

# Übungen zur Experimentalphysik I

Blatt 4

## Aufgabe 1 Wasser

Nehmen Sie Wasser im flüssigen Zustand (Dichte  $\rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ )

- Wie groß ist die molare Masse von Wasser in g/mol?
- Welches Volumen nimmt ein 1 mol Wasser ein?

Das Wasser (1 mol) geht nun in den gasförmigen Zustand über (behandeln Sie es wie ein ideales Gas).

- Welches Volumen nimmt das gasförmige Wasser bei  $\theta = 0^\circ \text{C}$  und einem Druck von  $p = 1000 \text{ hPa}$  ein?
- Um welchen Faktor unterscheiden sich die Dichten (flüssig - gasförmig)?
- Wie viele Wassermoleküle sind vorhanden?
- Schätzen Sie den mittleren Abstand der Moleküle im flüssigen und gasförmigen Zustand ab.

## Aufgabe 2 ideales Gas

Ein Behälter mit einem Volumen von  $V = 10 \text{ Liter}$  ist mit reinem Sauerstoff ( $^{16}\text{O}$ ) gefüllt. Bei einer Raumtemperatur ( $\theta = 20^\circ \text{C}$ ) herrscht ein Druck von  $p_0 = 0,5 \cdot 10^7 \text{ Pa}$ .

- Berechnen Sie den Druck  $p_1$ , wenn die Temperatur auf  $\theta = 100^\circ \text{C}$  erhöht wird.
- Berechnen Sie die Masse eines  $\text{O}_2$ -Moleküls.
- Wie viele Freiheitsgrade der Bewegung hat ein  $\text{O}_2$ -Molekül?
- Welche Energie muss dem Gas für die Temperaturerhöhung in Aufgabe a) zugeführt werden?
- Der Behälter wird geöffnet. Im Behälter stellt sich der Umgebungsdruck  $p_N = 1000 \text{ hPa}$  und  $\theta = 20^\circ \text{C}$  ein. Wie groß ist die nun im Behälter verbleibende Gasmasse?

### Aufgabe 3 Barometrische Höhenformel I

Ein Ballon schwebt, wenn sein Gesamtgewicht gleich dem Gesamtgewicht der verdrängten Luft (Auftriebskraft) ist. Anders ausgedrückt muss seine Gesamtmasse  $m_{ges}$  gleich der Masse  $m_L$  der verdrängten Luft sein. Die Gesamtmasse  $m_{ges}$  setzt sich zusammen aus der Masse  $m_F$  des Füllgases und der „Nettoballonmasse“  $m_B$ , die sich aus Ballonhülle, Korb, Passagieren, Geräten usw. ergibt.

Ein nach unten offener Heißluftballon vom Volumen  $V = 4300 \text{ m}^3$  habe die Nettoballonmasse  $m_B = 1450 \text{ kg}$ . Da der Ballon zur Atmosphäre hin offen ist, ergibt sich ein Druckausgleich zwischen der Gasfüllung (gegeben durch die erwärmte Luft) und der Atmosphäre. Der Luftdruck am Boden beträgt  $p_0 = 980 \text{ hPa}$ . Die Lufttemperatur soll unabhängig von der Höhe  $T_0 = 273 \text{ K}$  betragen. Für die mittlere molare Masse  $M_L$  der Luft nehmen wir den Wert  $M_L = 29 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$  an. Bei der Berechnung kann die Gültigkeit der idealen Gasgleichung vorausgesetzt werden.

- a) Welche Temperatur  $T_1$  muss die Luft im Ballon überschreiten, damit er vom Boden abheben kann?
- b) Welche mittlere Temperatur  $T_2$  muss die Luft haben, damit er in die Höhe  $h_2 = 3000 \text{ m}$  schwebt?
- c) Gibt es für die Steighöhe des Ballons eine ober Grenze?

Für Aufgabe b) muss die barometrische Höhenformel angewandt werden  $p(h) = p_0 e^{-\frac{M g h}{R T_0}}$