

Übungsblatt 4

Besprechung am 29.05.2020

Aufgabe 1

Elektrisches Feld der Erde. Zwischen der Erdoberfläche und der Ionosphäre herrscht ein natürliches elektrisches Feld mit einer Feldstärke von etwa 150 V/m in Bodennahe.

- Benutzen Sie den Gaußschen Satz um die Gesamtladung der Erdoberfläche zu berechnen. Für diese Aufgabe können Sie die Form der Erde als eine perfekte, homogene Kugel nähern. Nehmen Sie an, dass die gesamte Ladung negativ und gleichmäßig auf der Oberfläche verteilt ist und die 150 V/m direkt über der Erdoberfläche gemessen werden können.
- Wie hoch ist die Ladungsdichte der Erdoberfläche pro m^2 ?

Aufgabe 2

Ladungsträger im Leiter. Zur Stromversorgung ist eine Glühlampe über ein 10 m langes Kupferkabel mit einem Durchmesser von 0,5 m mit einer Gleichspannungsquelle verbunden. Ist der Stromkreis geschlossen, fließt ein Strom von 1 A. Die Dichte von Kupfer beträgt $\rho = 8,92 g/cm^3$ und die der Ladungsträger $n = 5 \cdot 10^{28} m^{-3}$.

- Auf wie viele Kupferatome kommt im Mittel ein Ladungsträger?
- Nach welcher Zeit t_1 fängt nach dem Schließen des Schalters die Lampe an zu leuchten?
- Wie lange dauert es, bis das erste Elektron aus der Spannungsquelle die volle Länge des Kabels bis zur Lampe passiert hat? Vergleichen Sie außerdem die Driftgeschwindigkeit v_D der Elektronen mit ihrer mittleren thermischen Geschwindigkeit gegeben durch

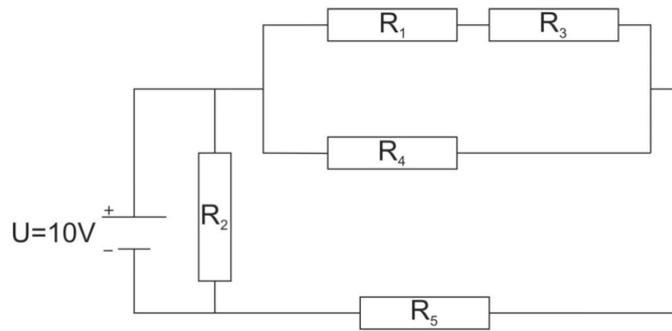
$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8 \cdot k_B \cdot T}{\pi \cdot m}}$$

mit der Boltzmann-Konstante k_B , der Temperatur T und der Elektronenmasse m .

- Wie lange muss der Strom fließen, bis 1g Elektronen an einem Punkt entlang des Kabels vorbeigewandert sind?

Aufgabe 3

Kirchhoffsche Gesetzte. Betrachten Sie die in der folgenden Abbildung die Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen. Nehmen Sie die Leitungen zwischen den einzelnen Widerständen selbst als Widerstandslos an.



Die Stromquelle liefert eine Spannung von $V = 10\text{ V}$. Die Größe der Widerstände ist: $R_1 = 1.0\Omega$, $R_2 = 2.0\Omega$, $R_3 = 3.0\Omega$, $R_4 = 4.0\Omega$ und $R_5 = 5.0\Omega$.

- a) Berechnen Sie den Gesamtwiderstand der Schaltung, sowie den Spannungsabfall und die Stromstärke an den jeweiligen Widerständen.

Tipp: Definieren Sie sich für jeden einzelnen Widerstand eine Stromrichtung, denn Spannungen und Stromstärke können auch negativ sein! Für die Stromquelle ist zu beachten, dass innerhalb der Quelle der Strom in die entgegengesetzte Richtung fließt, damit eine Spannung aufgebaut werden kann. Aus diesem Grund ist die Spannung der Quelle entgegen der normalen technischen Stromrichtung gerichtet. Der Strom fließt jedoch in die technische Stromrichtung.

- b) Betrachten Sie nun den Fall, dass der Widerstand $R_2 = 0$ wird. Um was für einen speziellen Fall in der Elektronik handelt es sich hier?