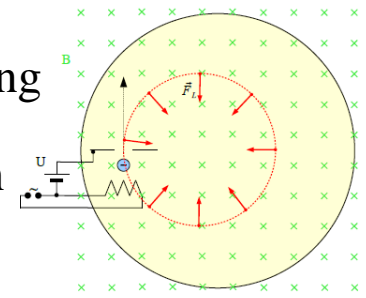


Im Kapitel 3.4 haben wir aus der Kreisbahn der Elektronen im Magnetfeld deren Masse bestimmt. Das lässt sich auch auf andere geladene Teilchen (insbesondere Ionen) übertragen und führt zu Geräten, die die Massenbestimmung von Teilchen ermöglichen. Bei der Erzeugung von Ionenstrahlen haben die Teilchen nicht alle die gleiche Geschwindigkeit. Wir müssen den Strahl deshalb so filtern, dass er nur noch Ionen mit einer Geschwindigkeit enthält.

- Zeichne an dem geladenen Teilchen jeweils einen Pfeil für die Kräfte, die aufgrund des elektrischen und des magnetischen Feldes wirken. Unter welcher Bedingung fliegt das Teilchen auf gerader Bahn?
- Leite aus dieser Bedingung eine Formel zur Berechnung der Geschwindigkeit her.
- Erläutere die Bahnkurven bei anderen Geschwindigkeiten?
- Beschreibe den Einfluss von  $E$  und  $B$  auf die Geschwindigkeit.

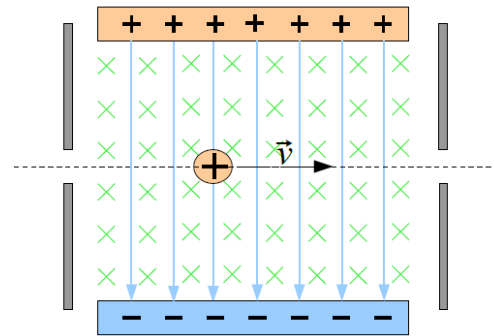
### 3.5 Massenspektrometer

Massenspektrometer sind Messgeräte zur Bestimmung der Masse von Teilchen. Unser Fadenstrahlrohr war bereits so ein Gerät. Für die Massenbestimmung von Ionen enthalten die Geräte noch weitere Teile.



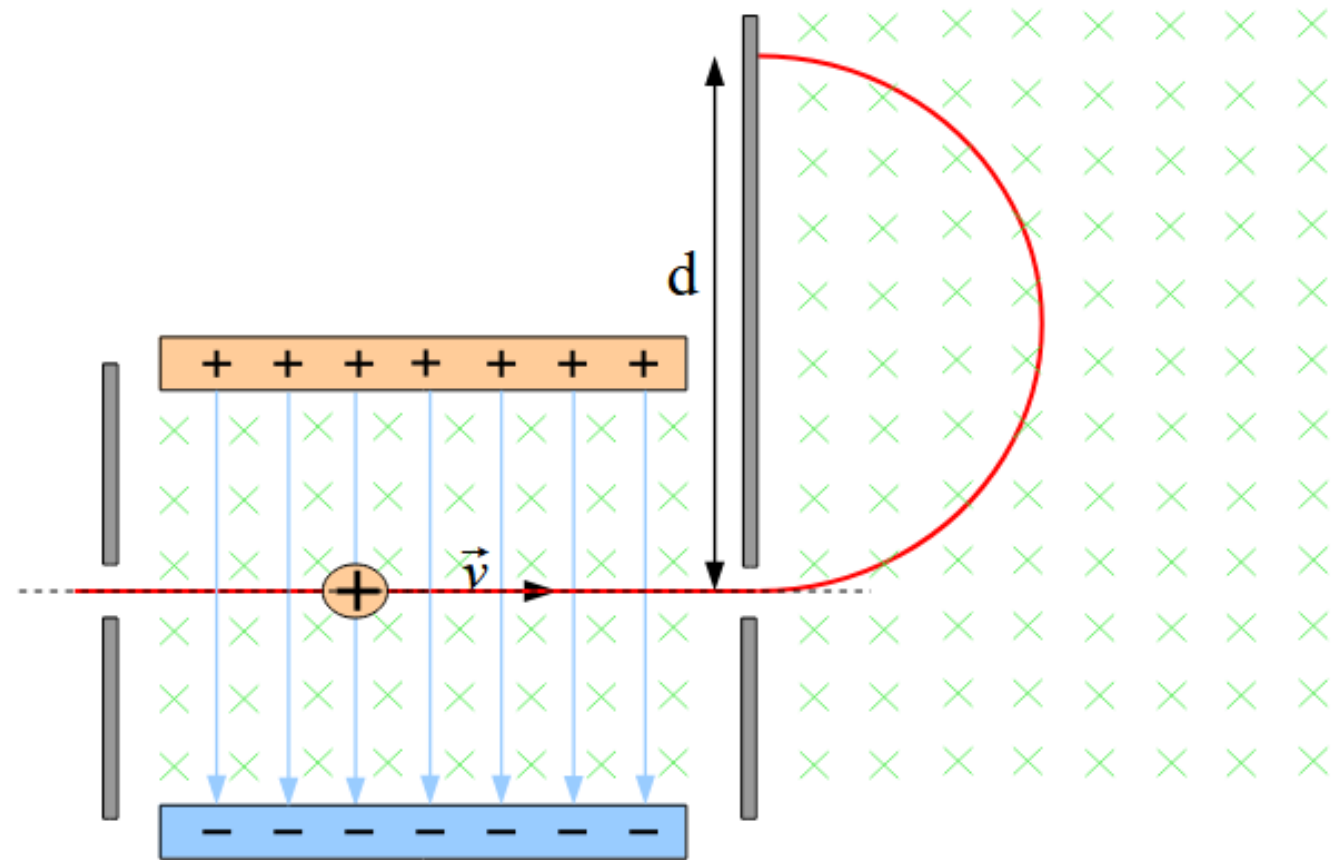
#### Geschwindigkeitsfilter (Wien-Filter)

