

Übungen zur “Physik IV: Moderne Optik” (WS 04/05)
12. Hausübung, Ausgabe: 20.01.05 Rückgabe: 03.02.05 in der Vorlesung

Aufgabe 38: Michelson-Interferometer und Schwebung

Gegeben ist eine spektrale Verteilung der Form $P(\omega) = E_0^2(\delta(\omega - \omega_1) + \delta(\omega - \omega_2))$. Bestimmen Sie unter Vernachlässigung einer allgemeinen Phase das dazugehörige elektrische Feld und berechnen Sie daraus die normierte Autokorrelationsfunktion $\gamma(\tau)$. Zeigen Sie mit Hilfe von $\gamma(\tau)$, dass die Intensität $I(\tau)$ auf der optischen Achse eines Michelson-Interferometers durch eine Schwebung beschrieben werden kann. Nehmen Sie bei der zeitlichen Mittelung einen Zeitraum T , der groß gegenüber der Kohärenzzeit t_c ist.

6 Punkte

Aufgabe 39: Hologramm mit falscher Wellenlänge

Das Hologramm eines Objekts wird durch die Verwendung von Licht der Wellenlänge λ_1 erzeugt. Die Rekonstruktion wird durch einen Referenzstrahl aus gleicher Richtung mit einer anderen Wellenlänge λ_2 vorgenommen. Wie verzerrt sich die Rekonstruktion?

4 Punkte

Aufgabe 40: Thermische Inversion

(a) Zeigen Sie, dass man in einem quantenmechanischen 2-Niveau-System thermisch nur dann eine für einen Laser notwendige Inversion erzeugen kann, wenn der Entartungsgrad des oberen Zustandes, g_2 , größer als der des unteren Zustandes, g_1 , ist.

(b) Das Verhältnis g_2/g_1 ist in der Regel nicht viel größer als 1 (zwischen 2 und 5). Zeigen Sie, dass man ein thermische Inversionen bei Raumtemperatur nur für kleine Energiedifferenzen zwischen dem oberen und unteren Niveau erreichen kann.

(c) Schätzen Sie die Temperatur ab, bei der für die Hyperfeinaufspaltung des H $1s$ Niveaus in das untere Niveau $F = 0$ (einfach entartet) und $F = 1$ (dreifach entartet) eine Inversion erreicht wird. Die Übergangsfrequenz beträgt mit $\nu = 1440 \text{ MHz}$. (Dieser atomare Übergang spielt in der Astronomie im Zusammenhang mit interstellaren Gasen eine große Rolle)

(d) Schätzen sie die Temperatur ab, bei der man für den H $1s \rightarrow 2p$ -Übergang Inversion erhält.

5 Punkte