

In Kapitel 3.3 haben wir aus dem Radius der Kreisbahn, auf der ein Elektron in einem homogenen Magnetfeld umläuft, seine Masse bestimmt. Das wäre natürlich auf die Dauer langweilig, da alle Elektronen die gleiche Masse haben. Das Versuchskonzept lässt sich aber auch auf andere geladene Teilchen, vor allem Ionen übertragen. Davon gibt's aber eine Menge ganz verschiedener Sorten (mehr als chemische Elemente, da es zu jedem Element eine Reihe verschiedener Isotope gibt). Bei der Erzeugung von Ionenstrahlen haben die Ionen innerhalb des Strahles systembedingt nicht alle genau dieselbe Geschwindigkeit. Wir müssen vor dem Versuch die Ionen mit der gewünschten Geschwindigkeit „herausfiltern“.

Zeichne an dem geladenen Teilchen jeweils einen Pfeil für die Kraft, die aufgrund des elektrischen bzw. des magnetischen Feldes auf das Teilchen wirkt. Unter welcher Bedingung durchfliegt das Teilchen auf einer geraden Bahn die Anordnung?

Leite aus dieser Bedingung mit Hilfe der einschlägigen Zusammenhänge eine Formel her, mit der man aus der elektrischen Feldstärke E und der magnetischen Flussdichte B die Geschwindigkeit der Teilchen, die geradlinig durchfliegen, berechnen kann. → Lösung 1

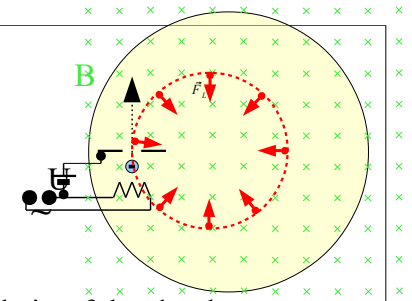
Was passiert mit Teilchen, die eine höhere Geschwindigkeit haben, wie beeinflusst die Masse der Teilchen die Bewegung?

Wie verändert man die gefilterte Geschwindigkeit, wenn man E - bzw. B -Feld vergrößert? → Lösung

Eine Animation zu diesem und dem nächsten Versuchsaufbau findest Du auf Leifiphysik unter **Teilgebiet Relativitätstheorie – Spezielle Relativitätstheorie – Versuche – Versuch von Bucherer**.

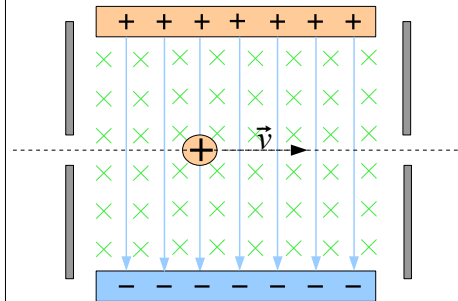
3.4 Massenspektrometer

Aus der Ablenkung in einem Magnetfeld lässt sich die Masse von geladenen Teilchen bestimmen. Dies funktioniert für Elektronen (siehe Kap. 3.3) genauso wie für Ionen.



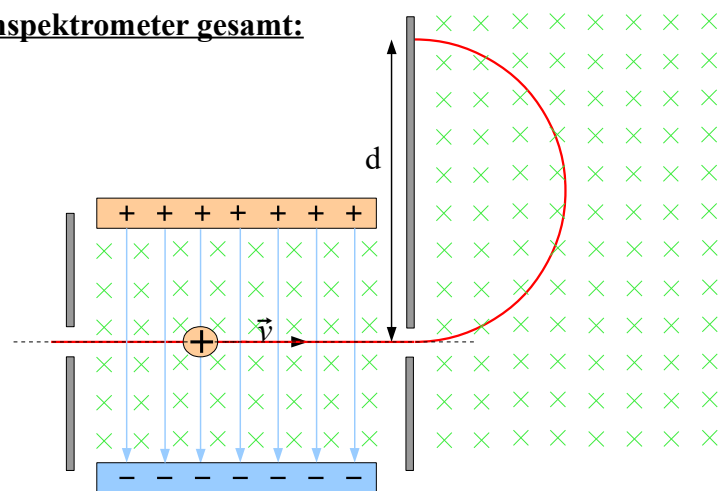
Geschwindigkeitsfilter (Wien-Filter):

Die Filterung von geladenen Teilchen nach ihrer Geschwindigkeit erfolgt durch „gekreuzte“ Felder. Die Teilchen durchlaufen einen Bereich, in dem gleichzeitig ein elektrisches und ein magnetisches Feld vorhanden sind. Beide Felder verlaufen senkrecht zueinander und senkrecht zur Flugbahn. Blenden sorgen dafür, dass nur Teilchen längs der Achse die Anordnung durchqueren können.



Nachdem wir nun über Teilchen mit einer definierten Geschwindigkeit verfügen, schicken wir sie in ein homogenes Magnetfeld.. Dort muss aber das Auftreffen der Ionen nachgewiesen werden, im einfachsten Fall reicht hier Fotopapier. Aus der Position der auftreffenden Ionen ergibt sich der Durchmesser der Kreisbahn. Die Abbildung zeigt eine mögliche Bauform eines Massenspektrometers (nach Bainbridge).
Der Geschwindigkeitsfilter stellt sicher, dass alle Teilchen, die durch die zweite Blende fliegen, dieselbe Geschwindigkeit haben. Zeichne gestrichelt die Bahn eines Teilchens, das dieselbe Ladung aber eine größere Masse hat.

Massenspektrometer gesamt:



Teilchen mit größerer Masse treffen weiter auf,
 Teilchen mit kleinerer Masse weiter (sofern sie gleiche Ladung besitzen).

Die Bahnkurve ergibt sich aus derselben Kräftegleichheit, mit der Du schon gearbeitet hast.

Leite daraus eine Formel für die spezifische Ladung

$\frac{q}{m}$ in Abhängigkeit von folgenden Messgrößen her:

E = Feldstärke im Geschwindigkeitsfilter

B_1 = Flussdichte im Geschwindigkeitsfilter

B_2 = Flussdichte im Spektrometer

r = Bahnradius im Spektrometer (Lösung)

Aston gelang mit einer anderen Anordnung 1919 der Nachweis von Isotopen eines Elements (Nobelpreis Ch.)

Selbst-Check:

- **Prinzip Geschwindigkeitsfilter**
- **Kräftegleichgewicht hierzu**
- **Abhängigkeit von Masse und Bahnradius**

Die grundlegende Aufgabe S.90/6 (Lösung) deckt genau diesen Anforderungsbereich ab. Abituraufgaben zu Massenspektrometern (Massenspektrographen) und allgemein zur Kombination von elektrischen und magnetischen Feldern findest Du auf Leifiphysik unter **Teilgebiet Elektrizitätslehre – Bewegte Ladungen in Feldern – Geladene Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern Aufgaben.**