



Experimentalphysik II – Elektrizitätslehre
Sommersemester 2021
Übungsblatt 6

Besprechung in der Woche ab dem 24.05.2020

Aufgabe 18: Ladungstransport in Metallen (2P)

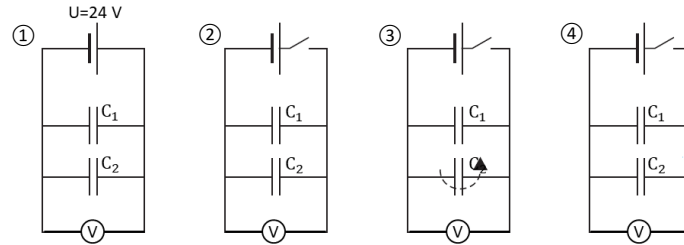
Um den Ladungstransport in Metallen zu beschreiben, entwickelte Paul Drude um 1900 eine Modellvorstellung für die Abläufe in einem stromführenden Leiter. In seinem Modell hat er die folgenden Annahmen gemacht:

1. Im Inneren eines stromführenden Leiters der Länge L herrscht ein homogenes elektrisches Feld. Die Situation ist vergleichbar mit dem Raum zwischen den Platten eines Plattenkondensators mit dem Plattenabstand L , zwischen dessen Platten eine Spannung U herrscht.
 2. Die positiven Atomrümpfe sind regelmäßig angeordnet und - abgesehen von leichten Schwingungen um ihre Position im Gitter - unbeweglich.
 3. Die Elektronen bewegen sich ohne elektrisches Feld wie die Teilchen eines idealen Gases. Legt man ein elektrisches Feld an, wirkt auf jedes Elektron eine Kraft, die es beschleunigt. Nach einer mittleren freien Weglänge stößt ein Elektron auf einen Atomrumpf und es kommt zu einem Impuls- und Energieübertrag auf den Atomrumpf. Dadurch stellt sich eine konstante mittlere Driftgeschwindigkeit des Elektronengases ein, die proportional zur herrschenden, elektrischen Feldstärke ist.
- a) Erklären Sie mithilfe der oben gemachten Angaben qualitativ, warum sich der Widerstand eines zylinderförmigen Drahtstückes verdoppelt, wenn man seine Länge L verdoppelt. (1P)
Hinweis: Greifen Sie dabei nicht auf eine Formel wie $R = \rho L/A$ zurück, sondern argumentieren Sie mit Proportionalitäten zwischen den im Text genannten Größen.
- b) Häufig findet man als Erklärung für die Widerstandsabnahme bei zunehmender Querschnittsfläche des Drahtes, dass dies zu einer geringeren Stoßanzahl zwischen Elektronen und Atomrümpfen führt und somit die Driftgeschwindigkeit der Elektronen zunimmt.
- i. Begründen Sie, warum diese Erklärung nicht zutrifft.
 - ii. Formulieren Sie mithilfe der oben gemachten Angaben zum Drude-Modell eine korrekte Erklärung dafür, dass sich der Widerstand eines zylinderförmigen Drahtstückes halbiert, wenn man seine Querschnittsfläche verdoppelt.
Hinweis: Auch hier wird eine physikalische Argumentation ohne expliziten Rückgriff auf Formeln erwartet.

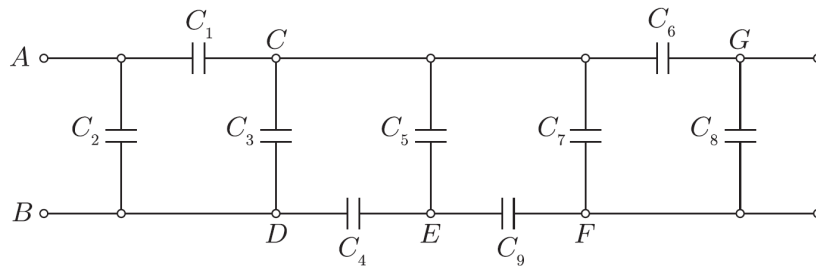
(1P)

Aufgabe 19: Schaltung von Kondensatoren und Widerständen (4P)

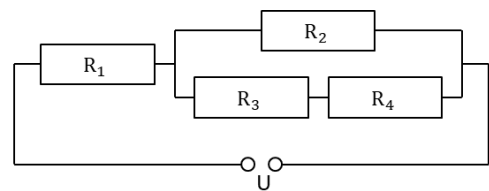
- a) Zwei Kondensatoren mit den Kapazitäten $C_1=2.2\text{ }\mu\text{F}$ und $C_2=1.2\text{ }\mu\text{F}$ seien parallel geschaltet und an eine 24 V -Batterie angeschlossen (Bild 1 in der Abbildung). Dann wird die Verbindung zur Batterie getrennt (Bild 2). Der zweite geladene Kondensator wird herausgenommen und umgedreht wieder in die Schaltung eingebaut (Bild 3). Berechnen Sie die danach vom Voltmeter angezeigte Spannung sowie die Ladungen Q_1 und Q_2 der beiden Kondensatoren am Ende des Vorgangs (Bild 4). (1P)



