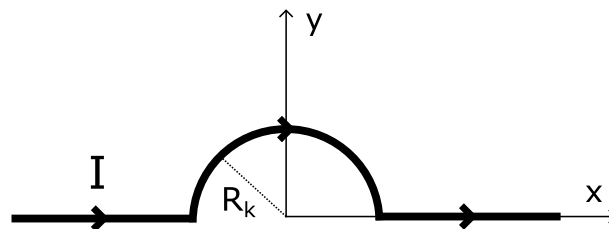




Experimentalphysik II – Elektrizitätslehre
Sommersemester 2021
Übungsblatt 8

Besprechung in der Woche ab dem 07.06.2021

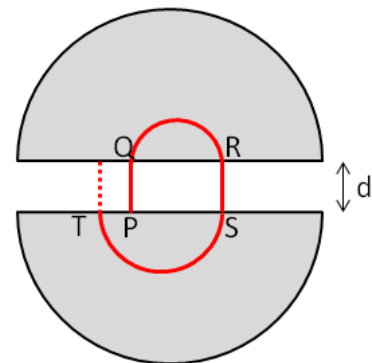
Aufgabe 23: Leiterschleife (2P)



Die oben gezeigte Leiterschleife mit Radius R_k wird von einem Strom I durchflossen. Berechnen Sie mit Hilfe des Biot-Savart Gesetzes das Magnetfeld, welches im Ursprung erzeugt wird.

Aufgabe 24: Zyklotron (4P)

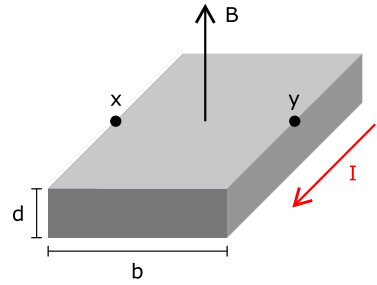
Zur Behandlung von Krebstumoren insbesondere im Gehirn werden schnelle Protonen zur Bestrahlung der Krebszellen eingesetzt. Die Protonen werden durch ein Zyklotron beschleunigt und anschließend auf die zu zerstörenden Zellen fokussiert. Im Punkt P treten Protonen mit vernachlässigbarer Anfangsgeschwindigkeit in den Spalt der Breite d ein und werden durch die Spannung $U=75\text{ kV}$ zum Punkt Q hin beschleunigt. Während sich das Proton in einem Magnetfeld von $B=0.9\text{ T}$ von Q nach R bewegt, wird die Spannung so umgepolt, dass das Proton bei jedem Passieren des Spalts durch $U=75\text{ kV}$ beschleunigt wird.



- Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Protons im Punkt Q . Schätzen Sie dazu ab, ob eine relativistische Betrachtung der Bewegung nötig ist. Bestimmen Sie weiterhin die kinetische Energie des Protons im Punkt T in eV. (1P)
- Geben Sie an, wie das Magnetfeld für eine derartige Ablenkung gerichtet sein muss. Berechnen Sie den Radius des Halbkreises über \overline{QR} , sowie die Zeit t_1 , die das Proton zum Durchlaufen dieses Halbkreises benötigt. Erläutern Sie die Abhängigkeit dieser Zeit t_1 von der Geschwindigkeit des Protons. (1P)
- Die maximale Energie des Protons ist beschränkt durch den Bahnradius $r_{\max}=0.65\text{ m}$. Berechnen Sie die maximale kinetische Energie, die ein Proton in diesem Zyklotron erhalten kann unter der Berücksichtigung relativistischer Effekte. (2P)

Aufgabe 25: Hall-Effekt (2P)

Ein Metallstreifen mit Breite $b = 2\text{ cm}$ und Dicke $d = 0,1\text{ cm}$ wird von einem Strom $I = 20\text{ A}$ durchflossen und befindet sich in einem homogenen Magnetfeld $B = 2\text{ T}$. Zwischen den Punkten x und y wird eine Spannung von $4,8\text{ }\mu\text{V}$ gemessen.

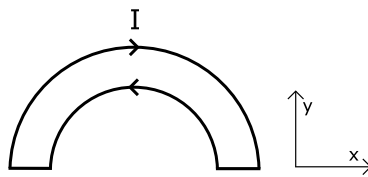


- Erläutern Sie das Zustandekommen dieser Spannung. Welcher der Punkte x und y ist auf dem höheren Potential? (1P)
- Berechnen Sie die Driftgeschwindigkeit sowie die Anzahldichte der Elektronen in dem Metallstreifen. (1P)

Aufgabe 26: Magnetisches Moment (2P)

Die unten gezeigte Leiterschleife mit den Radien $R_i = 30\text{ cm}$ und $R_a = 50\text{ cm}$ wird von einem Strom $I = 1,5\text{ A}$ im Uhrzeigersinn durchflossen.

- Berechnen Sie das magnetische Moment der Leiterschleife. (1P)
- Berechnen Sie das Drehmoment, das jeweils auf die Leiterschleife wirkt, wenn diese sich in einem homogenen Magnetfeld $B = 0,3\text{ T}$ in x -, y - bzw. z -Richtung befindet. (1P)



Aufgabe 27: Dia/Paramagnet im homogenen Magnetfeld (3P)

Betrachten Sie einen dia- bzw. paramagnetischen Körper im Magnetfeld eines entlang der z -Achse verlaufenden, stromführenden Drahtes. Die Kraft auf einen magnetischen Dipol im inhomogenen Feld lässt sich allgemein schreiben als

$$\vec{F} = (\vec{p}_m \nabla) \vec{B}$$

- Zeigen Sie, dass für die Kraft auf den Körper gilt

$$\vec{F} = -\frac{\chi}{\mu_0} V \frac{\mu_0^2 I^2}{4\pi^2 r^4} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 0 \end{pmatrix}$$

Geben Sie auch die Richtung der Kraft auf den dia- bzw. paramagnetischen Körper an. (2P)

- Durch den Leiter soll nun ein Strom der Stärke $I=10\text{ A}$ fließen. Der Körper sei ein Würfel mit Kantenlänge von $a=1\text{ mm}$ und befinde sich im Abstand $r=10\text{ mm}$ vom Leiter. Der Würfel soll aus
 - Kupfer ($\chi=-9,6 \times 10^{-6}$)
 - Aluminium ($\chi=2,1 \times 10^{-5}$)

bestehen. Berechnen sie jeweils die Kraft sowie die Beschleunigung auf den Würfel. (1P)