Laserphysik

WS 2018/19

7. Übung

11.12.2018

Aufgabe 1

Wir betrachten die Wellengleichung in der sogenannten Näherung ebener Wellen im Vakuum (Ausbreitung in z-Richtung). Das bedeutet, dass alle Feldkomponenten Translationssymmetrie bzgl. der Raumrichtungen x und y besitzen, z.B. $E_x(x+a,y+b,z,t) = E_x(x,y,z,t)$ für beliebige, reelle a und b.

- a) Formulieren Sie die Wellengleichung für in x-Richtung linear polarisiertes Licht in dieser Näherung.
- b) An der Position z=0 befinde sich eine dünne Schicht von kohärent oszillierenden Dipolen mit der Polarisationsdichte $P_x(x,y,z,t)=A\,\delta(z)\,\cos(\omega t)$. In welcher Richtung strahlt diese Schicht Licht ab? Welche raumzeitliche Struktur hat dieses Licht? Berechnen Sie $E_x(x,y,z,t)$.
- c) Betrachten Sie nun eine Schicht endlicher Dicke d mit einer Polarisationsdichte, die über $P_x(x,y,z,t) = B \Theta(z) \Theta(d-z) \cos(\omega t \omega z/c)$ gegeben ist, wobei Θ die Heaviside-Funktion ist. Diskutieren Sie zunächst qualitativ, wieviel Licht in welche Richtung abgestrahlt wird.
- d) (Schwierigere Aufgabe:) Berechnen Sie $E_x(x, y, z, t)$ für den in c) gegebenen Fall.

Aufgabe 2

Betrachten Sie die optischen Bloch-Gleichungen für ein Zwei-Niveau-System mit einer Übergangsfrequenz ω_0 , einem Übergangsdipolmoment d_{12} , einer Phasenrelaxationszeit τ_p und der Populationsrelaxationszeit τ . Das System wird von einem monochromatischen, abstimmbaren Laser mit der Feldstärke E_0 und der Frequenz ω getrieben.

- a) Berechnen Sie unter Benutzung der "rotating-wave approximation" die quasistationären Lösungen der Dichtematrixelemente des Zwei-Niveau-Systems als Funktion von E_0 und ω .
- b) Das getriebene System wird nun mit Hilfe einer schwachen inkohärenten Lichtquelle spektroskopiert. Welche optische Suszeptibilität $\chi(\omega, E_0)$ beobachtet man in einem solchen Experiment?
- c) Welche Formänderung erfährt die Suszeptibilität bei großen Feldstärken E_0 ?
- d) Spielt die Phase des Laserlichts bei diesem Experiment eine Rolle?
- e) Beobachtet man in diesem Experiment Rabi-Oszillationen im Falle großer Felder, d. h. für $\Omega_{\text{Rabi}} = d_{12}E_0/\hbar \gg 1/\tau_p$?
- f) Falls Ihre Antwort auf die letzte Frage "ja" lautet, begründen Sie Ihre Antwort und leiten Sie einen Zusammenhang zwischen der Phase der Rabi-Oszillationen und der des Laserfeldes her.
 - Falls Ihre Antwort "nein" lautet: Was muss an diesem Experiment modifiziert werden, damit man Rabi-Oszillationen beobachtet?