



Übungsblatt 2

Aufgabe 1: Molekulare, viskose und Knudsen-Strömung

- Stickstoff mit einer Temperatur von 20°C strömt durch ein Rohr mit kreisrundem Querschnitt und 1 mm Durchmesser. Welches Strömungsregime liegt vor, wenn das Gas einen Druck von 1 Pa hat? Ändert sich das Regime, wenn der Rohrdurchmesser auf 10 cm erhöht wird? Berechnen Sie zur Lösung dieser Aufgabe die freie Weglänge der Moleküle. Der Stoßquerschnitt von Stickstoff beträgt $\sigma = 0.43 \text{ nm}^2$.
- Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit für den Durchtritt eines Moleküls durch ein Rohr von 1 cm Durchmesser und der Länge von 1 m? Der Druck betrage $1 \cdot 10^{-8} \text{ Pa}$. Wie groß ist der Leitwert C dieses Rohres für Luft bei 20°C ?
- Zwei Vakuumrezipienten mit einem Druck $1 \cdot 10^{-8} \text{ Pa}$ von werden durch ein knieförmiges Rohr mit kreisrundem Querschnitt und einem Durchmesser von 10 cm verbunden. Die beiden Schenkel sind jeweils 25 cm lang. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein in das Rohr eintretendes Molekül dieses am anderen Ende wieder verlässt?

Aufgabe 2: Bestimmung von Dampfdrücken nach der Knudsen-Methode

Wie würden Sie den Dampfdruck eines Metalls bestimmen? Eine besonders elegante Methode für die Messung extrem kleiner Dampfdrücke wurde von dem dänischen Physiker Martin Hans Christian Knudsen (1871-1949) vorgeschlagen. Dabei wird die zu untersuchende Substanz in eine bis auf eine kleine Öffnung allseitig geschlossene Zelle (Knudsenzelle) eingeschlossen. Die Substanz kann nun als Dampf aus der Öffnung austreten. Durch Wägen bestimmt man den Gewichtsverlust. Für Ag bei 1204 K beträgt dieser Verlust nach 90.0 Minuten 11.85 mg, wenn eine Zelle mit kreisrunder Öffnung (Durchmesser 4.00 mm) verwendet wird. Berechnen Sie aus diesen Angaben den Dampfdruck von Ag bei dieser Temperatur und benutzen Sie dazu die bekannte Gleichung für die Flächenstoßrate.

Aufgabe 3: Elektronische Bandstruktur

Betrachten Sie eine lineare Kette aus äquidistanten Aluminiumatomen mit dem Abstand a , die sich in Richtung der x -Achse erstreckt. Zeichnen Sie ein Bandstrukturdiagramm (E vs. k) dieses Systems und tragen Sie darin die Bänder ein, die aus den $3p_x$ -, $3p_z$ - und $3s$ -Orbitalen hervorgegangen sind! Zeichnen Sie jeweils einen Ausschnitt (ca. 6 Atome) der "Molekülorbitale" für $k = 0$, $k = \pi/(2a)$ und $k = \pi/a$. Geben Sie außerdem ein Zustandsdichtediagramm (E vs. DOS) für die von Ihnen skizzierte Bandstruktur an und schätzen Sie die Lage der höchsten besetzten Energiezustände (Fermi-Energie) ab.