

Aufgabe 8 (mündlich): Mittlere freie Weglänge

(4 Punkte)

Bei einem Experiment, das im Vakuum durchgeführt werden soll, befindet sich Restgas mit einer Temperatur von 295 K und einem Druck von 10^{-6} Torr.

- Berechnen Sie die Anzahl der Gasmoleküle pro Kubikzentimeter bei diesem Druck.
- Welche mittlere freie Weglänge haben die Gasmoleküle, wenn der Moleküldurchmesser $2 \cdot 10^{-8}$ cm beträgt?

Aufgabe 9 (mündlich): Schallgeschwindigkeiten

(6 Punkte)

Die Schallgeschwindigkeit c_x in einem Gas ist gegeben durch $c_x = \sqrt{\left(\frac{\partial p}{\partial \rho}\right)_x}$. Dabei bezeichnet x die Größe, die bei dem Prozess der Schallausbreitung konstant gehalten wird, p ist der Druck und ρ die (Massen-)Dichte des Gases.

- Berechnen Sie für ein ideales Gas die Schallgeschwindigkeit c_T unter der Annahme von isothermen Druckänderungen und c_{ad} unter der Annahme von adiabatischen Druckänderungen. (Bemerkung: Die Annahme einer adiabatischen Zustandsänderung entspricht in guter Näherung der Realität bei Schallwellen).

- Wie groß sind c_T und c_{ad} für Luft bei $p_0 = 1,013 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ und $T_0 = 0^\circ \text{C}$? Verwenden Sie zur Berechnung ein durchschnittliches Molekulargewicht von 28,9 und einen Adiabatenexponenten von $\gamma = \frac{7}{5}$, da es sich im Fall von Luft im Wesentlichen um zweiatomige Moleküle handelt.

- Zeigen Sie, dass die innere Energie pro Masseneinheit $u = \frac{U}{Nm}$ eines idealen Gases geschrieben werden kann als

$$u = \frac{c_{ad}^2}{\gamma(\gamma-1)}.$$

Dabei ist m die (durchschnittliche) Masse eines Moleküls und N die Anzahl der Teilchen.

Aufgabe 10 (schriftlich): Abschätzung Moleküldurchmesser

(3 Punkte)

Die Van-der-Waals-Zustandsgleichung für reale Gase ist gegeben durch

$$\left(p + \left(\frac{n}{V}\right)^2 a\right)(V - nb) = nRT$$

Ausgehend von der Zustandsgleichung des idealen Gases wird also das Volumen V_{ideal} ersetzt durch $(V - nb)$, wobei n die Anzahl der Mole ist. Für Sauerstoff ist b ungefähr $3,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}$. Schätzen Sie hieraus den Durchmesser eines Sauerstoffmoleküls ab.

Aufgabe 11 (schriftlich): Expansion eines idealen Gases

(10 Punkte)

Ein Behälter, der gegen Wärmeverluste isoliert ist, enthält in der Mitte eine verschiebbare thermisch isolierende Wand. Links und rechts von dieser Wand befinden sich jeweils ein Mol (d.h. $N = 1 \text{ mol} \cdot N_A$) eines idealen Gases bei $T_0 = 0^\circ \text{C}$ und $p_0 = 1,013 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$. Das Gas in der linken Kammer wird mit Hilfe eines Heizwiderstandes solange erwärmt, bis der Druck des Gases in der rechten Kammer den doppelten Wert des Ausgangsdruckes angenommen hat.

- a) Wie groß ist das Ausgangsvolumen V_0 ?
- b) Berechnen Sie die Endtemperatur, das Endvolumen und die aufgenommenen Wärmen und geleisteten Arbeiten in
 - (1) der rechten Kammer
 - (2) der linken Kammer.

