

Experimentalphysik III, WS 05/06
Übungsblatt 11

69. Die Fermienergie von Silber beträgt 5.48 eV.

(a) Die Massendichte von Silber ist 10600 kg/m^3 und eine atome Masse von $108u$ ($1u$ entspricht einer Masse von $1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$). Berechnen Sie die Dichte der freien Elektronen zum einen aus der Fermienergie und zum anderen aus der Massendichte und begründen Sie dadurch, dass Silber ein freies Elektron pro Atom besitzt.

(b) Berechnen Sie die Energie eines Elektrons, wenn bei Zimmertemperatur die Wahrscheinlichkeit 95% beträgt, das Elektron bei dieser Energie zu finden (Hinweis: Verwenden Sie die Fermi-Dirac-Funktion!).

70. Für Physiker:

Zeigen Sie, dass die mittlere kinetische Energie eines Leitungselektrons in einem Metall bei 0K genau 60% der Fermienergie ist (Vorschlag: Im allgemeinen ist die mittlere

kinetische Energie $E_{av} = \frac{1}{n_e} \int E \cdot N(E) dE$, wobei n_e die mittlere Dichte der

Leitungselektronen ist, $N(E)$ die Anzahldichte der Elektronen mit der Energie E ist und über sämtliche möglichen Energien integriert wird).

71. Einige der wichtigsten Eigenschaften von Silizium beruhen auf der Tatsache, dass die Leitfähigkeit durch die Dotierung mit Störstellen beeinflusst werden kann. Betrachten Sie ein Phosphor-Atom in einem Silizium-Einkristall. Vier der Valenzelektronen des Phosphor gehen kovalente Bindungen mit den benachbarten Siliziumatomen ein. Der Phosphorkern hat eine positive Ladung mehr als der Siliziumkern, sein zusätzliches Elektron wird von dieser einen positiven Ladung angezogen. Die Energieniveaus des Zusatzelektrons können ähnlich wie die im Bohr-Atom beschrieben werden, jedoch mit zwei wichtigen Ausnahmen:

(1) Die Coulomb-Anziehung zwischen dem Elektron und der (einen) positiven Ladung des Phosphor-Kerns ist wegen der Dielektrizitätskonstante von Si ($\epsilon = 11.6$) reduziert.

(2) Der Einfluß des periodischen Gitters vom Si verringert (scheinbar) die Masse des Elektrons zu einer effektiven Masse m^* ($= 0.220 m_e$). Man kann das Bohr-Modell vom Wasserstoffatom dazu verwenden, um präzise Werte für die erlaubten Energie-Niveaus des zusätzlichen Elektrons zu bekommen.

Berechnen Sie unter Verwendung des Atommodells von Bohr die Energie und den Radius des Elektrons im Grundzustand und im ersten angeregten Zustand!

72. Eine Gleichrichter-Diode kann in einem Schaltkreis eingesetzt werden, um das System zu schützen, falls eine Pechvogel die Batterie mit einer falschen Polarität einlegt. In Vorwärtsrichtung soll bei Zimmertemperatur ein Strom von 200mA bei einer Potentialdifferenz von 100mV fließen. Wie groß ist der Strom durch die Diode, wenn die Batterie falsch eingelegt wird?

73. Betrachten Sie die Daten der drei Materialien, die in der Tabelle angegeben sind:

Material	Leitungsband	Breite Energielücke, E_g
A	leer	1.2 eV
B	halbvoll	1.2 eV
C	leer	8 eV

Welches Material ist ein Halbleiter, welches ein Leiter und welches ein Isolator?