

Übungsblatt 9

Ausgabe: 17.12.2024

Abgabe: 07.01.2025, vor 10:00 Uhr (Ilias)

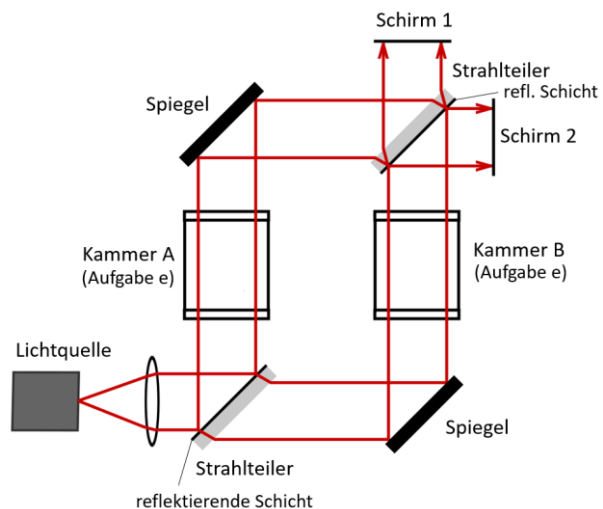
Besprechung: 09.01.2025 (Tutorien)

Aufgabe 1

4 Punkte

Zwei Glasplättchen (Brechungsindex n_G) werden als 50:50-Strahlteiler in einem Mach-Zehnder-Interferometer verwendet (siehe Skizze nebenan). Hierzu wird auf der einen Seite der Plättchen eine dünne reflektierende Schicht mit Brechungsindex n_D ($1 < n_D < n_G$) aufgedampft. Das Interferometer befindet sich im Vakuum.

- a) Im skizzierten Aufbau (ohne Kammern A und B) ist die Intensität der überlagerten Strahlen am Schirm 1 null, am Schirm 2 maximal. Erklären Sie, warum dies so ist.



2,5 Punkte

- b) In jeden der beiden Strahlengänge wird eine durchsichtige, mit CO_2 gefüllte Kammer (A und B) eingebracht, die in Strahlrichtung die Länge $L = 10 \text{ cm}$ hat. Eine der Kammern wird komplett ausgepumpt. Während des Pumpens ist zu beobachten, dass auf den Schirmen die Intensität zwischen dem Maximalwert und Null wechselt, wobei der Maximalwert 100 Mal erscheint. Der Brechungsindex von CO_2 ist $n_{\text{CO}_2} = 1,0005$. Berechnen Sie die Wellenlänge des verwendeten Lichts. **1,5 Punkte**

Aufgabe 2

3 Punkte

- a) Wie lautet das Fermatsche Prinzip? **½ Punkt**
b) In der Vorlesung wurde aus dem Fermatschen Prinzip das Brechungsgesetz von Snellius hergeleitet. Leiten Sie analog das Reflexionsgesetz her. **2,5 Punkte**

Aufgabe 3**4 Punkte**

Die innere Energie $U(T,V)$ eines realen Gases ist im Gegensatz zu der eines idealen Gases nicht nur von der Temperatur T abhängig, sondern auch vom Volumen V .

- a) Benutzen Sie $U(T,V)$ aus der Vorlesung und die Van-der-Waalssche Zustandsgleichung, um die Entropie $S(T,V)$ eines realen Gases aus $dU = TdS - pdV$ abzuleiten. **1,5 Punkte**
- b) Ein reales Gas wird irreversibel expandiert, indem unter thermischer Isolation sein ursprüngliches Volumen V_1 durch Entfernen einer Scheidewand auf das Volumen $V_2 = V_1 + \Delta V$ vergrößert wird. Dabei bleibt seine innere Energie erhalten. Zeigen Sie, dass die Expansion zu einer Temperatursenkung $\Delta T < 0$ führt. **2 Punkte**
- c) Berechnen Sie ΔT für die Expansion in b) für ein Mol N_2 ($a = 0.14 \text{ Pa m}^6/\text{mol}^2$) und $\Delta V/V_1 = 1$ und $V_1 = 24 \text{ dm}^3$ bei einer Anfangstemperatur $T_1 = 293 \text{ K}$. **½ Punkt**

Aufgabe 4**5 Punkte**

- a) Benennen Sie die beiden Parameter a und b in der Van-der-Waalssche Zustandsgleichung und erklären Sie ihre physikalische Bedeutung. **1 Punkt**
- b) Skizzieren Sie das p - T -Phasendiagramm eines realen Gases. **1 Punkt**
- c) Der kritische Punkt des Gases ist definiert durch $\left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_{T=T_C} = 0$ (i) und $\left(\frac{\partial^2 p}{\partial V^2}\right)_{T=T_C} = 0$ (ii). Lösen Sie die Van-der-Waals-Gleichung nach p auf und leiten Sie unter Verwendung von (i) und (ii) das Volumen, die Temperatur und den Druck am kritischen Punkt her. **1,5 Punkte**
- d) Welche physikalische Bedeutung hat der kritische Punkt? **½ Punkt**
- e) Wie verhält sich T_C mit zunehmendem a , wie mit zunehmendem b ? Erklären Sie dies anschaulich aus der physikalischen Bedeutung von a und b . **1 Punkt**