

## Übungen zur Theorie der Kondensierten Materie WS 13/14

Prof. Dr. G. Schön  
Dr. M. MarthalerBlatt 8  
Besprechung, 13.01.14**1. Der Weihnachtsmann und die mittlere freie Weglänge** (5 Punkte)

Es ist eine kalte Nacht am Norpol. Draussen schneit es heftig, während es sich der Weihnachtsmann mit seiner Lieblingszeitschrift, dem Scientific American, vor dem warmen Kamin bequem gemacht hat. Mit Interesse liest er einen Artikel über ein hochreines 2D Elektronengas. In diesem Elektronengas ist die Beweglichkeit  $\mu \approx 10^7 \text{cm}^2/\text{V s}$  bei einer Elektronendichte von  $n = 10^{11}/\text{cm}^2$ . 'Meine Güte', denkt sich der Weihnachtsmann, 'was ist den wohl die mittlere freie Weglänge in diesem System?'. Helfen sie dem Weihnachtsmann und berechnen sie die mittlere freie Weglänge.

**Hinweis:** Die 'Beweglichkeit' definiert den Zusammenhang zwischen Driftgeschwindigkeit und dem angelegten Elektrischen Feld  $v_d = \mu E$ . Berechnen sie die mittlere freie Weglänge durch einen Drude-Ansatz.

**2. Dresselhaus Spin-Orbit-Kopplung** (4 Punkte)

Wir betrachten ein 2D Elektronengas in der x-y-Ebene mit Dresselhaus Spin-Orbit-Kopplung. Das System ist beschrieben durch den Hamilton Operator

$$H = \frac{p^2}{2m} + \beta(\sigma_y p_y - \sigma_x p_x). \quad (1)$$

Finden sie die Eigenenergien und Eigenzustände dieses Systems.

**3. Rashba Spin-Orbit-Kopplung** (5 Punkte)

Wir betrachten ein 2D Elektronengas in der x-y-Ebene mit Rashba Spin-Orbit-Kopplung. Zusätzlich ist ein Magnetfeld in z-Richtung angelegt. Das System ist beschrieben durch den Hamilton Operator

$$H = \frac{p^2}{2m} + \alpha(\sigma_x p_y - \sigma_y p_x) - \mu_0 B_z \sigma_z. \quad (2)$$

Finden sie Eigenenergien und Eigenzustände dieses Systems. Skizzieren sie die Eigenenergien als Funktion von  $p_x$  und  $p_y$ .

**4. S-Matrix für einen symmetrischen 3-Punkt-Kontakt** (6 Punkte)

Die S-Matrix für einen symmetrischen 3-Punkt-Kontakt ist gegeben durch

$$s = \begin{pmatrix} r & t & t \\ t & r & t \\ t & t & r \end{pmatrix} \quad (3)$$

Verwenden sie die Eigenschaft das die S-Matrix unitär sein muss und finden sie den minimalen Wert den  $r$  annehmen kann.