

Übungsblatt 10

Ausgabe: Dienstag, 10.01.2023

Abgabe: Dienstag, 17.01.2023, vor 10:00 Uhr

Besprechung: Donnerstag, 19.01.2023 (Übungen)

Aufgabe 1

4 Punkte

- a) Die mittlere quadratische Geschwindigkeit $\overline{v^2}$ der Teilchen eines idealen Gases lässt sich sowohl mit Hilfe des Gleichverteilungssatzes als auch mittels der Maxwell'schen Geschwindigkeitsverteilung $f(v)$ bestimmen. Zeigen Sie, dass beide Wege zu demselben Ergebnis führen. **2,5 Punkte**
- b) Berechnen Sie die am häufigsten vorkommende (wahrscheinlichste) Geschwindigkeit \hat{v} eines Teilchens mittels des Maximums von $f(v)$. **1,5 Punkte**

Die auftretenden Integrale können Sie durch Nachschlagen in einer Formelsammlung lösen.

Aufgabe 2

4 Punkte

In vier gleichartigen Gefäßen (gleiches Volumen V) befinden sich unterschiedliche ideale Gase mit den Molzahlen $n_1 = 1$, $n_2 = 2$, $n_3 = 3$ und $n_4 = 4$. Nun werden die vier Gefäße durch das Öffnen von Ventilen miteinander verbunden, so dass sich die Gase ideal mischen können.

- a) Wie groß ist der Anstieg der Entropie? Lösen Sie die Aufgabe durch Betrachtung der Teilchenzahlen mit der Formel $S = -k_B \sum_k N_k \ln \left(\frac{N_k}{N} \right)$ (N_k : Anzahl von Teilchen einer Gassorte im Zustand k , N : Gesamtzahl von Teilchen einer Gassorte).

Geben Sie das Ergebnis in J/K an. **1 Punkt**

- b) Berechnen Sie den Anstieg der Entropie, wenn es sich um vier gleiche Gase handelt. Erklären Sie, warum der Wert anders ist als in Aufgabe 2a. **3 Punkte**

Aufgabe 3

3 Punkte

Rechnen Sie die Aufgaben 2a und b noch einmal. Betrachten Sie dieses Mal nicht die Teilchenzahlen, sondern die Volumenänderungen. Benutzen Sie dazu die Formel $\Delta S = k_B N \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$ (N : Anzahl der von einer Volumenänderung betroffenen Teilchen, V_1 und V_2 : Volumina vor und nach der Änderung).

Zeigen Sie, dass Sie dieselben Ergebnisse erhalten wie in Aufgabe 2.

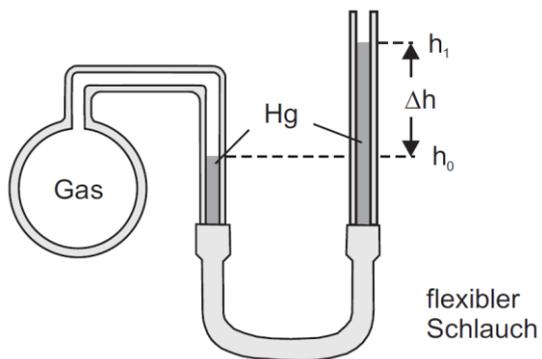
- a) 1,5 Punkte
- b) 1,5 Punkte

Aufgabe 4

4 Punkte

Bei einem idealen Gas gilt für Druck P , Volumen V und Temperatur T der einfache Zusammenhang $PV = nRT$ mit Molzahl n und allgemeiner Gaskonstante $R = 8.31 \text{ J}/(\text{molK})$. Diese Zustandsgleichung lässt sich zum Bau eines Gasthermometers ausnutzen.

Ein annähernd ideales Gas wird in ein Gefäß gegeben ($T_0 = 20^\circ\text{C}$, $V_0 = 100 \text{ cm}^3$) und durch Quecksilber (Hg) in einem U-förmigen Glasrohr (Innendurchmesser 5 mm) eingeschlossen. Das U-Rohr ist aufgrund der Schlauchverbindung in seiner Höhe variabel verstellbar, der Außendruck sei $P_0 = 1013 \text{ hPa}$. Die Temperaturänderung ΔT soll entweder



- a) durch die Volumenänderung (mittels h_0) bei konstantem Gasdruck P_0 oder
- b) durch die Druckänderung (mittels Δh) bei konstantem Volumen V_0 gemessen werden.

Wie können diese Fälle für die gezeigte Anordnung jeweils experimentell realisiert werden? Leiten Sie h_0 bzw. Δh als Funktion der Temperatur her und berechnen Sie deren Zahlenwerte für $\Delta T = 1 \text{ K}$.