Technische Universität Berlin – Institut für Theoretische Physik 6. Dezember 2010

Prof. Dr. Andreas Knorr
Dr. Carsten Weber
Dipl. Phys. Alexander Carmele
Dipl. Phys. Ken Lichtner

8. Übungsblatt – Theoretische Physik V: Quantenmechanik II

Abgabe: Fr. 17.12.2010 12:00 Uhr im Briefkasten am Ausgang des ER-Gebäudes

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Die Abgabe soll in Dreiergruppen erfolgen.

Aufgabe 20 (20 Punkte): *Heisenbergsche Bewegungsgleichung und Von-Neumann Reihe*

1. Leiten Sie mit Hilfe der HEISENBERGschen Bewegungsgleichung ($i\hbar\dot{\hat{O}} = [\hat{O}, \hat{H}]$) die drei Bewegungsgleichungen für $a_i^\dagger a_j$, $b_\alpha^\dagger$ und $b_\alpha^\dagger b_\alpha$ her, falls der Hamiltonoperator (Independent Boson Model) wie folgt definiert ist:

$$\begin{aligned}\hat{H} &= \hat{H}_{\text{el}}^{\text{kin}} + \hat{H}_{\text{pn}}^{\text{kin}} + \hat{H}_{\text{el-pn}}^{\text{WW}} \\ &= \sum_i \hbar\omega_i a_i^\dagger a_i + \sum_\alpha \hbar\omega_\alpha b_\alpha^\dagger b_\alpha + \hbar \sum_{i,j,\alpha} g_\alpha^{ij} \left(b_\alpha^\dagger + b_\alpha\right) a_i^\dagger a_j\end{aligned}$$

2. Wie sieht die Bewegungsgleichung speziell für die Polarisation $\hat{p} = a_v^\dagger a_c$ eines zwei Niveau-systems (mit Niveaus v (Valenzband) und c (Leitungsband)) bei diagonaler Elektron-Phonon Kopplung aus?

3. In der VL wurde gezeigt, dass eine formale Lösung für die Polarization gegeben ist durch:

$$\hat{p}(t) = \hat{p}(t_0) + i \int_{t_0}^{t} dt_1 \hat{\phi}(t_1)\hat{p}(t_1).$$

   Sei vorerst $\hat{\phi}(t) = \phi(t)$ keine operatorwertige, sondern *skalare* Funktion. Wie sieht die dritte Ordnung der VON-NEUMANN Reihe mit Zeitordnung explizit aus?

4. Was ändert sich, wenn $\hat{\phi}(t)$ eine operatorwertige Funktion ist, bspw. $\hat{\phi}^{ij}(t) = \hbar \sum_\alpha g_\alpha^{ij} \left(b_\alpha^\dagger + b_\alpha\right)$?