

ÜBUNGSAUFGABEN (X)

(Besprechung am Donnerstag, dem 14.1.2010)

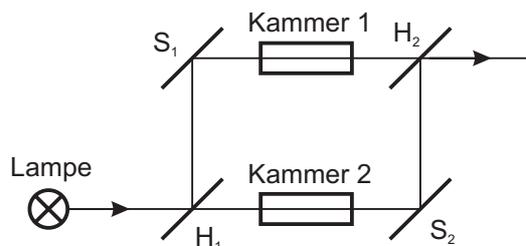
Aufgabe 1: (4 Punkte)

Licht eines He-Ne-Laser ($\lambda_0 = 632.8 \text{ nm}$) fällt senkrecht auf einen dünnen doppelbrechenden Kaliumphosphat-Kristall, dessen optische Achse \vec{c} in der Plättchenebene liegt. Das einfallende Licht ist linear polarisiert, der Winkel zur \vec{c} -Achse beträgt 45° . Die Brechungsindizes sind $n_\perp = 1.5095$ und $n_\parallel = 1.4684$. Welche Bedingung muss die Dicke des Plättchens erfüllen, damit das austretende Licht zirkular polarisiert ist? Um bei gegebener Dicke auch von λ_0 abweichende Wellenlängen nahezu vollständig zirkular polarisieren zu können, werden bevorzugt Plättchen minimaler Dicke („nullter Ordnung“) verwendet. Erläutern Sie das.

Aufgabe 2: (6 Punkte)

Mit dem Mach-Zehnder-Interferometer (siehe Skizze; S_1 , S_2 , H_1 und H_2 bezeichnen Spiegel bzw. halbdurchlässige Spiegel) kann die Brechzahl von Gasen sehr genau bestimmt werden.

- Die Kammern der Länge $l = 23 \text{ cm}$ sind mit Luft gefüllt ($p = 1 \text{ bar}$). Die Brechzahl von Luft hängt vom Druck ab, und zwar ist $dn/dp = 2.8 \cdot 10^{-4} \text{ bar}^{-1}$. Wie viele Hell-Dunkel-Durchgänge werden beobachtet, während eine der beiden Kammern komplett ausgepumpt wird? Das verwendete Cd-Licht hat die Vakuum-Wellenlänge $\lambda_0 = 644 \text{ nm}$.
- Etwa wie viele Hell-Dunkel-Durchgänge können tatsächlich beobachtet werden, wenn die spektrale Breite der Cd-Lampe $\Delta\nu/\nu = 2 \cdot 10^{-2}$ beträgt? Nehmen Sie an, dass zu Beginn des Experiments der Gangunterschied zwischen den beiden Teilstrahlen Null ist.



Aufgabe 3: (6 Punkte)

Eine ideale Gasturbine verwende als Arbeitssubstanz 1 mol eines einatomaren idealen Gases und kann durch folgende reversible Prozessschritte beschrieben werden (Ericsson-Prozess): Zunächst sei das Gas am Punkt 1 des $P - V$ -Diagramms (siehe Skizze) mit Temperatur T_1 und Druck P_1 . Bei konstanter Temperatur T_1 wird das Gas auf den Druck $P_2 = \mu \cdot P_1$ komprimiert. Dann werde es durch Aufheizen auf die Temperatur T_2 bei konstantem Druck expandiert. Eine Expansion bei konstanter Temperatur bringt es zurück auf den Druck P_1 . Schließlich werde das Gas bei konstantem Druck durch Temperaturerniedrigung auf T_1 komprimiert und gelangt so wieder zum Ausgangspunkt.

- Leiten Sie, ausgehend von der Definition $dS = \delta Q_{\text{rev}}/T$ Formeln für die Entropieänderung der Arbeitssubstanz bei isobaren Zustandsänderungen her, die nur noch von T_1 und T_2

bzw. nur noch von V_1 und V_2 abhängen (d.h. dem jeweiligen Anfangs- bzw. Endwert der entsprechenden Größe).

- b) Berechnen Sie die Entropieänderungen im Gas bei den einzelnen Prozess-Schritten als ausschließliche Funktionen von T_1 , T_2 und μ . Verifizieren Sie dann, dass sich die Entropie des Gases nach einem Zyklus unabhängig von der Wahl der drei Parameter nicht geändert hat.

