

Kap 7 Quantenoptik

klassische Felder, elektrodynamische Potenziäle,
Lagrange-Formalismus

7.1 Quantisierung elektromagnetischer Felder

Energieoperator, Vertauschungsrelationen $\vec{A}(\vec{r}, t)$, $\vec{\Pi}(\vec{r}, t)$,
Erzeugungs- und Vernichtungsoperatoren $c_j^\dagger(\vec{q}, t)$, $c_j(\vec{q}, t)$
für Photonen, Energieoperator im TZF

$$\hat{H} = \sum_{j=1}^2 \sum_{\vec{q}} \hbar \nu_j(\vec{q}) \left(c_j^\dagger(\vec{q}, t) c_j(\vec{q}, t) + \frac{1}{2} \right)$$

7.2 Elektron-Photon-Wechselwirkung

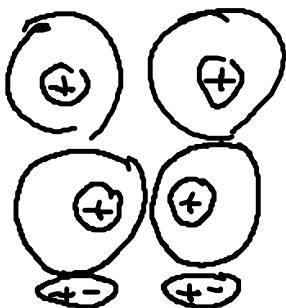
$$\hat{H} = \hat{H}_{KE} + \hat{H}_{EL} + \hat{H}_L, \text{ Tz-Zust. } |n_1 n_2 \dots l_1 l_2 \dots\rangle$$

Elektr. Photonen

mit $\langle n e | a_n^\dagger a_n | n e \rangle$ Anzahl d. Elektr. im Zust. n
 $\langle n e | c_e^\dagger c_e | n e \rangle$ Anzahl der Photonen im Zustand e
 $\langle n e | \hat{E} | n e \rangle = 0$ Erwartungswert der elektr. Feldstärke
 $\langle n e | (\Delta \hat{E})^2 | n e \rangle \neq 0$ Streuung bei der Messung der elektrischen Feldstärke

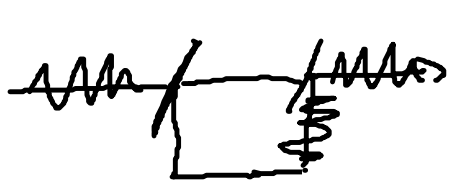
Beispiel: Interband-Übergänge bei Halbleitern

7.3 Phonon-Photon-Wechselwirkung

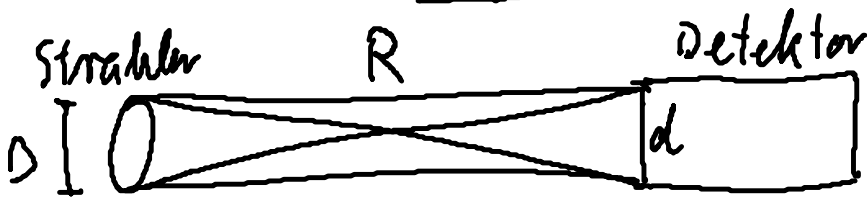


Polarisation oder Dipoldichte

7.4 Kohärente Zustände



zeitliche Kohärenz



räumliche Kohärenz

ist gegeben, wenn der Wegunterschied zwischen verschiedenen Stellen der Lichtquelle zu verschiedenen Stellen des Detektors klein ist im Vergleich zur Wellenlänge der Strahlung. $\lambda = \text{Wellenlänge}$

$$[c, c^\dagger] = 1 \quad \text{oder} \quad cc^\dagger - c^\dagger c = 1$$

$$\begin{aligned} [c^\dagger c, c] &= c^\dagger c c - c c^\dagger c = \\ &= c c^\dagger c - c - c c^\dagger c = -c \end{aligned}$$

$$[\hat{E}, c^\dagger c] \neq 0$$