

## 11. Übungsblatt: Kinetische Gastheorie

### 41. Geschwindigkeitsverteilung

Ein Behälter ist bei einer Temperatur von 245°C mit Argon ( $M = 39.948 \text{ g mol}^{-1}$ ) gefüllt.

- Welche häufigste Geschwindigkeit  $v_{max}$  haben die Atome?
- Bei welcher Temperaturerhöhung hat sich diese häufigste Geschwindigkeit verdreifacht?
- Welcher Anteil der Atome (in %) hat eine Geschwindigkeit in einem schmalen Bereich zwischen  $v_1$  und  $v_2$  (wobei die beiden Geschwindigkeiten symmetrisch um die am häufigsten auftretende Geschwindigkeit  $v_{max}$ , berechnet in (a)) gewählt sind sodass gilt:

$$|v_1 - v_{max}| = |v_2 - v_{max}| = \frac{v_{max}}{100}$$

Wichtiger Hinweis für (c) (bevor Sie zu rechnen beginnen): Fertigen Sie eine Zeichnung von  $f(v)$  an, zeichnen Sie  $v_1$  und  $v_2$  ein und überlegen Sie welche geometrische Vereinfachung zur Bestimmung der Fläche unter der Kurve möglich ist!

### 42. Weglänge

Ein Gas (Atomdurchmesser: 325 pm) steht bei einer Temperatur von 145°C in einem kugelförmigen Behälter ( $V = 1250 \text{ L}$ ) unter einem Druck von  $8.75 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ .

- Bestimmen Sie die mittlere freie Weglänge  $\lambda$ .
- Wie groß müsste (bei derselben Temperatur) der Druck sein damit die Atome im Mittel nicht mehr miteinander, sondern mit den Behälterwänden kollidieren?

Anm.: Boltzmann-Konstante  $k = 1.38065 \times 10^{-23} \text{ J/K}$

### 43. Energieniveaus

2.50 mol eines idealen Gases teilt sich bei 23°C auf drei Energieniveaus (Differenz zwischen den Niveaus ist exakt  $10^{-22} \text{ J}$ ) auf. Die Besetzung  $N_i$  im Zustand  $i$  entspricht der Boltzmann Verteilung

$$N_i = \frac{N e^{-\frac{\epsilon_i}{kT}}}{\sum_{j=0}^2 e^{-\frac{\epsilon_j}{kT}}}$$

- Wie viele Teilchen befinden sich in den einzelnen Zuständen?
- Bei welcher Temperatur (mit einer Genauigkeit von 0.1 K anzugeben) wäre das Verhältnis der Teilchen im Grundzustand und im ersten angeregten Zustand genau 4:3?

Anm.: Avogadro-Konstante  $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

### 44. Behälter (optional – zum Üben)

Ein zylindrischer Behälter (mit einem Durchmesser von 13.5 cm) sei bei einer Temperatur von 38°C und einem Druck von  $9.25 \times 10^{-3} \text{ Pa}$  mit Gas (Atomdurchmesser von 285 pm) gefüllt.

- Bestimmen Sie die mittlere freie Weglänge  $\lambda$  und berechnen Sie um wie viel sie größer ist als der Atomdurchmesser.
- Welcher Weglänge zwischen zwei Stößen würde dies in einem Vergleich entsprechen, wenn die Atome Billardkugeln mit einem Durchmesser von 3.00 cm wären?