

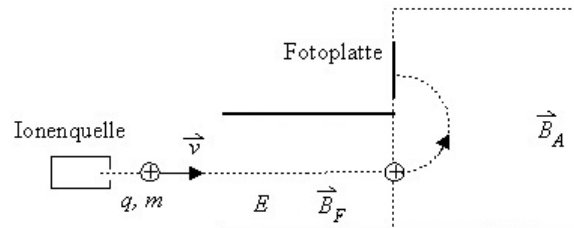


Übungen zu Experimentalphysik II für Biologinnen und Biologen

Blatt 05

Aufgabe 1: Massenspektrometer

Sie besitzen ein Gas aus einfach positiv geladenen Teilchen, deren Masse Sie bestimmen wollen. Dazu verwenden Sie ein Massenspektrometer. Dieses besteht aus einer Ionenquelle, die ihre Gasteilchen ionisiert und mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten emittiert, einem Wienfilter (Geschwindigkeitsfilter) bestehend aus einem elektrischen Feld \vec{E} und einem Magnetfeld \vec{B}_F , und einer Blende (exakt gegenüber der Ionenquelle), die in einen zweiten Bereich führt, in dem ein Magnetfeld \vec{B}_A senkrecht zur Geschwindigkeit angelegt ist.



- Vorerst sind die Felder im ersten Bereich ausgeschaltet und das Feld \vec{B}_A ist eingeschaltet. Welche Kraft wirkt auf die Teilchen, sobald Sie in den zweiten Bereich gelangen? In welche Richtung muss das Magnetfeld zeigen, damit die Teilchen nach oben abgelenkt werden? Auf welchen Bahnen bewegen sich die Teilchen? Stellen Sie eine Bestimmungsgleichung für die Masse des Teilchens auf, indem Sie die Lorentzkraft mit der Zentrifugalkraft gleichsetzen!
- Nun fehlt Ihnen zur Bestimmung der Masse noch die Geschwindigkeit des durchlaufenden Teilchens. Um diese zu bestimmen, werden die Felder \vec{E} und \vec{B}_F im ersten Bereich eingeschaltet. Dieser 'filtert' die Geschwindigkeiten der Teilchen, indem er dafür sorgt, dass nur Teilchen einer bestimmten Geschwindigkeit durch die Blende gelangen. Was muss für *diese* Teilchen im Bezug auf die beiden (aufgrund von \vec{E} und \vec{B}_F wirkenden) Kräfte gelten? In welche Richtung müssen die jeweiligen Felder zeigen? Stellen Sie eine Bestimmungsgleichung für die Geschwindigkeit aus dem Kräftegleichgewicht auf!
- Mit welcher Geschwindigkeit treten Ihre Teilchen in das Magnetfeld des Massenspektrometers ein, wenn die elektrische Feldstärke $E = 2000 \text{ V/m}$ und die magnetische Feldstärke $B_F = 0.1 \text{ T}$ betragen?
- Ihre Teilchen durchlaufen einen Halbkreis und treffen dort auf einen Detektorschirm. Um welches Gas handelt es sich, wenn Sie einen Radius $r = 2.48 \text{ cm}$ gemessen und ein Feld von $\vec{B}_A = 0.1 \text{ T}$ angelegt haben? Um wieviel Prozent weicht Ihr Wert vom Literaturwert ab?

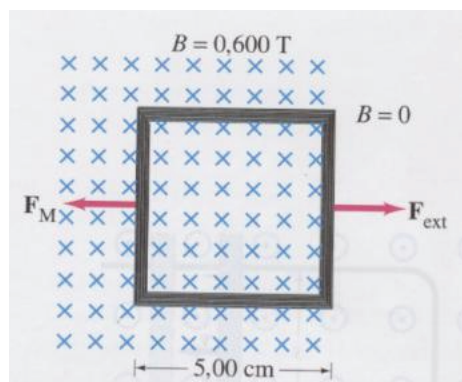
Aufgabe 2: Kondensator

Ein Kondensator mit der Kapazität $C = 4\mu\text{F}$ wird über einen Widerstand $R = 1000\Omega$ von einer Spannungsquelle $U_0 = 12\text{V}$ aufgeladen.

- Skizzieren Sie das Schaltbild und überlegen Sie sich wie der Verlauf des Stromes durch den Widerstand und der Verlauf der Ladung an dem Kondensator qualitativ als Funktion der Zeit aussehen könnten.
- Wie groß ist die Anfangsstromstärke I_0 und die Ladung Q_0 auf dem Kondensator am Ende des Ladevorgangs?
- Die quantitative Beschreibung des genauen Verlaufes $I(t)$ und $Q(t)$ erhält man durch die Aufstellung der Maschenregel für diesen Stromkreis. Stellen Sie diese für den Ladevorgang auf und ersetzen die Spannungen, sodass Sie eine Differenzialgleichung für Q bekommen! Lösen Sie diese für den Ladevorgang mit dem Ansatz $Q(t) \sim (1 - e^{-t/\tau})$ und bestimmen Sie daraus auch den Stromverlauf und den expliziten Spannungsverlauf U_R am Widerstand und U_C am Kondensator!
- Wie groß ist die Zeitkonstante τ und welche Ladung befindet sich nach 2 ms auf dem Kondensator?

Aufgabe 3:

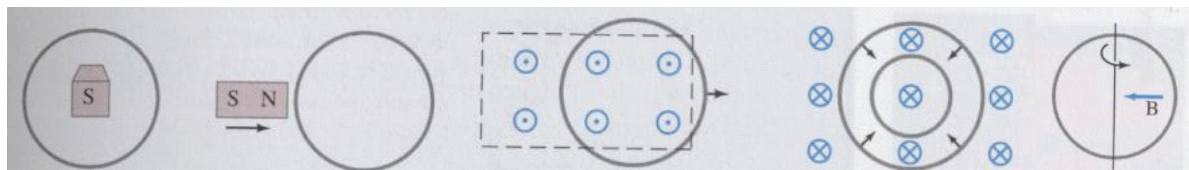
Eine quadratische Drahtspule mit der Seitenlänge 5 cm enthält 100 Schleifen und befindet sich senkrecht zu einem Magnetfeld von 0,6 T. Die Spule wird schnell, gleichmäßig und senkrecht zum Feld aus diesem herausgezogen in einen Bereich von 0 T. Zum Zeitpunkt $t = 0$ befindet sich die rechte Seite der Spule am rechten Rand des Feldes. Es dauert 0,1 s bis sich die gesamte Spule im feldfreien Bereich befindet.



- Bestimmen Sie die Änderungsrate des Flusses durch die Spule.
- Bestimmen Sie die induzierte Spannung und den induzierten Strom.
- Wie groß ist die in der Spule verbrauchte Energie, wenn ihr Widerstand 100Ω ist?
- Wie groß ist die mittlere aufgewendete Kraft?

Aufgabe 4:

In welcher Richtung fließt in den skizzierten Fällen der in der Schleife induzierte Strom? (Im ersten Bild, soll sich der Magnet von ihnen weg, in die Blattebene bewegen)



(der Magnet bewegt sich in die Schleife hinein)