Universität des Saarlandes
Lehrstuhl für Elektronik und Schaltungstechnik
Physikalische Grundlagen (Elektronik I)
WS 17/18 — Übung 4

Aufgabe 1) *Zustandsdichte.*

Betrachten Sie einen würfelförmigen Kristall mit Kantenlänge $L = 1\,\mathrm{mm}$. Für die potentielle Energie der Elektronen soll gelten:

$$W_{pot} = \begin{cases} 0 & \text{innerhalb des Kristalls} \\ \infty & \text{außerhalb des Kristalls} \end{cases}$$

a) Berechnen Sie unter Zuhilfenahme des Ansatzes $\Psi = a \cdot \mathrm{e}^{\mathrm{j}\,\vec{k}\,\vec{r}}$ als Lösung der Schrödingergleichung

$$-\frac{\hbar^2}{2\,\mathrm{m_e}} \cdot \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2}\Psi + \frac{\partial^2}{\partial y^2}\Psi + \frac{\partial^2}{\partial z^2}\Psi \right) = W \cdot \Psi$$

die Energie W des Elektrons, das zu dem Wellenvektor $\vec{k}$ gehört.

b) Um die periodische Randbedingung zu erfüllen, wird folgender Ansatz gewählt:

$$k_x = \frac{n_x \cdot 2\,\pi}{L} \qquad k_y = \frac{n_y \cdot 2\,\pi}{L} \qquad k_z = \frac{n_z \cdot 2\,\pi}{L} \qquad \text{mit } n_x, n_y, n_z \in \mathbb{Z}$$

Welchen Einfluss hat diese Wahl auf die Energie des Elektrons im k-Raum?

c) Berechnen Sie die ersten vier Energieniveaus, die das Elektron einnehmen kann!

d) Wie viele Zustände N_Z ergeben sich auf diesen ersten vier Energieniveaus? Durch wie viele Elektronen N_{EZ} können diese eingenommen werden?

Aufgabe 2) *Bedeutung der Fermi-Energie.*

Was sagt die Fermi-Energie eines freien Elektronen-Gases aus?

Aufgabe 3) *Volumenabhängigkeit der Fermi-Energie.*

Wie ändert sich die Fermi-Energie ($T = 0$) des freien Elektronen-Gases eines Metalls mit dem Volumen L^3, wenn die Kantenlänge L verdoppelt wird?

Aufgabe 4) *Fermikugel.*

Wie viele freie Elektronen sind in einem Festkörper mit einem Volumen von 1 mm^3, wenn die Fermienergie 1 eV beträgt?

Aufgabe 5) *Miller-Indizes.*

Eine Kristallebene schneidet die Kristallachsen $\vec{a}$, $\vec{b}$, $\vec{c}$ bei $3|\vec{a}|$, $-2|\vec{b}|$ und $4|\vec{c}|$.

a) Wie lauten die Miller-Indizes dieser Ebene?

b) Wie lauten die Miller-Indizes einer planparallelen Ebenenschar mit $\frac{1}{5}$ des Abstandes?

Aufgabe 6) *Miller-Indizes.*

Gegeben sind die Miller-Indizes $(1, 2, 3)$, $(2, 1, 3)$ und $(2, 1, 1)$. Stellen Sie die Lage der Ebenen, die durch obige Miller-Indizes repräsentiert werden, grafisch dar.