

## Theorie der Kondensierten Materie I    WS 2017/2018

Prof. Dr. A. Mirlin, PD Dr. I. Gornyi  
Dr. N. Kainaris, Dr. S. Rex, J. KlierBlatt 2  
Besprechung: 02.11.2017**1. Reziprokes Gitter:** (4+5+6=15 Punkte)

- (a) Beweisen Sie, dass das reziproke Gitter eines reziproken Gitters wieder das ursprüngliche, reale Gitter ist.
- (b) Konstruieren Sie explizit das reziproke Gitter des flächenzentrierten kubischen (fcc) Gitters.
- (c) Bestimmen Sie das reziproke Gitter des zweidimensionalen Honigwabengitters. Konstruieren Sie daraus die erste Brillouin-Zone von Graphen.

**2. Kronig-Penney-Modell:** (7 + 18 + 10 = 35 Punkte)

Das Kronig-Penney-Modell für Elektronen im eindimensionalen Kristallgitter ist durch

$$\hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + U_0 \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(x + na) \quad (1)$$

mit  $U_0 > 0$  gegeben. Im Folgenden brauchen keine Randbedingungen angenommen werden, das System sei unendlich ausgedehnt.

- (a) Leiten Sie für dieses Modell explizit die Bloch-Funktionen her. Beweisen Sie die Orthonormierung und Vollständigkeit.
- (b) Bestimmen Sie die Ungleichung für die erlaubten Werte des Impulses. Untersuchen Sie diese Ungleichung und illustrieren Sie graphisch, dass das Spektrum als eine Serie von Bändern dargestellt werden kann. Bestimmen Sie die Bandlücke für  $mU_0a/\hbar^2 \ll 1$ . Analysieren Sie die Bandstruktur (Bandlücke und Bandkrümmung) für  $mU_0a/\hbar^2 \gg 1$ .
- (c) Analysieren Sie das Modell (1) mit  $U_0 < 0$ .