- b) In der Abbildung unten ist eine Schaltung von Kondensatoren mit den identischen Kapazitäten $C_1=C_2=\dots=C_9=5\text{ nF}$ dargestellt. Berechnen Sie die Kapazität C_{AB} zwischen den beiden Anschlussstellen A und B . (1P)

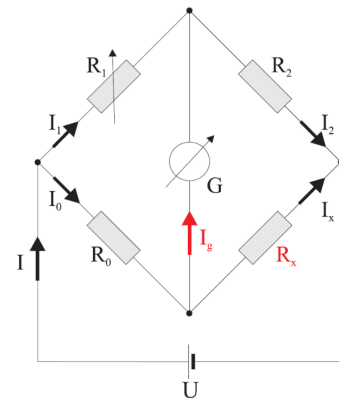


- c) Zwei Widerstände werden einmal parallel und einmal in Serie geschaltet. Geben Sie an, wie sich der Ersatzwiderstand dadurch ändert. Begründen Sie ihre Entscheidung. Vergleichen Sie das Verhalten mit der Schaltung von Kondensatoren. (1P)
- d) Die vier Widerstände der rechts abgebildeten Schaltung haben die Werte $R_1=24\text{ }\Omega$, $R_2=160\text{ }\Omega$, $R_3=40\text{ }\Omega$ und $R_4=200\text{ }\Omega$. Die elektrische Quelle liefert die Spannung $U=6\text{ V}$. Ermitteln Sie den Ersatzwiderstand der vier Widerstände. Berechnen Sie für alle Einzelwiderstände die anliegenden Spannungen und erzielten Stromstärken. (1P)



Aufgabe 20: Wheatstone-Brücke (3P)

Zur exakten Bestimmung eines unbekannten Widerstands R_x kann die unten gezeigte Wheatstone'sche Brückenschaltung verwendet werden. Aus dem Brückenstrom I_g , gemessen mittels eines empfindlichen Galvanometers G , und den bekannten Widerständen R_0 , R_1 , R_2 kann der unbekannte Widerstand R_x berechnet werden.



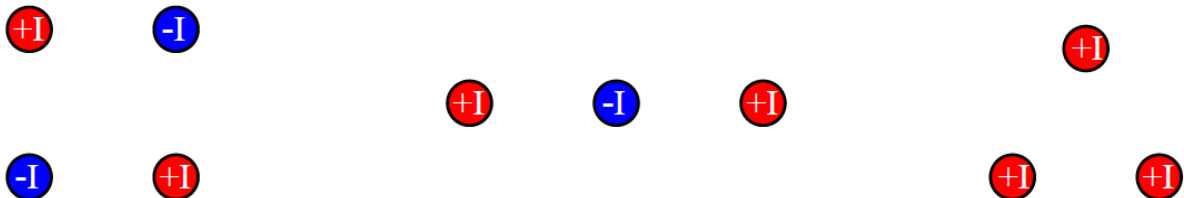
- a) Stellen Sie den Brückenstrom I_g durch die Spannung U und die 4 Widerstände R_i dar. Wenden Sie hierzu die Kirchhoff'schen Regeln an und vernachlässigen Sie den Widerstand R_g des Galvanometers. (2P)

Hinweis: Das gesamte System ist durch 5 Unbekannte, wie z.B die Ströme I_i bestimmt. Betrachten Sie daher bspw. 2 Knoten und 3 Maschen, stellen Sie die entsprechenden Gleichungen auf und lösen Sie nach dem Brückenstrom auf.

- b) Welcher Zusammenhang besteht zwischen den einzelnen Widerständen, wenn die Abgleichbedingung ($I_g=0$) erfüllt ist? Leiten Sie her. (1P)

Aufgabe 21: Grundlagen Magnetfeld (2P)

- a) Nennen Sie die Eigenschaften magnetischer Feldlinien. Begründen Sie diese kurz. Skizzieren Sie die magnetischen Feldlinien in der Blattebene, die von den folgenden Anordnungen vertikal unendlich ausgedehnter Leiter erzeugt werden. (1P)



- b) Recherchieren Sie den Verlauf des Erdmagnetfelds. Skizzieren Sie dieses möglichst realitätsgetreu. Erläutern Sie die für das Leben auf der Erde nützlichen Eigenschaften des Erdmagnetfelds und erklären Sie die Entstehung von Polarlichtern. (1P)

Aufgabe 22: Zylindrischer Leiter (2P)

Betrachten Sie einen Hohlleiter mit Innenradius R_I und Außenradius R_A . Ein Strom der Stärke I fließt durch den Leiter. Bestimmen Sie allgemein alle Vektorkomponenten des Feldes \vec{B} mit Hilfe des Ampèreschen Gesetzes für die Bereiche $r < R_I$, $R_I < r < R_A$ und $r > R_A$.

