

Übungen zur “Physik IV: Moderne Optik” (WS 04/05)

13. Hausübung, Ausgabe: 03.02.05 Rückgabe: 10.02.05 in der Vorlesung

Aufgabe 41: Optischer Resonator und Kohärenzlänge

Gegeben ist einen Resonator mit der Länge 1 m , der für einen Helium-Neon-Laser bei der Wellenlänge $\lambda = 632,8\text{ nm}$ benutzt wird.

a) Das Verstärkungsprofil hat eine Breite von $2,0\text{ GHz}$. Berechnen Sie daraus die Zahl der longitudinalen Moden, die innerhalb dieser Breite anschwingen können und bestimmen Sie für den entsprechenden Multimodenbetrieb die Kohärenzlänge.

b) Der Laser wird nun im Ein-Moden-Betrieb genutzt. Dabei kann die Länge des Resonators bis auf 2 nm stabilisiert werden. Berechnen Sie ebenfalls die Kohärenzlänge.

c) Die Länge des optisch aktiven Mediums betrage 10 cm . Der Rest des Resonators ist mit Luft gefüllt. Diese hat einen druckabhängigen Brechungsindex, der bei Luftdruckänderungen eine relative Änderung von $\frac{\Delta n}{n} \cong 2,5 \cdot 10^{-7}$ pro 1 mbar erfährt. Bestimmen Sie den Einfluss von Schallwellen. An der Schmerzgrenze beträgt die Druckamplitude $0,2\text{ mbar}$.

5 Punkte

Aufgabe 42: Harmonischer Oszillator und Wellenpaketdynamik

Stationäre Zustände in der Quantenmechanik zeigen in der Aufenthaltswahrscheinlichkeit keine Zeitabhängigkeit, d.h. die dazugehörigen Teilchen führen keine beobachtbare Bewegung aus. Die Bewegung in einem Potenzial kann man nur mit der Superposition von Wellenfunktionen mit unterschiedlicher Energie erreichen, wobei für jede Wellenfunktion $\Psi(x, t) = \psi(x) \exp(-\frac{iEt}{\hbar})$ gilt.

Nehmen Sie die Grundzustandswellenfunktion $\Psi_0(x, t)$ und die Wellenfunktion $\Psi_1(x, t)$ für den ersten angeregten Zustand des harmonischen Oszillators und bilden daraus $\Psi_g(x, t) = \Psi_0(x, t) + \Psi_1(x, t)$. Plotten Sie die Aufenthaltswahrscheinlichkeit $|\Psi_g(x, t)|^2$ für mindestens acht äquidistante Zeitpunkte innerhalb einer Schwingungsperiode. Die Aufgabe kann mit dem Computer gelöst und Überlegungen zur Normierung der Wellenfunktion $\Psi_g(x, t)$ dürfen vernachlässigt werden.

5 Punkte

Aufgabe 43: Niveauschema und Laserübergänge

Ein Material besitzt sechs Energiezustände A bis F mit Energien von 2 eV ; $1,9\text{ eV}$; $1,7\text{ eV}$; $1,6\text{ eV}$; $1,1\text{ eV}$ und $0,4\text{ eV}$ oberhalb des Grundzustands G . Die Zeitkonstanten für die verschiedenen möglichen Übergänge sind in Einheiten von Nanosekunden

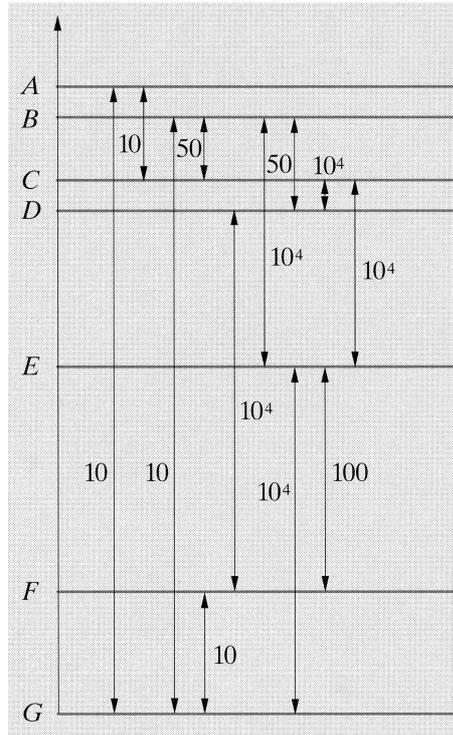


Abbildung 1: Niveauschema eines Lasermediums. Die Pfeile geben die Übergangszeiten in Nanosekunden an.

angegeben. Konstruieren Sie verschiedene Laser, die mit diesem Material arbeiten, und nennen Sie die Pump- und Ausgangswellenlängen für jeden davon.

5 Punkte