

Dr. Ermin Malic  
 Dr. Marten Richter  
 Dipl. Phys. Julia Kabuß

## 1. Übungsblatt – Theoretische Festkörperphysik I+II

**Abgabe: Mi. 24.04.2013 vor Beginn der Vorlesung im EW 203**

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Bitte Matrikelnummer auf dem Aufgabenzettel angeben! Die Abgabe soll in Dreiergruppen erfolgen.

Da die Übung am 1. Mai entfällt, wird am Di dem 30.04 kein weiterer Zettel ausgegeben. Dieses Übungsblatt enthält die Aufgaben von zwei Wochen.

**Aufgabe 1 (5 Punkte): Symmetrioperationen: Translationsinvariante Drehungen**

Für das Festkörpergitter mit Gittervektoren  $\{a_i\}_{i=1,2,3}$  können einerseits primitive Translationen  $(0, R) \circ f(\vec{r}) = f(\vec{r} + \sum_i n_i \vec{a}_i)$ , ( $n_i \in \mathbb{Z}$ ) um Vielfaches der Gittervektoren oder auch Drehungen  $(S, 0) \circ f(\vec{r}) = f(\sum_{ij} \alpha_{ij} r_j \vec{e}_i)$  um eine Rotationsachse definiert werden.

- Sei  $f$  eine gitterperiodische Funktion. Welche Bedingung muss an die Komponenten  $\alpha_{ij}$  von  $(S, 0)$  gestellt werden, so dass die Translationsinvarianz erhalten bleibt, also  $SR$  wieder  $\in$  der primitiven Translationen ist.

$$(1) \quad (1, SR) \circ f(\vec{r}) = f(\vec{r} + SR) \stackrel{!}{=} f(\vec{r}).$$

- Beweisen Sie, dass für  $SR \in$  primitive Translation nur Drehungen um die Winkel  $\varphi = \{0, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}, \frac{2\pi}{3}, \pi\}$  erlaubt sind.

**Aufgabe 2 (5 Punkte): Orthonormalität: Blochfunktionen**

Die Blochfunktionen sind gegeben durch  $\psi_{\lambda\vec{k}}(\vec{r}) = \frac{1}{\sqrt{V}} u_{\lambda\vec{k}}(\vec{r}) e^{i\vec{k}\cdot\vec{r}}$ . Zeigen Sie die Orthonormalität der Blochfunktionen:

$$(2) \quad \int d^3\vec{r} \psi_{\lambda\vec{k}}^*(\vec{r}) \psi_{\lambda'\vec{k}'}(\vec{r}) = \delta_{\lambda\lambda'} \delta_{\vec{k}\vec{k}'}$$

Benutzen Sie dafür die Definition der Blochfunktionen und, dass die Blochfaktoren  $u_{\lambda\vec{k}}$  für festes  $\vec{k}$  auf der Einheitszelle (EZ) orthonormiert sind:

$$\int_{EZ} d\vec{r} u_{\lambda\vec{k}}^*(\vec{r}) u_{\lambda'\vec{k}}(\vec{r}) = V_{EZ} \delta_{\lambda\lambda'}$$

**Bitte Rückseite beachten! →**

## 1. Übung TFKP SS13

- Vorlesung:**
- Dienstag 10:15 Uhr – 12:45 Uhr im EW 203.
  - Mittwoch 10:15 Uhr – 12:45 Uhr im EW 203.
- Webseite:**
- Details zur Vorlesung, Vorlesungsmitschrift und aktuelle Informationen sowie Sprechzeiten auf der Webseite unter [http://http://www.itp.tu-berlin.de/menue/lehre/lv/ss13/wahlpflichtveranstaltungen/theoretische\\_festkoerperphysik\\_i\\_ii/](http://http://www.itp.tu-berlin.de/menue/lehre/lv/ss13/wahlpflichtveranstaltungen/theoretische_festkoerperphysik_i_ii/)
- Scheinkriterien:**
- Mindestens 60% der Übungspunkte.
  - Regelmäßige und aktive Teilnahme in den Tutorien.

Bemerkung: Bei den Übungsaufgaben werden nur dokumentenechte, handschriftliche Originale akzeptiert. Es werden keine Kopien oder elektronischen Abgaben akzeptiert.

### Literatur zur Lehrveranstaltung:

Alle Bücher stehen der Physikbibliothek zur Verfügung.

- Czycholl: Theoretische Festkörperphysik, Springer
- Haken, Quantenfeldtheorie des Festkörpers, Teubner
- Haug, Koch, Quantum, Theory of the optical and electronic properties of semiconductors, World Scientific
- Scheck, Theoretische Physik, Springer
- Scherz, Quantenmechanik, Teubner
- Madelung, Festkörpertheorie, Springer