

Der Wien-Filter

Allgemein

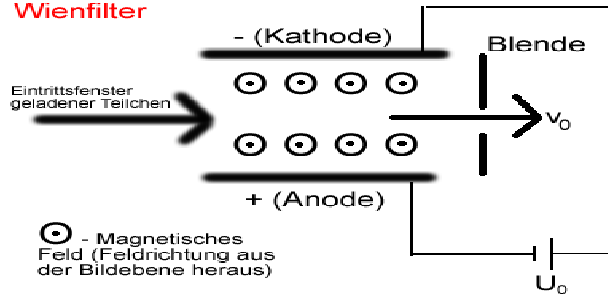
Der Wienfilter wurde nach seinem Entwickler Wilhelm Wien benannt.

Er filtert aus dem Teilchenstrahl einer Ionenquelle Teilchen heraus, die eine bestimmte Geschwindigkeit besitzen.

Außerdem kann man so die Geschwindigkeiten von elektrisch geladenen Teilchen bestimmen.

Versuchsaufbau

Wienfilter



Plattenkondensator: Homogenes elektrisches Feld; Feldlinien stehen senkrecht zum homogenen B-Feld.

B-Feld: homogenes magnetisches Feld

Versuchsablauf:

- Durch das homogene elektrische Feld werden die elektrisch geladenen Teilchen mit verschiedenen Geschwindigkeit geschossen.

⇒ Ein Teil der Teilchen wird durch der Blende weggefiltert, während der restliche Teil die Blende durch ein kleines Loch durchfliegt

Auswertung

Durch das Loch der Blende hinter dem Kondensator fliegen nur elektrisch geladene Teilchen mit einer bestimmten Geschwindigkeit v_0 . Es muss gelten:

$$F_{El} = F_L (\text{Lorentzkraft})$$

$$\Leftrightarrow q \cdot E = q \cdot v_0 \cdot B$$

Für Teilchen gilt somit:

$$\Leftrightarrow v_0 = \frac{E}{B}$$

Ist ein Teilchen **langsamer** als v_0 , wirkt die Kraft des elektrischen Feldes stärker als die Lorentzkraft

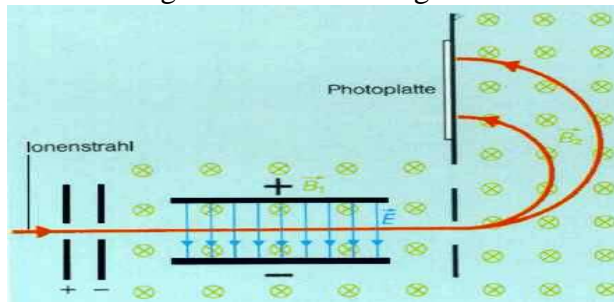
⇒ Das Teilchen wird in Richtung einer der Platten (je nach Ladung) beschleunigt und verfehlt das winzige Loch der Blende

Ist ein Teilchen **schneller** als v_0 , wirkt die Lorentzkraft stärker und lenkt das Teilchen entsprechend der Drei-Finger-Regel ab

⇒ Das Teilchen verfehlt wiederum das winzige Loch der Blende

Das Massenspektroskop

Der Wienfilter wird zum Beispiel beim **Massenspektroskop** benutzt, um eine einheitliche Geschwindigkeit der elektrisch geladenen Teilchen zu gewährleisten.



Beim Austritt aus dem Wienfilter gelangen die elektrisch geladenen Teilchen dabei mit derselben Geschwindigkeit v in ein zweites B-Feld, wo sie durch die Lorentzkraft F_L auf eine Fotoplatte gelenkt werden.

Durch den Wienfilter sind nun Unterschiede im Bahnradius **nicht** mehr durch Geschwindigkeitsdifferenzen, sondern nur noch durch Unterschiede in der spezifischen

Ladung $\frac{q}{m}$ begründet:

$$F_L = F_z \text{ (Zentripetalkraft)}$$
$$q \cdot v \cdot B = \frac{m \cdot v^2}{r}$$
$$\frac{q}{m} = \frac{v}{B \cdot r}$$

Aus $W_{pot} = W_{kin}$ folgt: $v^2 = 2 \cdot \frac{q}{m} \cdot U$.

Eingesetzt ergibt sich: $\frac{q}{m} = \frac{2 \cdot U}{B^2 \cdot r^2}$

* (q und m sind als einzige Variablen unbestimmt)

Aufgabe 1:

Positive Ionen mit $q=+e$ durchlaufen ein Massenspektroskop unabgelenkt, wobei $E=46,6\text{kV/m}$ ist und beide B-Felder die Stärke $B=0,311\text{T}$ haben.

- Wie schnell sind die Ionen?
- Auf der Fotoplatte kommen die einen mit 14cm Abstand, die anderen mit 22cm Abstand an. Wie groß sind ihre Massen?

Lösung:

a) ungefähr $1,5 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ b) bei 14cm : ca. $4,65 \cdot 10^{-26}\text{kg}$, bei 22cm : ca. $7,3 \cdot 10^{-26}\text{kg}$

Aufgabe 2:

Das E-Feld eines Wien-Filters hat die Stärke $E=10^5 \text{ V/m}$. Die B-Felder des Massenspektrometers und des Wien-Filters haben jeweils die Stärke $B=0,5\text{T}$. Wie groß sind die Radien der Kreisbahnen, die Sauerstoffionen mit den Massen $m_1=2,66 \cdot 10^{-26}\text{kg}$ und $m_2=2,999 \cdot 10^{-26}\text{kg}$ und der Ladung $q=+e$ durchlaufen?

Lösung: für m_1 : ca. $0,0664\text{m}$, für m_2 : ca. $0,0749\text{m}$