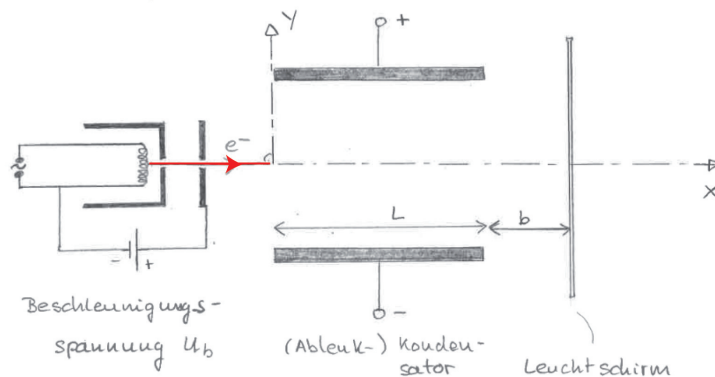

Übungen zur Klassischen Experimentalphysik II: Elektrodynamik (SS 2020)

Übungsblatt 5 · Besprechung am 27.05.2020 · (A.Ustinov/G.Fischer)

Aufgabe 16: Elektronenstrahlröhre (4 Punkte)

Ein Elektron bewegt sich mit einer kinetischen Energie E_{kin} längs der x -Achse. Zum Zeitpunkt $t = 0$ tritt es zwischen die Platten eines Kondensators ein. Zwischen den Kondensatorplatten der Länge L wirkt das elektrische Feld E_y in y -Richtung. Außerhalb des Kondensators ist $\vec{E} = 0$.



- Welche Beschleunigungsspannung muss das Elektron durchlaufen haben?
- Wie lautet die Bahnkurve $y(x)$ des Elektrons im Bereich zwischen den Kondensatorplatten?
- Welchen Abstand von der x -Achse hat das Elektron beim Austritt aus den Kondensatorplatten und welchen Winkel schließt die Bewegungsrichtung des Elektrons mit der x -Achse ein?
- In welcher Entfernung von der x -Achse trifft das Elektron auf einen Leuchtschirm auf, der sich im Abstand b vom Ende der Ablenkplatten befindet.

Zahlenwerte: $E_{\text{kin}} = 3 \cdot 10^{-16} \text{ J}$, $L = 4 \text{ cm}$, $E_y = 2 \cdot 10^4 \text{ N/C}$, $b = 12 \text{ cm}$

Aufgabe 17: Kupferdraht (4 Punkte)

Ein Kupferdraht mit der Querschnittsfläche A und einem spezifischen Widerstand ρ leitet einen Strom der Stärke I .

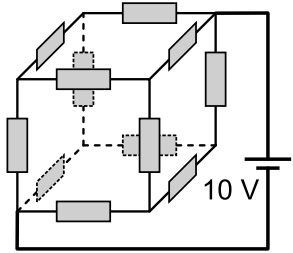
- Berechnen Sie das elektrische Feld E und die Spannung U , die in einem Draht der Länge $l = 2,5 \text{ m}$ abfällt.
- Jedes Kupferatom setzt ein Leitungselektron frei. Wie groß ist unter dieser Bedingung die Leitungselektronendichte in Kupfer (in $1/\text{cm}^3$ und in $1/\text{m}^3$)? Berechnen Sie nun die Driftgeschwindigkeit v_D der Elektronen in Kupfer.
- Berechnen Sie die mittlere Streuzeit τ der Elektronen unter der Annahme, dass die Elektronen nach jedem Stoß (im Mittel) $v = 0$ haben und durch das elektrische Feld E beschleunigt werden.

- (d) Berechnen Sie die Beweglichkeit μ (mit $v_D = \mu \cdot E$) der Elektronen im Kupfer. Metallartige („entartete“) 2-dimensionale Elektronensysteme in speziellen Halbleiterschichtsystemen weisen bei tiefen Temperaturen ($T = 1\text{ K}$) eine Beweglichkeit über $\mu = 10^7\text{ cm}^2/(\text{Vs})$ in der Schichtebene auf. Welche Streuzeit und Driftgeschwindigkeit für die Elektronen ergeben sich damit bei einem elektrischen Feld wie in a)?

Zahlenwerte: $A = 1\text{ mm}^2$, spez. Widerstand $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}\text{ }\Omega\text{m}$, Stromstärke $I = 2,0\text{ A}$, spez. Dichte $\rho_{Cu} = 8,93\text{ g/cm}^3$, Molmasse $M_{Cu} = 63,5\text{ g/Mol}$

Aufgabe 18: Widerstandsnetzwerk (4 Punkte)

Die Abbildung zeigt einen Würfel aus Draht. Auf jeder Kante ist ein Widerstand von $R = 6\text{ }\Omega$. Zwischen zwei gegenüberliegenden Ecken des Würfels wird eine Spannung von 10 V angelegt.



- Zeichnen Sie das Schaltbild der Anordnung in 2D. Hinweis: Einige Leitungen müssen sich überkreuzen. Dies wird durch einen kleinen Bogen symbolisiert, den der obere Draht über den unteren macht. Wie kann das Ersatzschaltbild davon noch aussehen?
- Wie groß ist der Gesamtstrom und der Gesamtwiderstand zwischen den beiden Anschlusspunkten?
- Welche Ströme fließen jeweils durch die einzelnen Kanten des Würfels?
- Auf welchem Potential liegen die weiteren Ecken des Würfels, wenn die untere Zuleitung/Ecke_(vorn/unten/links) auf 0 V und die obere Zuleitung/Ecke_(hinten/oben/rechts) auf 10 V liegt?

Hinweis: Überlegen Sie sich anhand der Zeichnung, welche Größen aus Symmetriegründen in welchen Bereichen des Würfels gleich sein müssen.

Aufgabe 19: Wheatstone Brücke (Zusatzaufgabe ohne Wertung)

Erklären Sie anhand einer Schaltskizze die Wheatstone'sche Brückenschaltung. Warum ist diese Messmethode so genau?

Die Fachschaft Physik informiert:

