

Übung 8.1-2

Berechne Zahlen für v_0 , v_D , τ und l der freien Elektronen

Wir berechnen mal die wesentlichen Daten der freien Elektronen in Metallen unter der Annahme, dass sie *klassische Teilchen* sind. (Das sind sie *nicht* – aber wir schauen mal, was die Ergebnisse dazu sagen.)

1. Aufgabe: Berechne die mittlere thermische Geschwindigkeit $v_0(T)$ *klassischer* Elektronen.

- Für die durchschnittliche Geschwindigkeit $v_0(T)$ klassischer Elektronen hatten wir (Gleichverteilungssatz)

$$\frac{1}{2}mv_x^2 = \frac{1}{2}k_B T$$

Daraus

$$v_0 = \left(\frac{3k_B T}{m} \right)^{1/2}$$

2. Aufgabe: Berechne die mittlere Stoßzeit τ der Elektronen.

- Für die Stoßzeit τ , die mittlere Zeit zwischen zwei Stoßereignissen, galt

$$\tau = \frac{\sigma \cdot m}{n \cdot e^2}$$

3. Aufgabe: Berechne die obere Grenze für eine Driftgeschwindigkeit v_D der Elektronen – indem wir eine sehr hohe Feldstärke von $E = 100 \text{ V/m} = 1 \text{ V/cm}$ nehmen.

- Als Formel für die Driftgeschwindigkeit v_D hatten wir

$$v_D = - \frac{E \cdot e \cdot \tau}{m}$$

4. Aufgabe: Berechne die mittlere freie Weglänge l .

- Für die mittlere freie Weglänge l folgt dann automatisch (und für $v_D = 0$, um es einfach zu machen):

$$l = v_0 \cdot \tau$$

Wir brauchen natürlich Zahlen für die Konzentration n der freien Elektronen und für spezifische Leitfähigkeiten σ .

- Für Metalle gehen wir mal davon aus, dass von jedem Atom **1** Elektronen ins "freie Elektronengas" geht. Hier sind ein paar Daten für die Berechnung (die sollte man übrigens schon mal gemacht haben).
- Also erst mal die freie Spalte in der Tabelle ausfüllen.

Atom	Dichte [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]	Atomgewicht [$1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$]	spezif. Leitfähigk. σ [$10^7 \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$]	atomare Konzentration n [m^{-3}] ???
Na	970	23	2,4	
Cu	8.920	64	5,9	
Au	19.300	197	4,5	

Wie oft, paßt's bei den Maßeinheiten nicht auf Anhieb; also umrechnen.

- Hinweis: Die Konversion von \mathbf{eV} zu \mathbf{J} anschauen (sowie die von Ω zu \mathbf{V} und \mathbf{A}).



Lösung