

8. Geschwindigkeitsfilter („Wienfilter“)

- I. In einer Elektronenstrahl-Ablenkröhre treten Elektronen mit der Geschwindigkeit \mathbf{v} in ein homogenes elektrisches Feld \mathbf{E} ein, welches senkrecht von einem homogenen magnetischen Feld \mathbf{B} überlagert ist. Dabei sollen \mathbf{E} und \mathbf{B} so gewählt werden, daß die Elektronen die Anordnung geradlinig durchlaufen. (\mathbf{E} werde als Feld eines Plattenkondensators, \mathbf{B} als Feld einer Helmholtz-Spule realisiert.)
- Fertige eine Zeichnung an, aus der insbesondere die Richtung von \mathbf{E} und diejenige von \mathbf{B} hervorgehen, um die geradlinige Bahn zu ermöglichen.
 - Leite begründet her, daß sich für die oben beschriebene Situation die Bedingung

$$\mathbf{v} = \mathbf{E}/\mathbf{B}$$
ergibt.
 - Berechne die Geschwindigkeit der Elektronen für $E = 2,5 \cdot 10^6$ V/m und $B = 0,5$ T.
 - Begründe folgende Aussage:
„Falls eine Elektronenquelle vorläge, die gleichzeitig Elektronen unterschiedlicher Geschwindigkeit emittiert (z. B. ein β -Strahler), könnte mit der oben beschriebenen Anordnung („Wiensches Geschwindigkeitsfilter“) die Sortierung der Elektronen in drei Geschwindigkeitsgruppen vorgenommen werden.“
 - Untersuche, ob das Wienfilter auch auf positive Ladungen (Ionen, Positronen) anwendbar ist.
- II. Ein positiv geladenes Wasserstoff-Ion (H^+ -Ion oder Proton) durchläuft im Hochvakuum die Beschleunigungsspannung $U_B = 5,00$ kV und tritt dann senkrecht zu den Feldlinien in das elektrische Feld eines Plattenkondensators von 6,0 cm Plattenlänge und $d = 10$ mm Plattenabstand ein. An den Platten liegt die Spannung $U = 400$ V. (Masse eines Protons: $m_P = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg)
- Berechne den Betrag \mathbf{v} der Geschwindigkeit, mit der das H^+ -Ion in das Kondensatorfeld eintritt.
 - Berechne den Betrag \mathbf{F}_E der elektrischen Kraft, die das H^+ -Ion im Kondensatorfeld \mathbf{E} erfährt; entscheide, ob man die Gewichtskraft \mathbf{G} des Protons gegenüber der elektrischen Kraft \mathbf{F}_E vernachlässigen kann.
 - Ermittle die Feldstärke \mathbf{B} des homogenen Magnetfelds, welches man dem homogenen elektrischen Feld \mathbf{E} senkrecht überlagern müßte, damit das H^+ -Ion die Anordnung geradlinig durchläuft.
 - Vergleiche die Bahn eines D^+ -Ions ($D = H$ -2-Isotop = schweres Wasserstoffatom = Deuterium-Atom; $m_D = 2m_P$) mit derjenigen eines Protons, wobei beide Teilchen mit jeweils derselben Geschwindigkeit \mathbf{v} in die oben beschriebene Anordnung eintreten (Beträge von \mathbf{E} und \mathbf{B} aus Aufgabe c)).