

Ferienkurs Experimentalphysik 2

Sommersemester 2015

Gabriele Semino, Alexander Wolf, Thomas Maier

Probeklausur

Aufgabe 1: Kupfermünze (4 Punkte)

Die alte, von 1793 bis 1837 geprägte Pennymünze in den USA bestand aus reinem Kupfer und hatte eine Masse von $m = 3,10$ g (Moderne 'Kupfermünzen' werden aus einer Kupfer-Zink-Legierung (US-Penny) geprägt oder bestehen aus einem Stahlkern mit Kupferummantelung (Euro-Cent)). Wie groß ist die Gesamtladung aller Elektronen in einer solchen Münze?

Hinweis: Kupfer hat eine Kernladungszahl von $Z = 29$ und eine Molare Masse von $M = 63,55$ g/mol. Die Avogadro-Konstante beträgt $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ Atome/mol.

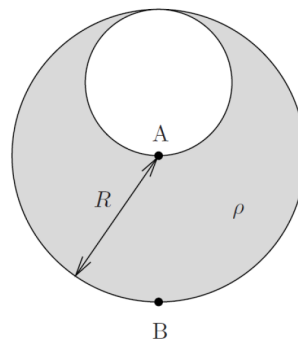
Aufgabe 2: Kugel mit Hohlraum (6 Punkte)

Das Feld einer homogenen geladenen Kugel hat die Form:

$$\vec{E}(\vec{r}) = \begin{cases} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^3} \vec{r} & \text{für } r < R \\ \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{r} & \text{für } r > R \end{cases} \quad (1)$$

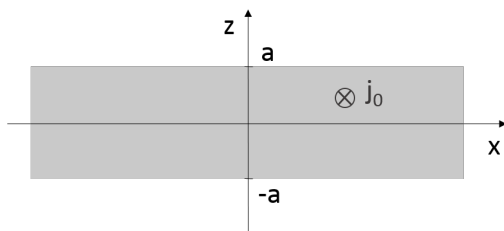
Hierbei ist R der Radius der Kugel und Q ihre Ladung. Benutzen Sie dies, um das folgende Problem zu bearbeiten:

Eine Kugel mit Radius R war positiv geladen mit einer einheitlichen Ladungsdichte ρ . Dann wurde eine kleinere Kugel mit dem Radius $R/2$ ausgeschnitten und entfernt (siehe Skizze). Welche Richtung und welchen Betrag hat das Feld in den Punkten A und B?



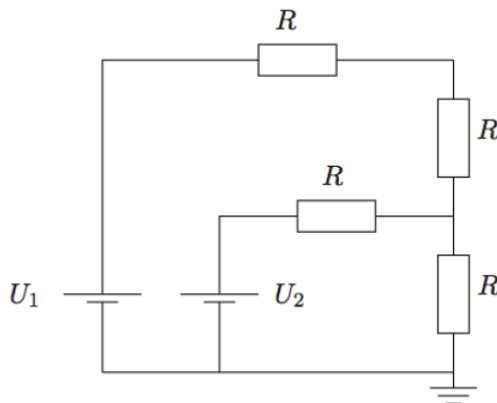
Aufgabe 3: Magnetfeld einer Stromschicht (5 Punkte)

Gegeben sei eine unendlich breite Schicht der Höhe $2a$, welche von einer konstanten Stromdichte $\vec{j} = j_0 \vec{e}_y$ durchflossen wird (siehe Skizze). Berechnen Sie das magnetische Feld $\vec{B}(\vec{r})$ ober, unter und in der Schicht mithilfe des Ampere'schen Gesetzes.



Aufgabe 4: Widerstandsnetzwerk (7 Punkte)

Betrachten Sie das abgebildete Widerstandsnetzwerk. Bestimmen Sie das Verhältnis der beiden Eingangsspannungen U_1 und U_2 , sodass durch den oberen Widerstand kein Strom fließt.



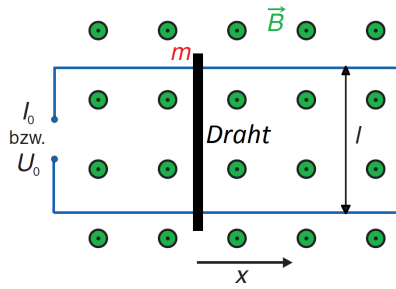
Aufgabe 5: Lenz Beschleunigung (6 Punkte)

Ein Metalldraht mit der Masse m und dem Widerstand R liegt auf zwei parallelen leitenden Schienen mit dem Abstand l . Der Draht kann auf den Schienen reibungsfrei gleiten. Senkrecht zur Schienenebene liegt ein homogenes Magnetfeld \vec{B} .

- Zwischen beiden Schienen liefert ein Stromgenerator einen konstanten Strom I_0 . Bestimmen Sie die Geschwindigkeit v des Metalldrahts als Funktion der Zeit, wenn er zum Zeitpunkt $t = 0$ am Ort $x = 0$ ruht.
- Welchen Endwert erreicht die Geschwindigkeit des Metalldrahts, wenn der Stromgenerator durch eine Batterie mit konstanter Spannung U_0 ersetzt wird?

Aufgabe 6: Komplexe Widerstände (6 Punkte)

Gegeben sei eine Parallelschaltung einer Induktivität $L = 4 \text{ H}$ und einer Kapazität $C = 25 \mu\text{F}$, die mit der Generatorspannung $U = U_0 \cdot \cos(\omega t)$ mit $U_0 = 100 \text{ V}$ betrieben wird.



- Wie groß sind in jedem Zweig der Schaltung die maximale Amplitude des Stromes und der Phasenwinkel zwischen Strom und Spannung?
- Berechnen sie die Kreisfrequenz ω , bei der die Generatorstromstärke gleich null ist.
- Wie groß sind bei diesem Resonanzfall die maximale Stromstärke in der Spule und im Kondensator?
- Zeichnen Sie ein Zeigerdiagramm, aus dem die Beziehung zwischen angelegter Spannung, Generatorstrom, Kondensatorstrom und Spulenstrom hervorgeht. Hierbei sei der induktive Blindwiderstand größer als der kapazitive.

Aufgabe 7: Protonenstrom (6 Punkte)

Eine Astronomin beobachtet, dass ein Protonenstrom (Teil des Sonnenwinds) die Erde zum Zeitpunkt t_1 passiert. Später entdeckt sie, dass Jupiter zum Zeitpunkt $t_2 = t_1 + \Delta t$ ($\Delta t = 900\text{s}$) einen Ausbruch hochfrequenten Rauschens emittiert. Eine zweite Astronomin S' reist in einem Raumschiff von der Erde zum Jupiter. Das Raumschiff hat die Geschwindigkeit $v = 0,5c$. Diese Astronomin beobachtet dieselben zwei Ereignisse. Nehmen Sie an, dass sich die Erde direkt zwischen der Sonne und Jupiter befindet und dass die Entfernung zwischen der Erde und dem Jupiter $6,3 \cdot 10^8\text{km}$ beträgt.

- Berechnen Sie das von Beobachterin S' im Raumschiff gemessene Zeitintervall $\Delta t'$ zwischen den zwei Ereignissen.
- Mit welcher Geschwindigkeit (und in welche Richtung) müsste ein Raumschiff fliegen, damit die zwei Ereignisse für ein Besatzungsmitglied zeitgleich erschienen?
- Angenommen das Rauschen wird vom Protonenstrom verursacht, berechnen Sie die Begrenzung, die sich aus dieser Bedingung für Δt ergibt.