

Bandstruktur und freies Elektronen-Gas in Lithium

- a) Zeigen Sie anhand der gezeigten Bandstruktur von Lithium, dass die effektive Elektronenmasse im energetisch niedrigsten Band Γ_1 näherungsweise durch die freie Elektronenmasse m gegeben ist. Erläutern Sie den physikalischen Grund hierfür.

5 Punkte

- b) Begründen Sie, dass für die elektronische Zustandsdichte $Z(k)$ eines dreidimensionalen Gases freier Elektronen im k -Raum gilt:

$$Z(k) = V/(4\pi^3)$$

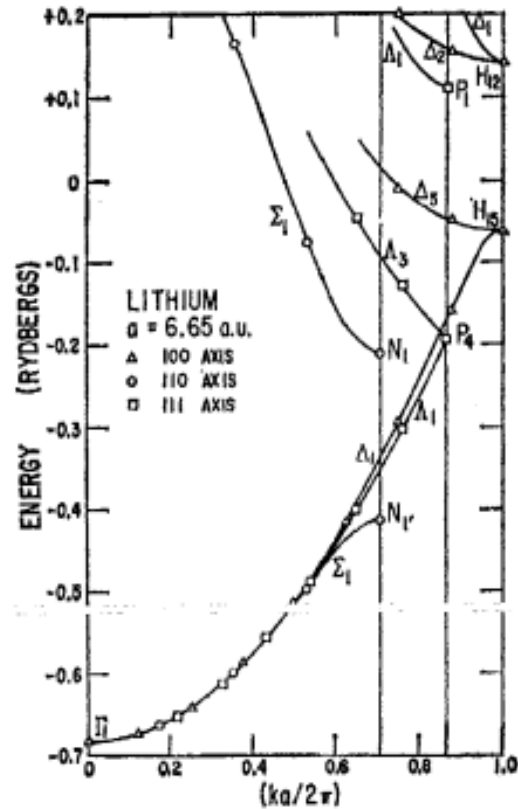
. V bezeichnet dabei das Volumen des Materials.

2 Punkte

- c) Zeigen Sie damit, dass für die Zustandsdichte im Energieraum gilt:

$$D(E) = \frac{V}{2\pi^2} \left(\frac{2m}{\hbar^2} \right) \sqrt{E}$$

5 Punkte



Quelle: F.S. Ham, Physical Review 128, 82 (1962)
 Hinweise zur Umrechnung von Einheiten:
 1 Rydberg = 13,605 eV; Die Gitterkonstante ist in a.u. (atomic units) angegeben, d.h. in Vielfachen des Bohr-Radius $a_0 = 0.529 \cdot 10^{-10} \text{m}$.

- d) Nehmen Sie an, dass im Kristallgitter von Lithium jedes Atom genau ein Elektron an das Leitungsband abgibt. Berechnen Sie damit die Elektronendichte n sowie die Fermieenergie E_F .

Hinweis: Die Dichte von Lithium beträgt $\rho_{Li} = 0,534 \text{ g cm}^{-3}$, die Atommasse $M_{Li} = 6,94 \text{ u}$.

4 Punkte

- e) Nach dem Drude-Modell kann die dielektrische Funktion ungebundener Elektronen in einem Metall dargestellt werden als

$$g(\omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2}$$

Diskutieren Sie anhand dieser Funktion die charakteristischen optischen Eigenschaften des freien Elektronengases unterhalb und oberhalb der Plasmafrequenz ω_p . Skizzieren Sie hierzu die Reflektivität der Metalloberfläche als Funktion der Kreisfrequenz ω . Geben Sie an, in welchem Spektralbereich die Plasmafrequenz in typischen Metallen liegt.

4 Punkte