

**3. Übungsblatt zur Theoretischen Festkörperphysik**

**Abgabe:** bis Dienstag 15.05.2007 10:15 Uhr in der Vorlesung.

*Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte!*

**Aufgabe 5 (10 Punkte):** *Orthonormalität*

Zeigen Sie die Orthonormalität der Blochfunktionen  $\phi_{\lambda\mathbf{k}}(\mathbf{r}) = \frac{1}{\sqrt{V}} u_{\lambda\mathbf{k}}(\mathbf{r}) e^{i\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}}$ :

$$\int d^3\mathbf{r} \phi_{\lambda\mathbf{k}}^*(\mathbf{r}) \phi_{\lambda'\mathbf{k}'}(\mathbf{r}) = \delta_{\lambda\lambda'} \delta_{\mathbf{k}\mathbf{k}'}$$

mit Hilfe aus der Vorlesung bekannter Eigenschaften.

**Aufgabe 6 (10 Punkte):** *Kommutatorrelation der Blochoperatoren*

Die Kommutatorrelation für die Feldoperatoren  $\hat{\psi}(\mathbf{r}, t)$  (fester Spin) lautet:

$$\left[ \hat{\psi}(\mathbf{r}, t), \hat{\psi}^\dagger(\mathbf{r}', t) \right]_{\pm} = \delta(\mathbf{r} - \mathbf{r}')$$

Zeigen Sie, dass daraus die Kommutatorrelation für  $\hat{a}_{\mathbf{k}\lambda}$  hergeleitet werden kann:

$$\left[ \hat{a}_{\lambda_1\mathbf{k}_1}, \hat{a}_{\lambda_2\mathbf{k}_2}^\dagger \right]_{\pm} = \delta_{\mathbf{k}_1\mathbf{k}_2} \delta_{\lambda_1\lambda_2}$$

Verwenden Sie die bekannten Eigenschaften der Blochfunktion.

**Aufgabe 7 (1 Punkte):** *Harmonischer Oszillator*

Wiederholen Sie für sich selbst die Behandlung des (üblichen bosonischen) harmonischen Oszillator in Leiteroperatorarstellung. Es muss keine Niederschrift für die Aufgabe abgegeben werden.