

Übungsserie 6

Sommersemester 20
Abgabe am 15.07.2020

Andrey Surzhykov
Jonas Sommerfeldt

Aufgabe 1 (*Mollow Triplet*)

(4 Punkte)

- (a) Das System (Zweiniveausystem+Photonen) sei in einem Produktzustand $|n, 1\rangle = |n\rangle \otimes |1\rangle$. Berechnen Sie dessen Energie $E_{n,1}$. Berechnen Sie außerdem die Energie des Zustands $E_{n-1,2}$. Was stellen Sie fest?
- (b) Diagonalisieren Sie die Hamilton'sche Matrix:
- $$\begin{pmatrix} \langle n, 1 | \hat{H}_{JCM} | n, 1 \rangle & \langle n, 1 | \hat{H}_{JCM} | n-1, 2 \rangle \\ \langle n-1, 2 | \hat{H}_{JCM} | n, 1 \rangle & \langle n-1, 2 | \hat{H}_{JCM} | n-1, 2 \rangle \end{pmatrix},$$
- wobei \hat{H}_{JCM} der Jaynes-Cumming Hamiltonian ist. Welche Energieeigenwerte finden Sie?
- (c) Skizzieren Sie ein Mollow Triplet, beschriften Sie die Achsen, Fluoreszenzlinien und die Abstände zwischen diesen. Ist die Bezeichnung Mollow Triplet tatsächlich korrekt?

Aufgabe 2 (*Übergangswahrscheinlichkeiten*)

(3 Punkte)

Berechnen Sie für ein Zweiniveausystem die Übergangswahrscheinlichkeit vom Grundzustand in den ersten angeregten Zustand für ein kohärentes Feld, $|1, \alpha\rangle \rightarrow |2, \alpha\rangle$ mit Hilfe des JCM-Hamiltonians. Diskutieren Sie die Übergangswahrscheinlichkeit insbesondere im Hinblick auf die physikalische Bedeutung von $|\alpha|$.

Aufgabe 3 (*Laserkühlung*)

(3 Punkte)

- (a) Begründen Sie, dass für den Prozess der Laserkühlung die Kühlbedingung

$$\omega - \omega_0 \sim v - v_0 \tag{1}$$

gelten muss, wobei v_0 und v die Beträge der Geschwindigkeit des Atoms vor und nach der Absorption eines Photons mit der Frequenz ω sind und ω_0 die Frequenz des atomaren Übergangs ist.

- (b) Leiten Sie diese Relation aus einer Impuls- und Energiebetrachtung vor und nach dem Absorptionsprozess her.