

21) Zustandsdichte eines d -dimensionalen Elektronengases (6 + 1,5) 7,5 Punkte

- (a) Berechnen Sie die Zustandsdichte $D(E)$ für ein 1-, ein 2- und ein 3-dimensionales Elektronengas und skizzieren Sie jeweils $D(E)$. Geben Sie jeweils den Fermi-Wellenvektor k_F , die Fermi-Energie E_F und $D(E_F)$ an (in Abhängigkeit der Elektronendichte n).
- (b) Berechnen Sie die Elektronendichte, die Fermi-Energie, die Fermi-Wellenzahl, die Fermi-Temperatur und die Fermi-Geschwindigkeit für Kupfer. Benutzen Sie, dass ein Elektron pro Atom an das Elektronengas abgegeben wird. Dichte $\rho_{\text{Cu}} = 8.96 \text{ g/cm}^3$; Molmasse $M_{\text{Cu}} = 63.55 \text{ g/mol}$.

22) Fermi-Verteilung (2,5 Punkte)

Wie groß ist bei $T = 0$ und bei endlicher Temperatur ($T > 0$) die Halbwertsbreite der Ableitung der Fermi-Dirac-Verteilung, $f(E) = \frac{1}{\exp(\frac{E-\mu}{kT})+1}$, nach der Energie?

Skizzieren Sie Fermi-Verteilung für $T = 0$ und $T > 0$.

23) Drude-Modell

- (a) Was ist das Drude-Modell und wie ist darin die elektrische Leitfähigkeit definiert?
- (b) Berechnen Sie zum Vergleich mit dem freien Elektronengas von Aufgabe 21b) die Driftgeschwindigkeit von Kupfer bei einer Stromdichte von $j = 6 \text{ A/mm}^2$. Wie groß ist die Relaxationszeit (Stoßzeit) τ der am Leitungsprozeß beteiligten Elektronen? Die Leitfähigkeit von Kupfer ist $\sigma \approx 5 \cdot 10^5 \text{ } (\Omega \text{ cm})^{-1}$.

24) Hall-Effekt

Erklären Sie (stichpunktartig) anhand einer Skizze den klassischen Hall-Effekt und berechnen Sie die Hall-Konstante R_H von Kupfer. Gehen Sie bei der Berechnung der Ladungsträgerdichte davon aus, dass ein Kupferatom jeweils ein Elektron an das freie Elektronengas abgibt. Kupfer hat eine kubisch-flächenzentrierte Kristallstruktur mit der Gitterkonstanten $a = 0,361 \text{ nm}$.

25) Bänder-Schema

Skizzieren Sie die Lage des Fermi-Niveaus im Bänderschema für eine Metall, einen Isolator und einen Halbleiter.