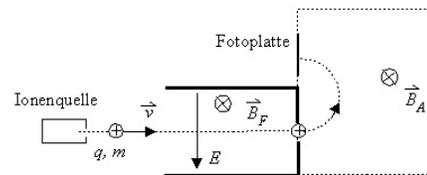


Übungen zu Experimentalphysik II für Biologen

Blatt 3

Aufgabe 1: Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern

Sie besitzen ein Ihnen unbekanntes Gas und möchten wissen, welche Teilchen vorliegen. Sie wissen nur dass diese Teilchen einfach positiv geladen sind und untersuchen diese nun mit Hilfe eines Massenspektrometers. Dieses besteht aus einem Magnetfeld $B_A = 0,1 \text{ T}$ (siehe Skizze). Aufgrund der Tatsache, dass diese Teilchen eine Ladung tragen, werden sie in diesem Magnetfeld aufgrund der Lorentzkraft auf eine Kreisbahn gezwungen.

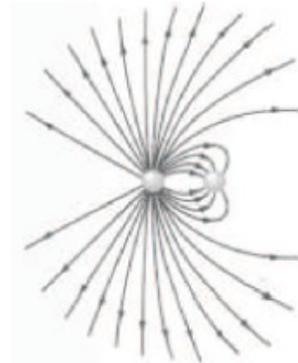


- Um nun herauszufinden welche Masse ihr Teilchen besitzt, müssen sie nur den Radius der Kreisbahn messen. Setzen sie hierfür die Lorentzkraft gleich der Zentrifugalkraft und Lösen diese nach der Masse auf um so eine Bestimmungsgleichung für ihre Teilchenmasse zu erhalten.
- Nun fehlt ihnen zur Bestimmung der Masse noch die Geschwindigkeit des durchlaufenden Teilchens. Um diese zu bestimmen wird ein Geschwindigkeitsfilter (Wienfilter) vor das Magnetfeld gebracht. In diesem wird ein elektrisches Feld einem Magnetfeld überlagert und zwar so, dass die magnetische Kraft entgegen der elektrischen Kraft gerichtet ist. Überlegen Sie sich wie in diesem Falle die Orientierung der Felder auszusehen haben. Am Ende dieser beiden Felder ist ein Spalt angebracht, den nur Teilchen passieren können auf welche keine resultierende Kraft wirkt. Es gilt $F_{res} = 0$. Dies ist der Fall wenn die elektrische Kraft entgegengesetzt gleich der Lorentzkraft ist. Setzen sie nun diese beiden Kräfte gleich und lösen sie diese Gleichung nach der Geschwindigkeit auf.
- Wie sie sehen werden nun nur Teilchen mit einer Geschwindigkeit v den oben beschriebenen Filter passieren und sie können diese bestimmen indem sie die jeweiligen Feldstärken an ihrem Experiment einstellen. Mit welcher Geschwindigkeit treten ihre Teilchen in das Magnetfeld des Massenspektrometers ein, wenn die elektrische Feldstärke $E = 2000 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ und die magnetische Feldstärke $B_F = 0,1 \text{ T}$ betragen.
- Ihre Teilchen durchlaufen einen Halbkreis und treffen dort auf einen Detektorschirm. Nun messen sie dort den Radius ihres Halbkreises und können mit den oben erstellten Gleichungen und erhaltenen Werten die Masse berechnen. Um welche Atome handelt es sich, wenn Sie einen Radius $r = 2,48 \text{ cm}$ gemessen haben? Achten sie bei der Bestimmung des Elements darauf, dass ihre experimentellen Werte mit einem Fehler behaftet sein können und sie somit nicht den exakten Wert erhalten. Mit wieviel Prozent weicht ihr bestimmter Wert vom Literaturwert ab?

Aufgabe 2: Feldlinien

Zwei Punktladungen erzeugen elektrische Feldlinien.

- Welches Vorzeichen haben die Ladungen?
- Wie ist das Verhältnis der beiden Ladungen?
- Wo ist das elektrische Feld stark, und wo ist es schwach?



Aufgabe 3: Kraft auf stromdurchflossenen Leiter

Die Kraft auf einen mit der Stromstärke I durchflossenen Leiter der Länge L in einem Magnetfeld B ist gegeben durch $F = I \cdot L \cdot B$

- Berechnen Sie die Kraft für $L = 1$ m, $B = 10$ T und $I = 1$ A! Welches Masse würde die gleiche Gewichtskraft auf der Erdoberfläche erzeugen?
- Wie ändert sich die Kraft, wenn sich der Durchmesser des Leiters bei gleichbleibender Geschwindigkeit der Elektronen verdoppelt?

Aufgabe 4: Zyklotronfrequenz

- Aufgrund der Lorentzkraft bewegen sich Ladungen in einem Magnetfeld \vec{B} auf ganz speziellen Bahnen (\vec{E} -Feld sei Null). Welche Form haben diese Bahnen und wie sind sie bezüglich des äußeren Magnetfeldes ausgerichtet? (Argumentieren Sie mit der Rechte-Hand-Regel!)
- Bestimmen Sie die Formel für die Kreisfrequenz ω dieser Bewegung! (Tipp: Auf der Bahn gilt ein Kräftegleichgewicht zwischen der Lorentzkraft und einer anderen Kraft, die Ihnen aus der Mechanik bekannt ist.)