

9. Übung zur Einführung in die Festkörperphysik WS 2012

Ausgabe: 07.12.2012

Abgabe: bis 14.12.2012, 10:15 Uhr, Kästen 246-250

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Impulsoperator und Blochfunktion

2 Punkte

Überprüfen Sie, ob es sich bei der Blochfunktion um eine Eigenfunktion des Impulsoperators handelt. Welche Bedeutung haben die auftretenden Terme für die Schrödinger Gleichung?

Aufgabe 2: Elektronengeschwindigkeit

3 Punkte

Zeigen Sie, dass der Erwartungswert der Geschwindigkeit eines Elektrons in einem Blochzustand $\vec{v}(\vec{k}) = \frac{1}{\hbar} \frac{\partial E(\vec{k})}{\partial \vec{k}}$ entspricht. Dabei ist $E(\vec{k})$ die Energie in Abhängigkeit des Wellenvektors.

Aufgabe 3: Das Bloch-Theorem

4 Punkte

Betrachten Sie ein Elektron im periodischen Potential mit der zeitunabhängigen Schrödinger Gleichung

$$H\Psi(r) = \left(\frac{p^2}{2m} + V(r) \right) \Psi(r) = \epsilon\Psi(r)$$

mit $V(r) = V(r + R)$.

Der Translationsoperator wird durch

$$T_R f(r) = f(r + R)$$

für jede beliebige Funktion $f(r)$ definiert.

- Zeigen Sie, dass T_R und H kommutieren.
- Zeigen Sie, dass T_A und T_B kommutieren. T_A und T_B sind dabei Translationsoperatoren zu zwei verschiedene Translationen.
- Welche Eigenschaften müssen die Eigenwerte $C(R)$ von T_R erfüllen?
- Leiten Sie mit Hilfe der Aufgaben a) bis c) das Bloch-Theorem her.