

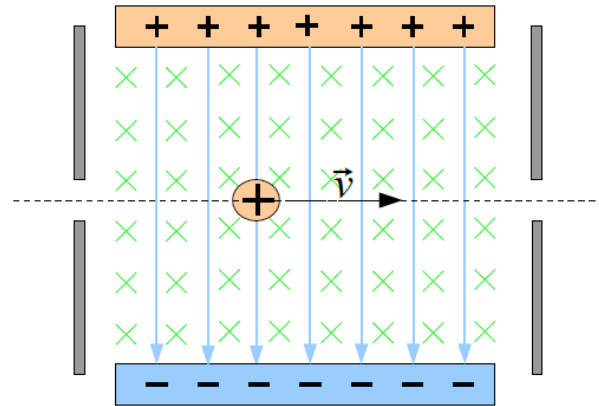
Aus der Ablenkung in einem Magnetfeld lässt sich die Masse von geladenen Teilchen bestimmen. Dies funktioniert für Elektronen genauso wie für Ionen. Ein Massenspektrometer nutzt dieses Prinzip aus, um die Masse von unbekannten Substanzen zu bestimmen. (In der Medizin wird dies beispielsweise bei der Atemgasanalyse verwendet). Dazu wird die Substanz ionisiert und ein Ionenstrahl erzeugt. Bei der Erzeugung von Ionenstrahlen haben aber nicht alle Ionen dieselbe Geschwindigkeit. Daher müssen zunächst Ionen mit der gewünschten Geschwindigkeit „herausgefiltert“ werden.

- 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.

### 3.7 Massenspektrometer

#### Geschwindigkeitsfilter (Wien-Filter)

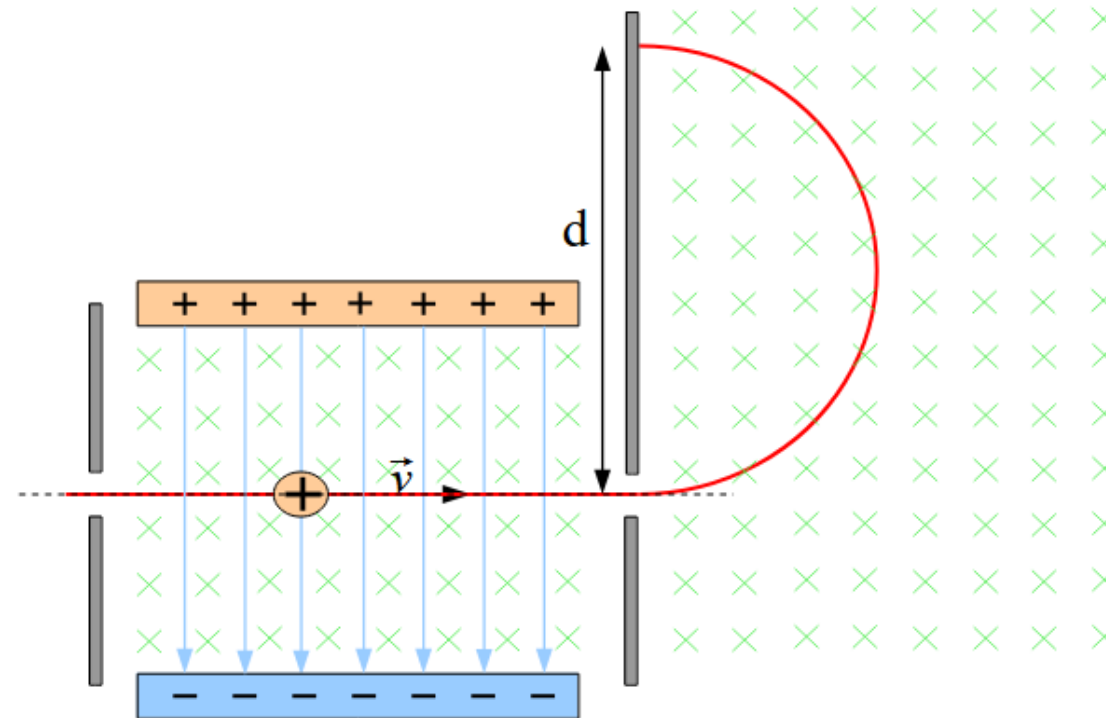
Die Filterung von geladenen Teilchen nach Geschwindigkeit erfolgt durch "gekreuzte Felder". Die Teilchen durchlaufen einen Bereich, in dem ein elektrisches und ein magnetisches Feld vorhanden sind. Diese verlaufen senkrecht zueinander und senkrecht zur Flugbahn. Blenden sorgen dafür, dass Teilchen die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



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.

### Massenspektrometer gesamt



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

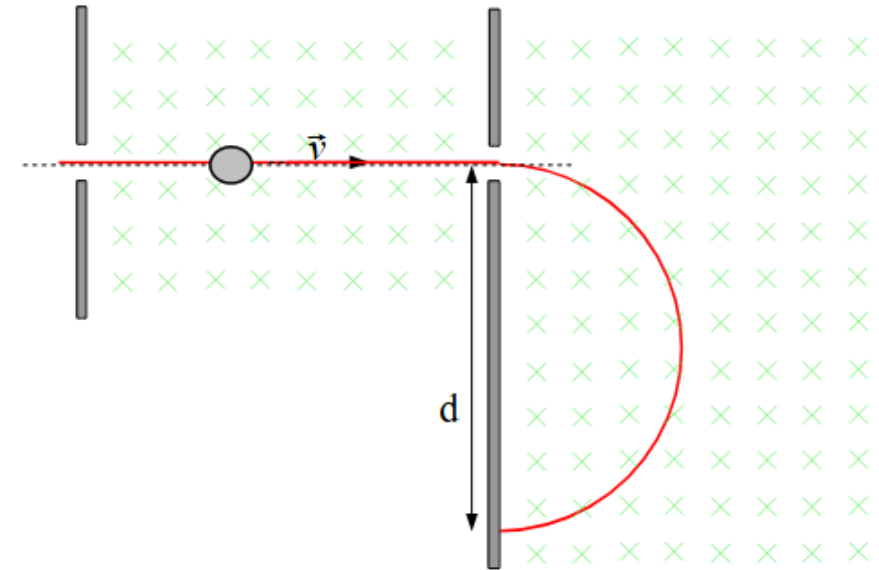
Im rechten Teil des Massenspektrometers tritt dieselbe Situation auf wie im Fadenstrahlrohr. Leite mit dem passenden Kraftansatz eine Formel für den (Kreis-)Radius hier.

Hier findest du eine umfangreiche Übungsaufgabe 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  $v = 2,0 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  in den rechten Bereich gelangen.**

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

### Übungsaufgabe: Massenspektrometer ●●



*d) Der Bahndurchmesser im rechten Teil beträgt 50 cm. Berechne die Masse eines Ions und identifiziere das Element.*

*e) 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 oben.*