

# Experimentalphysik 5a

WS 13/14

Prof. Dr. Werner Heil

Blatt 4

---

<http://www.ag-heil.physik.uni-mainz.de>

Abgabetermin: 25.11.2013, 10:30

## Aufgabe 1 Oszillierendes Dipolmoment (4 Punkte)

Gegeben sei ein Zwei-Niveau-System  $|1\rangle, |2\rangle$  mit den Eigenwerten  $\hbar\omega_{1,2}$ . Elektromagnetische Strahlung wird als ein  $\pi/2$  bzw. ein  $3\pi/2$ -Puls auf das System angewendet, das sich ursprünglich im Zustand  $|1\rangle$  befindet.

- Geben Sie die Wellenfunktion  $\Psi_{\pi/2}$  und  $\Psi_{3\pi/2}$  an, die nach Anwendung der Pulse auf den Zustand  $|1\rangle$  entstehen.
- Berechnen Sie den Erwartungswert  $\langle\psi_i|d|\psi_i\rangle$  des Dipoloperators  $d$  in den beiden Zuständen  $i = \pi/2$  und  $i = 3\pi/2$ . Welchen Maximalwert hat der Betrag des Dipolmoments in den beiden Zuständen? Wodurch unterscheiden sich die Zeitentwicklungen des Erwartungswertes?

Hinweis: Überlegen Sie, welche Übergangsmatrixelemente des Dipoloperators verschwinden, und nehmen Sie die von Null verschiedenen Operatoren als gegeben an.

## Aufgabe 2 Dichtematrix (6 Punkte)

Ein Ensemble von Zwei-Niveau Atomen befindet sich mit 30% Wahrscheinlichkeit im Quantenzustand

$$\Psi_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} (e^{-i\omega_2 t} u_2(\vec{r}) + e^{-i\omega_1 t} u_1(\vec{r})) \quad (1)$$

mit 50% Wahrscheinlichkeit im Quantenzustand

$$\Psi_2 = \frac{1}{\sqrt{10}} (e^{-i\omega_2 t} u_2(\vec{r}) - 3e^{-i\omega_1 t} u_1(\vec{r})) \quad (2)$$

und mit 20% Wahrscheinlichkeit im Quantenzustand

$$\Psi_3 = e^{-i\omega_1 t} u_2(\vec{r}). \quad (3)$$

$u_1$  und  $u_2$  sind hierbei die stationären Eigenfunktionen des Zwei-Niveau Atoms.

- Berechnen Sie für dieses System die Dichtematrix  $\rho$ .
- Bestimmen Sie die Wahrscheinlichkeit ein Atom im Zustand  $\Psi_1$  zu finden.
- Zeigen Sie, dass  $\rho^2 \neq \rho$ . Begründen Sie dieses Ergebnis.