Theorie der Kondensierten Materie I   WS 2014/2015**Prof. Dr. A. Mirlin, Dr. I. Gornyi**
U. Briskot, N. Kainaris, Dr. E. König**Blatt 2**
Besprechung 06.11.2014**1. Reziprokes Gitter.** (2+4+4=10 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. (4 + 5 + 3 + 4 + 4 = 20 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.
- (c) Untersuchen Sie diese Ungleichung und illustrieren Sie graphisch, dass das Spektrum als eine Serie von Bändern dargestellt werden kann. Diskutieren Sie die Eigenschaften (z.B. Bandlücke, Bandkrümmung, ...) der Bänder.
- (d) Bestimmen Sie die Bandlücke für $mU_0a/\hbar^2 \ll 1$.
- (e) Analysieren Sie die Bandstruktur für $mU_0a/\hbar^2 \gg 1$.
- (f) Analysieren Sie das Modell (1) mit $U_0 < 0$. (5 Bonuspunkte)