

Übungsblatt 1 Ausgabe: 5.04.07 Abgabe: 17.04.07	Laserphysik Prof. Dr. H.-J. Kull Lehr- und Forschungsgebiet Laserphysik	Mitarbeiter: Thomas Pesch pesch@ilt.fhg.de
---	---	--

- (G1) Bestimmen Sie die Schwellwertverstärkung g für einen Laser mit einem absorptionsfreien aktiven Medium und einem planparallelen Resonator der Länge $L = 50\text{cm}$ und den Reflektivitäten $R_1 = 0.998$ und $R_2 = 0.980$ der beiden Spiegel. Wie groß ist die Besetzungsinversion bei der Laserschwelle für einen Wirkungsquerschnitt von $\sigma = 10^{-13}\text{cm}^2$?
- (G2) Ein Hohlraum enthalte N Atome und ein Strahlungsfeld mit einer konstanten spektralen Energiedichte $\varrho(\nu)$. Die Besetzungszahlen N_1, N_2 der Energieniveaus E_1, E_2 ändern sich zeitlich durch die Absorption und Emission von Strahlung der Frequenz $\nu = (E_2 - E_1)/h$. Andere Übergänge sowie die Änderung des Strahlungsfeldes seien vernachlässigt.
- (a) Wie lauten die Rategleichungen für $N_1(t)$ und $N_2(t)$, wenn A und B die Einsteinschen Koeffizienten des Übergangs bezeichnen?
- (b) Bestimmen Sie die stationäre Lösung ($\dot{N}_1 = \dot{N}_2 = 0$). Kann hierbei Besetzungsinversion auftreten?
- (c) Wie lautet die allgemeine zeitabhängige Lösung, wenn sich zur Zeit $t = 0$ N_{10} Atome im Zustand mit der Energie E_1 befinden? Skizzieren Sie das Lösungsverhalten für unterschiedliche Werte von N_{10} .
- (d) Zeigen Sie, daß im thermischen Gleichgewicht ($N_2 = N_1 e^{-(E_2 - E_1)/T}$)

$$\varrho B = \bar{n} A, \quad \bar{n} = \frac{1}{\exp(h\nu/T) - 1}$$

gilt.

- (e) Zur Zeit $t = t_1$ werde das Strahlungsfeld abgeschaltet. Wie groß ist die Lebensdauer der Atome im angeregten Zustand?

(H1) Die Abstrahlung eines Elektrons in einem Wasserstoffatom soll im Rahmen des Bohrschen Atommodells abgeschätzt werden. Das Elektron bewege sich auf einer Bohrschen Kreisbahn mit dem Radius $r = n^2 \hbar^2 / (m q^2)$ und der Geschwindigkeit $v = q^2 / (n \hbar)$ (n : Hauptquantenzahl, q : Ladung, m : Masse des Elektrons).

(a) Berechnen Sie die abgestrahlte Leistung nach der Formel

$$P = \frac{2}{3} \frac{q^2}{c^3} \dot{v}^2.$$

(b) Geben Sie im Rahmen dieses Modells die Energieverlustrate des Atoms an und drücken Sie das Ergebnis in Abhängigkeit der Feinstrukturkonstanten $\alpha = q^2 / (\hbar c)$ und der Winkelgeschwindigkeit $\omega = v/r$ aus.