

# Condensed Matter Physics 2013

## Exercise 7

---

handed out: 29. Oct. 2013

discussion: 5. Nov. 2013

---

### \*Problem 27 (6P)

a) Calculate the frequency dependent conductivity  $\sigma(\omega)$  in the Drude model for the case of an alternating electric field  $\vec{E} = \vec{E}_0 \exp(i\omega t) \cdot \vec{e}_x$ . Show that in the limit  $\omega \rightarrow 0$  your solution goes over into the DC-conductivity. Make a sketch of the real and imaginary part of  $\sigma(\omega)$ . At which frequency will the imaginary part of the conductivity  $\Im(\sigma(\omega))$  become maximal for the case of copper with scattering time  $\tau = 2.1 \cdot 10^{-14}$ s at 77 K ?

b) Now assume that the electric field lies in the x-y-plane and is circularly polarized, i. e.  $E_y = i \cdot E_x$ . In addition there is a constant magnetic field  $B$  in z-direction. Show that  $\sigma(\omega) = \sigma_D / (1 + i\omega\tau - i\omega_c\tau)$ ,  $\omega_c = qB/m$ . At which frequencies do  $\text{Re}(\sigma(\omega))$  and  $\text{Im}(\sigma(\omega))$  become maximal ? How can one find out, if positive or negative charge carriers are responsible for the conductivity ?

### Problem 28

Determine the correlation between the frequency-dependent conductivity  $\sigma(\omega)$  and the dielectric susceptibility  $\chi$  in the free electron model. The dielectric constant  $\epsilon$  is given by  $\epsilon = 1 + \chi$ . Calculate the reflection coefficient  $R(\omega)$  for an incident electromagnetic wave for a piece of silver.

### Problem 29 Testklausur

In der richtigen Klausur solltet Ihr in der Lage sein diese Aufgaben in ca. 20 min. zu lösen!

1) Gegeben sei ein Rechteckgitter in 2 Dimensionen. Konstruieren sie die Wigner-Seitz Zelle und die reziproken Gittervektoren.

2) Wie gross ist der Winkel zwischen den Ebenen (-1,2) und (1,1) im quadratischen Gitter (in 2 Dimensionen).

3) Drehkristallmethode: Wir betrachten Bragg-Streuung in der Ebene eines Kristalls mit quadratischem Gitter (Kantenlänge  $a$ ). Die einlaufende Welle sein monochromatisch und habe einen Wellenvektor in  $x$ -Richtung mit Betrag  $\frac{3\pi}{2a}$ . Wenn man den Kristall um  $360^\circ$  dreht, wieviele Streureflexe treten whrend der Drehung auf?

4) Wie ändert sich der Debeye-Waller Faktor mit der Temperatur?

5) Wie gross ist die Wellenlänge einer Schallwelle, deren Energie 10 meV entspricht und eine Schallgeschwindigkeit von 4000 m/s aufweist?

6) a) Warum haben die beiden transversalen Eigenschwingungen im Siliziumkristall mit Ausbreitungsrichtung (100) dieselbe Ausbreitungsgeschwindigkeit?

b) Was ist erforderlich, damit Licht im optischen Zweig absorbiert werden kann? Es wird vorausgesetzt, dass es einen optischen Zweig gibt und dass der Übergang senkrecht erfolgt. Was muss zusätzlich erfüllt werden?