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



## Massenspektrometer gesamt

Die Ionen, die jetzt die gleiche Geschwindigkeit besitzen, schicken wir in ein homogenes Magnetfeld, wo sie sich durch die Lorentzkraft auf einer (Halb-)Kreisbahn bewegen. Den Auftreffpunkt bestimmen wir mit Fotopapier oder Halbleiter-Detektoren. Die Abbildung zeigt eine einfache Bauform des gesamten Gerätes (nach Bainbridge). Zeichne gestrichelt die Bahnkurve für ein Teilchen, das eine größere Masse hat als das bereits dargestellte und ergänze den Text.



Eine Animation findest Du auf Leifiphysik unter **Teilgebiet Elektrizitätslehre - Bewegte Ladungen in Feldern - Versuche - Bainbridge Massenspektrometer**. Eine Animation zum Geschwindigkeitsfilter alleine findest Du unter **Versuche - WIENscher Geschwindigkeitsfilter**.

Teilchen mit größerer Masse treffen ..... auf,

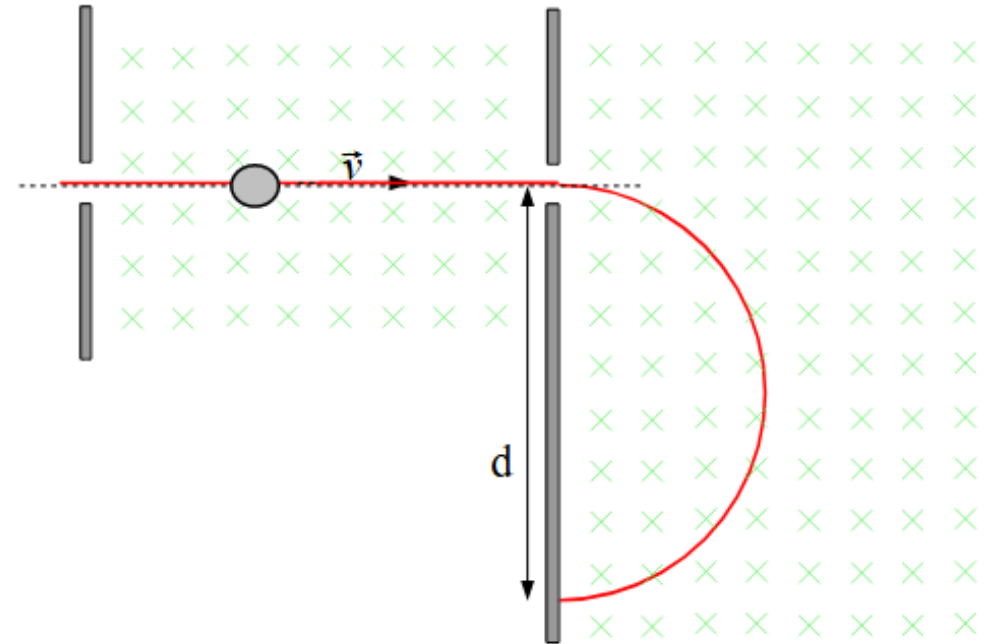
Teilchen mit kleinerer Masse .....  
(sofern sie gleiche Ladung besitzen).

## Training: Massenspektrometer

Auf den nächsten beiden Folien findest Du eine umfangreiche Trainingsaufgabe zum Massenspektrometer nach Bainbridge.

**Einfach geladene Ionen unterschiedlicher Geschwindigkeit treten senkrecht zu den Feldlinien in ein homogenes Magnetfeld der Flussdichte  $100 \text{ mT}$  ein. Ein Geschwindigkeitsfilter im linken Teil sorgt dafür, dass nur Ionen der Geschwindigkeit  $v = 2,0 \cdot 10^5 \text{ m/s}$  in den rechten Bereich gelangen.**

- Gib die Polung der Ionen an.
- Vervollständige den Geschwindigkeitsfilter im linken Bereich und erkläre, weshalb nur Ionen mit einer bestimmten Geschwindigkeit hindurchgelangen.
- Berechne ausgehend von einem Kräfteansatz die elektrische Feldstärke im Filter.



## Training (Fortsetzung)

- d) Begründe die Bahnform im rechten Teil der Anordnung.*
- e) Der Bahndurchmesser im rechten Teil beträgt 50 cm. Berechne die Masse eines Ions und identifiziere das Element.*
- f) Nun verdoppelt man in der gesamten Anordnung die magnetische Flussdichte (die elektrische Feldstärke bleibt unverändert). Diskutiere in Stichpunkten den Einfluss dieser Maßnahme auf die Bahnkurve und zeichne hierfür eine Flugbahn nach dem Durchfliegen der Blende in das Bild auf der vorigen Folie.*

### **Selbst-Check:**

- **Geschwindigkeitsfilter**
- **Flugbahn**
- **Bestimmung der Masse**
- **Einfluss der Versuchsparemeter**

### Übungsmöglichkeiten:

Auf Leifiphysik findest Du unter **Teilgebiet Elektrizitätslehre - Bewegte Ladungen in Feldern - WIENscher Geschwindigkeitsfilter Aufgaben** zwei Aufgaben zum Filter und eine (interaktive) zum Massenspektrometer insgesamt.