

Aufgabe 1.

Ein Wasserstoffatom wird in den $2p$ Zustand angeregt von dem es über spontane Emission in den $1s$ Zustand übergehen kann. Gleichzeitig sei es einer thermischen Strahlung der Temperatur T ausgesetzt. Bei welcher Temperatur sind die Wahrscheinlichkeiten für spontane und thermisch induzierte Emission gleich?

Aufgabe 2.

Ein Wasserstoffatom (mit spinlosem Elektron) ist anfänglich ($t = 0$) im Grundzustand präpariert und wird einem homogenen elektrischen Feld

$$\vec{E} = E(t) \vec{e}_z = E_0 \vec{e}_z e^{-\Gamma t} \Theta(t)$$

$$\Theta(t) = \begin{cases} 1 & t > 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$$

ausgesetzt. Der Wechselwirkungsoperator ist

$$H = ezE(t).$$

Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit das Atom für $t \rightarrow \infty$ im Zustand $n = 2$ anzutreffen.

Aufgabe 3.

Zeigen Sie, dass der Impuls des quantisierten elm. Feldes

$$\widehat{\vec{P}} = \varepsilon_0 \int \widehat{\vec{E}} \times \widehat{\vec{B}} d^3\mathbf{r}$$

auf die Form

$$\widehat{\vec{P}} = \sum_{\vec{k}, \lambda} \hbar \vec{k} \hat{a}_\lambda^\dagger(\vec{k}) \hat{a}_\lambda(\vec{k}).$$

gebracht werden kann.

Aufgabe 4.

Betrachten Sie einen eindimensionalen harmonischen Oszillator in einem äußeren Laserfeld

$$H = H_0 + H_1$$

$$H_0 = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega_0^2 x^2$$

$$H_1 = \frac{ep}{2m\omega} E_0 \sin \omega t - \frac{ex}{2} E_0 \cos \omega t.$$

Der Oszillator sei im Grundzustand $|0\rangle$ präpariert. Wenn das Laserfeld zum Zeitpunkt $t = 0$ eingeschaltet wird, wie groß ist die Wahrscheinlichkeit den Oszillator zum Zeitpunkt t in einem beliebigen angeregten Zustand $|n\rangle$ zu finden?