

## Übung 8.1-2

### Berechne Zahlen für $v_0$ , $v_D$ , $\tau$ 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  $\tau$  der Elektronen.

- Für die Stoßzeit  $\tau$ , 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  $\sigma$ .

- 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. $\sigma$ [ $10^7 \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ ]	atomare Konzentration $n$ [ $\text{m}^{-3}$ ] ???
<a href="#">Na</a>	970	23	2,4	
<a href="#">Cu</a>	8.920	64	5,9	
<a href="#">Au</a>	19.300	197	4,5	

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

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



**Lösung**