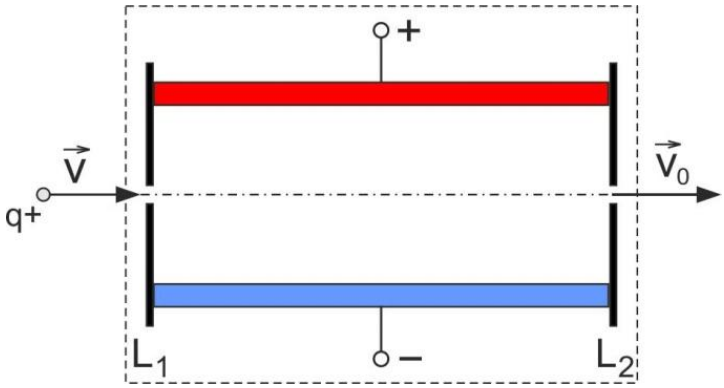
Gymnasium

2. Physikschulaufgabe

Klasse 11

1. Geschwindigkeitsfilter (Wien-Filter [1])

Das Geschwindigkeitsfilter wird verwendet, um aus einem Strahl elektrisch geladener Teilchen diejenigen herauszufiltern, die eine bestimmte Geschwindigkeit aufweisen. Alle anderen Teilchen des Strahls werden im Filter so abgelenkt, dass sie dort verbleiben. Teilchen, die ohne Ablenkung das Filter durch ein kleines Loch der Blende L_2 verlassen, haben die Geschwindigkeit $\vec{v}_0$.

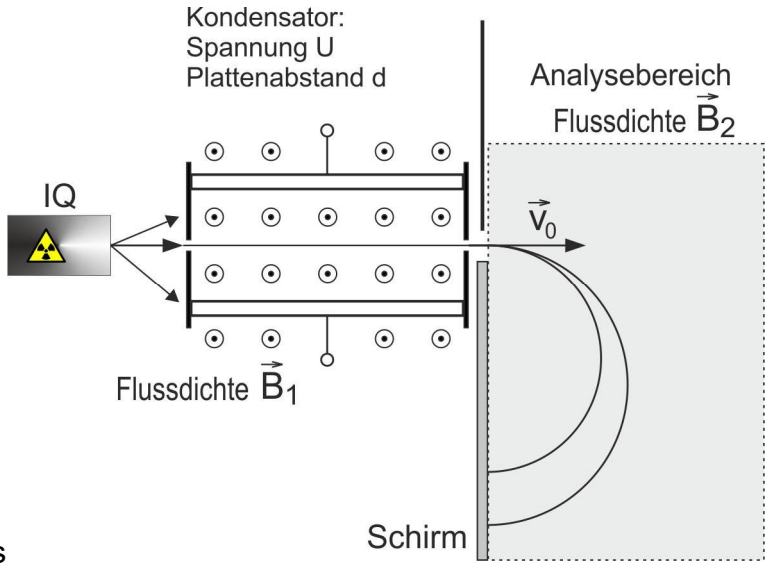


Erklären Sie die Wirkungsweise des Filters. Nutzen Sie dafür auch die gegebene Skizze, indem Sie wichtige Angaben eintragen.

1) Wilhelm Wien (1864 – 1928), dt. Physiker, Nobelpreis 1911 in Physik

2. Isotopentrennung – klassisches Massenspektrometer

Ein Gemisch aus einfach positiv geladenen Eisenionen gelangt als Teilchenstrahl in den rechts gezeichneten Versuchsaufbau, dessen Zweck es ist, die Masse von Protonen zu bestimmen.



a) Zeichnen Sie die richtige Polung am Plattenkondensator ein, damit die entsprechenden Teilchen das Filter geradlinig durchfliegen.

b) Berechnen Sie die Spannung zwischen den Kondensatorplatten ($d = 4{,}0\,\text{mm}$), damit die Ionen geradlinig durch das Filter fliegen und es mit $v_0 = 1{,}2 \cdot 10^6 \,\text{m/s}$ verlassen. Flussdichte $B_1 = 0{,}8\,\text{T}$.

c) Geben Sie die Richtung des Magnetfeldes $\vec{B}_2$ im Analysebereich an, wenn sich die Teilchen auf der dargestellten Kreisbahn bewegen. Begründung!

d) Begründen Sie (auch rechnerisch), warum der Bahnradius der Teilchen proportional zur Masse der Teilchen ist.

