdot g \quad | : g$$

$$600\text{kg} = V \cdot (\rho_{\text{Luft}, 2000\text{m}} - \rho_{\text{He}, 2000\text{m}})$$

$$V = \frac{600\text{kg}}{\rho_{\text{Luft}, 2000\text{m}} - \rho_{\text{He}, 2000\text{m}}}$$

$$V \approx 714.608\text{m}^3$$

7. Wasser  $\rightarrow$   $\text{H}_2\text{O}$ :  $M = 18\text{ Gramm/mol}$

1 Mol Wasser = 18 Gramm  $\hat{=}$  18 mL Volumen

1 Mol  $\text{H}_2\text{O}$  als Dampf bei  $100^\circ\text{C} = 373.15\text{K}$ :

$$pV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{p} = \frac{1 \cdot R \cdot 373.15}{101325}$$

$$V \approx 30.62\text{ Liter}$$

$$= 30'619.7\text{ mL}$$

$\frac{30'619.7}{18} \approx 1'701.1$  - mal grösseres Volumen  
von Dampf bez. Wasser.

Schlagartiges Verdampfen von Wasser wirkt wie Sprengstoff.

Passiert z. B., wenn flüssiges Magma auf Wasser trifft.

$\rightarrow$  Vulkameruption

8. Molare Massen:

$N_2$ : 28g/mol  $O_2$ : 32g/mol  $H_2O$ : 18g/mol  
Luft besteht o.a. aus  $N_2$  und  $O_2$ .  $H_2O$   
ist leichter, also hat die feuchte Luft  
die geringere Dichte (Dampf-Moleküle, also  
 $H_2O$ , schieben sich nicht etwa zwischen die  
bereits vorhandenen Moleküle, sondern ver-  
drängen diese). Deshalb fallen die Wolken  
nicht herunter.

9.  $p_1 = 1 \text{ bar}$ ,  $V_1 = 20 \text{ m}^3$ ,  $T_1 = 293.15 \text{ K}$   
 $p_2 = 0.19 \text{ bar}$ ,  $T_2 = 223.15 \text{ K}$

Rechne zuerst ohne Loch:

$$\frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{n R T_2}{n R T_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{p_2 T_1} = \frac{1 \cdot 20 \cdot 223.15}{0.19 \cdot 293.15}$$

$$V_2 \approx 80.128 \text{ m}^3$$

$$75\% \text{ davon sind } \approx 60.1 \text{ m}^3$$