

1. Man leite aus der **Maxwellschen Geschwindigkeitsverteilung** die Formel für die **mittlere Geschwindigkeit** \bar{v} ab.
2. Ein **1 L Glaskolben** enthalte **$10 \cdot 10^{23}$ H₂-Moleküle**. Wenn der **Druck** des Gases **100 kPa** beträgt, wie hoch ist dann die **Temperatur** des Gases und die **quadratisch gemittelte Geschwindigkeit** $\overline{v^2}$ der Moleküle? Findet man für O₂-Moleküle eine andere Temperatur? (*Lösung:* $\sqrt{\overline{v^2}} = 946,5 \text{ m s}^{-1}$, $T = 72,41 \text{ K}$)
3. Man schätze ab, wie hoch der Anteil an Molekülen mit Geschwindigkeiten zwischen $v_1 = 250 \text{ m s}^{-1}$ und $v_2 = 260 \text{ m s}^{-1}$ in einem Stickstoffgas bei $\vartheta = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ist. (*Lösung:* 1,5%)
4. **Der Gleichverteilungssatz:** Ein H₂-Gas (**1 mol H = 1,0079 g, Bindungsabstand im H₂-Molekül $d = 74 \text{ pm}$**) befinde sich bei einem Druck $p = 1 \text{ mbar}$ und einer Temperatur $\vartheta = 15 \text{ }^\circ\text{C}$.

- a) Man schätze die **mittlere Geschwindigkeit** der H₂-Moleküle mit Hilfe des **Gleichverteilungssatzes** ab. (*Lösung:* 1887 m s^{-1})
- b) Man berechne die Rotationsfrequenz der Moleküle mit Hilfe des **Gleichverteilungssatzes**. Mit welcher **Geschwindigkeit** rotieren die Atome um den **Schwerpunkt des Moleküls**? (*Lösung:* $6,63 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$, 1541 m s^{-1})
- c) Wieviele **Umdrehungen** macht ein Molekül in der **Zeit zwischen zwei Stößen**? (d kann als **effektiver Durchmesser des Moleküls** gesehen werden, das Gas befindet sich im **thermischen Gleichgewicht!**) (*Lösung:* $5,74 \cdot 10^6$)

Hinweis: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $k_B = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$. Betrachten Sie das Molekül als zwei Punktmassen, die durch einen starren, masselosen Stab der Länge d verbunden sind. Beachten Sie die Anzahl der Freiheitsgrade bei der Anwendung des Äquipartitionstheorems.

5. Man bestimme den **Durchmesser** eines **Neonatoms**, von dem bekannt ist, dass es bei der **Temperatur $\vartheta = 327 \text{ }^\circ\text{C}$** und dem **Druck $p = 133,3 \text{ Pa}$** durchschnittlich **$2,2 \cdot 10^6$** Zusammenstöße in der Zeiteinheit ausführt. (*Lösung:* $d = 1,89 \text{ \AA}$)
6. Ein kugelförmiges Gefäß mit dem Volumen $V = 4,2 \text{ L}$ enthält **Stickstoff ($d = 0,23 \text{ nm}$)** bei Raumtemperatur ($T = 295 \text{ K}$).

Auf welchen Druck muß das Gas entspannt werden, damit die mittlere freie Weglänge seiner Moleküle den Gefäßabmessungen (Durchmesser) gleichkommt? (*Lösung:* $\bar{p} = 0,0866 \text{ Pa}$)