

- 1.** Die Anzahl von **Atomen oder Molekülen** in makroskopischen Volumina und Massen.
- Wie viele Atome, beziehungsweise Moleküle enthalten
- 10 g $^{12}_6\text{C}$, (*Lösung*: $N = 5,02 \cdot 10^{23}$ Atome)
 - 1 dm³ Helium bei einem Druck von 10⁵ Pa und einer Temperatur von 0 °C, (*Lösung*: $N = 2,65 \cdot 10^{22}$ Atome)
 - 1 kg Stickstoff (N₂), (*Lösung*: $N = 2,15 \cdot 10^{25}$ Moleküle)
 - Eine Stahlflasche mit 20 dm³ O₂-Gas bei 200 bar Druck und 22 °C (dies entspricht dem Druck in einer typischen Gasflasche)? (*Lösung*: $N = 9,82 \cdot 10^{25}$ Moleküle)
- 2.** Kenngrößen idealer Gase: Wir betrachten 1 m³ Luft bei **Normalbedingungen** ($T = 273,15 \text{ K}$, $p = 10^5 \text{ Pa}$).
- Wie viele Moleküle enthält 1 m³ Luft? (*Lösung*: $N = 2,65 \cdot 10^{25}$ Moleküle)
 - Wie groß ist der **mittlere Abstand der Moleküle**? (*Lösung*: $d = 3,35 \text{ nm}$)
 - Wie groß ist der **Raumausfüllungsfaktor η** , wenn man annimmt, dass alle Moleküle durch harte Kugeln mit dem Radius $r = 0,1 \text{ nm}$ beschrieben werden können? (*Lösung*: $\eta = 1,11 \cdot 10^{-4}$)
 - Wie groß ist die **mittlere freie Weglänge Λ** ? (*Lösung*: $\Lambda = 212 \text{ nm}$)
 - Welche Werte nehmen die obigen Größen für einen Druck von **300 bar** an (T bleibt gleich)? (*Lösung*: $N = 7,96 \cdot 10^{27}$ Moleküle; $d = 0,501 \text{ nm}$; $\eta = 0,033$; $\Lambda = 0,7 \text{ nm}$)
 - Welche Werte nehmen die obigen Größen für eine **Temperatur von 400 °C** an (p bleibt gleich)? (*Lösung*: $N = 1,08 \cdot 10^{25}$ Moleküle; $d = 4,5 \text{ nm}$; $\eta = 4,52 \cdot 10^{-5}$; $\Lambda = 520 \text{ nm}$)
- 3.** Man berechne die Dichte von Luft bei **Normalbedingungen** ($T = 273,15 \text{ K}$, $p = 10^5 \text{ Pa}$) mittels zweier Ansätze:
- Mit Hilfe der Molekulargewichte der einzelnen Moleküle. Man ermittle diese aus der Literatur. (*Lösung*: $\rho = 1,28 \text{ kgm}^{-3}$)
 - Mit Hilfe der **gerundeten Massezahlen** der Elemente und der atomaren Masseneinheit u . (*Lösung*: $\rho = 1,27 \text{ kgm}^{-3}$)
- 4.** Man berechne
- die **mittlere kinetische Energie** (*Lösung*: $\bar{E} = 1,02 \cdot 10^{-20} \text{ J} = 0,064 \text{ eV}$)
 - die **mittlere Geschwindigkeit** (*Lösung*: $\bar{v} = 2383 \text{ kmh}^{-1}$)
- von **Stickstoffmolekülen** bei einer Temperatur von 22 °C mit Hilfe des Gleichverteilungssatzes.
- 5.** Man berechne den **minimalen Radius**, den ein **Planet** mit einer durchschnittlichen Dichte von **5500 kgm⁻³** und einer Atmosphärentemperatur von **400 °C** haben muss, um eine Atmosphäre aus **reinem Sauerstoff** zu halten. (*Lösung*: $r = 413,2 \text{ km}$)
- Hinweis: Fluchtgeschwindigkeit!*
- 6.** Ermittlung der **Boltzmann-Konstante** und der **Avogadro-Zahl** aus der Dichteverteilung von Kolloidteilchen in Wasser (**Versuch von Perrin**): In einer Suspension von Kolloidteilchen in Wasser werden in der Höhe h_1 im Durchschnitt $n_1 = 52$ Teilchen detektiert, in der Höhe $h_2 = h_1 + 80 \mu\text{m}$ im Durchschnitt $n_2 = 11$ Teilchen. Die Massendichte der Teilchen betrage $\rho_T = 1,194 \text{ kgdm}^{-3}$ und ihr Radius $r = 0,212 \mu\text{m}$.
- Man berechne aus diesen Daten
- die Masse m der Teilchen, sowie deren scheinbare Masse m^* unter Berücksichtigung des Auftriebes in Wasser, (*Lösung*: $m = 4,77 \cdot 10^{-17} \text{ kg}$; $m^* = 7,74 \cdot 10^{-18} \text{ kg}$)
 - die **Boltzmann-** und die **Avogadro-Konstante**, (*Lösung*: $k_B = 1,325 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$; $N_A = 6,28 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)
 - die **Molmasse** der Teilchen. (*Lösung*: $M = 2,99 \cdot 10^7 \text{ kgmol}^{-1}$)
 - Wie viele Teilchen müsste die Experimentatorin in h_2 beobachten, um den **exakten Wert** $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$ zu erhalten? (*Lösung*: 11,7, also etwa 12)
- Hinweis: Die Dichte von Wasser kann aus der Literatur ermittelt werden. Die Temperatur im Labor betrage 22 °C.*

