

Struktur der Materie

Übungsaufgaben WS 2021/22

- 1.1 Berechnen Sie die allgemeine Gaskonstante aus den experimentell ermittelten spezifischen Wärmen von Helium bei konstant gehaltenem Druck $c_p = 5,238 \text{ kJ} / (\text{kg} \cdot \text{K})$ bzw. bei konstant gehaltenem Volumen $c_v = 3,161 \text{ kJ} / (\text{kg} \cdot \text{K})$.
- 1.2 Die Schallgeschwindigkeit in Argon beträgt bei einer Temperatur von 20°C $318,5 \text{ m/s}$. Berechnen Sie die allgemeine Gaskonstante.
- 1.3 Zeigen Sie, dass die mittlere (kontinuierliche) Energie bei Boltzmannverteilung gerade kT ist. Wie groß (in meV) ist sie bei 20°C ?
Welcher Wert ergibt sich, wenn nur diskrete Energien im Abstand von 10 meV erlaubt sind? Mit welchen Wahrscheinlichkeiten sind die ersten 4 Energieniveaus jeweils besetzt? Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass höhere Niveaus besetzt sind?
- 1.4 Schreiben Sie die Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung in Abhängigkeit der kinetischen Energie.
- 1.5 Berechnen Sie die wahrscheinlichste Geschwindigkeit bei der Maxwellverteilung.
- 1.6 Wie groß sind die mittlere, wahrscheinlichste und mittlere quadratische Geschwindigkeit von Heliumatomen bei 20°C ?
Wie groß ist die mittlere kinetische Energie eines Atoms?
- 1.7 Wie groß ist der Anteil von Heliumatomen, die eine größere als die 5-fache der wahrscheinlichsten Geschwindigkeit besitzen? Benutzen Sie die Näherung $\int_y^\infty x^2 \cdot e^{-x^2} dx \approx \frac{1}{2} y \cdot e^{-y^2}$, die für $y=5$ einen Fehler von weniger als 2% hat.
- 1.8 Wie groß ist das Verhältnis der Wahrscheinlichkeiten ein Sauerstoffmolekül zwischen dem Gipfel des Mount Everest (8844 m) und 1 m Höhe über dem Gipfel bzw. zwischen dem Erdboden und 1 m Höhe anzutreffen?
Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit es überhaupt in einer größeren Höhe als 8844 m zu finden?
Die Temperatur von 20°C und die Erdbeschleunigung sollen konstant sein.
- 1.9 Mikroskopisch kleine Teilchen mit einer Dichte von 1194 kg/m^3 und einem Radius von $0,212 \mu\text{m}$ befinden sich in Wasser der Temperatur 20°C . Berechnen Sie die wirksame Masse der Teilchen unter Berücksichtigung des Auftriebs.
Im Gleichgewichtszustand werden in einer bestimmten Höhe 490 Teilchen gemessen. $60 \mu\text{m}$ darüber nur noch 140. Berechnen Sie die Boltzmannkonstante und die Diffusionskonstante.
- 1.10 Das Kovolumen von He wurde zu $0,0237 \text{ dm}^3/\text{mol}$ bestimmt. Welcher Atomradius folgt daraus?
- 1.11 Ein Tropfen aus einer Mischung aus Ölsäure ($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$) und Leichtbenzin im Volumenverhältnis 1:2000 wird auf eine Wasseroberfläche gegeben. Nach dem Verdunsten des Leichtbenzins entsteht eine monomolekulare Ölschicht mit einem Durchmesser von 13 cm . 30 Tropfen des Ölsäure-Benzin-Gemischs haben ein Volumen von 1 cm^3 . Schätzen Sie den Molekülradius der als kugelförmig angenommenen Ölsäuremoleküle ab.
- 1.12 Berechnen Sie die mittlere freie Weglänge von Heliumatomen bei einem Druck von 1 mbar und einer Temperatur von 20°C .
Wie groß sind die Diffusionskonstante und die Wärmeleitfähigkeit?
- 1.13 Berechnen Sie die Gitterkonstante des kubisch-raumzentrierten-Eisenkristalls.
Welchen Radius haben die Eisenatome?

(Dichte von Eisen $\rho_{\text{Fe}} = 7874 \text{ kg} / \text{m}^3$, molare Masse von Eisen $M_{\text{Fe}} = 55,845 \text{ g} / \text{mol}$)

Struktur der Materie

Übungsaufgaben WS 2021/22

- 1.14 Ein geladener Öltropfen kann mit einer Spannung von 193 V im Feld eines Kondensators mit einem Plattenabstand von 2,5 mm zum Stillstand gebracht werden. Nach dem Abschalten der Spannung sinkt der Tropfen mit einer Geschwindigkeit von 88 $\mu\text{m/s}$ zu Boden. Berechnen Sie den Radius und die Ladung des Tropfens.

$$(\eta_{\text{Luft}} = 1,82 \cdot 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{s}, \rho_{\text{Luft}} = 1,293 \text{ kg/m}^3, \rho_{\text{Öl}} = 1030 \text{ kg/m}^3)$$

- 1.15 Wie groß ist die Aufspaltung einer Spektrallinie der Wellenlänge 600 nm, wenn sich das strahlende Atom in einem Magnetfeld von 1 T befindet?
- 1.16 Ein Elektronenstrahl wird parallel durch einen Plattenkondensator mit 2 cm langen Platten geschossen. Wie groß ist die Ablenkung des Strahls auf einem Schirm in 20 cm Entfernung vom Ende des Kondensators wenn die elektrische Feldstärke 10000 V/m beträgt. Zur Ermittlung der Geschwindigkeit der Elektronen kann die Ablenkung durch ein Magnetfeld der Stärke 700 μT unterdrückt werden. Mit welcher Spannung wurden die Elektronen beschleunigt?
- 1.17 Stickstoff- und Sauerstoffionen werden in einem elektrischen Feld beschleunigt und durch ein Magnetfeld abgelenkt. Wie groß ist das Verhältnis der Krümmungsradien?
- 1.18 Ein Heliumion der Energie 5 MeV wird am Kern eines Goldatoms um einen Winkel von 90° gestreut. Wie groß war der Stoßparameter (in nm)?
Bis zu welchem minimalen Abstand (in nm) gelangt das Heliumion bei Rückwärtsstreuung?