

**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

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

auf die Form

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

gebracht werden kann.

**Aufgabe 4.**

Betrachten Sie einen eindimensionalen harmonischen Oszillatoren 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 Oszillatator sei im Grundzustand  $|0\rangle$  präpariert. Wenn das Laserfeld zum Zeitpunkt  $t = 0$  eingeschaltet wird, wie groß ist die Wahrscheinlichkeit den Oszillatator zum Zeitpunkt  $t$  in einem beliebigen angeregten Zustand  $|n\rangle$  zu finden?