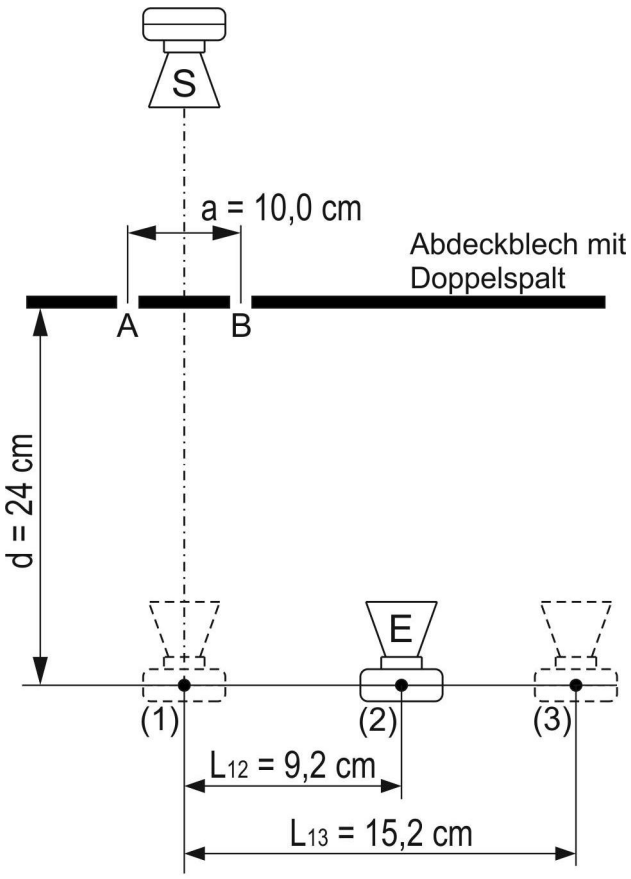
e) Berechnen Sie den Bahnradius von Eisenionen im Analyseteil, wenn die Flussdichte $B_2 = 1{,}4\,\text{T}$ beträgt (Kernmasse $m_{Fe} = 55{,}9\,\text{u}$).

2. Physikschulaufgabe

Klasse 11

3. Doppelspaltversuch - Beugung und Interferenz von Mikrowellen

Der nebenstehend skizzierte Doppelspaltversuch soll mit Mikrowellenstrahlung durchgeführt werden.
Ein Mikrowellensender (S) ist mittig und senkrecht zu einem Doppelspalt angeordnet. Die Abmessungen sind der Skizze zu entnehmen.
Der Empfänger (E) kann im Abstand d = 24 cm parallel zum Doppelspalt verschoben werden.



Die Zeichnung ist **nicht** maßstäblich!

a) In den Positionen (1), (2) u. (3) ist die Intensität des empfangenen Mikrowellenstrahls entweder besonders hoch oder sie ist sehr gering.

Erklären Sie diese Beobachtung.

Warum ist in Position (1) die Intensität hoch?

b) Ein weiteres Intensitätsmaximum (1. Ordnung) registriert der Empfänger in der Position (2). Berechnen Sie nun die Wellenlänge und die Frequenz der Mikrowellenstrahlung.

c) In Position (3) ist die Intensität sehr gering (Minimum 2. Ordnung). Bestätigen Sie diese Behauptung rechnerisch.

4. Dipolstrahlung

Ein UHF-Sender hat als Antenne einen Hertz'schen Dipol mit 20 cm Länge und strahlt eine elektromagnetische Welle ab.

a) Wie groß sind Frequenz und Wellenlänge der abgestrahlten Welle?

b) Der Empfangsdipol ist ebenfalls 20 cm lang. Wie muss er zum Sendedipol ausgerichtet sein, damit ein möglichst guter Empfang erzielt wird?

c) An welcher Stelle des Empfangsdipols kann man dann die maximale Stromstärke bzw. maximale Spannung messen?

d) Der Empfangsdipol wird nun in einen geschlossenen Plexiglasbehälter (mit dünnen Wänden) eingebaut und optimal ausgerichtet, d.h. der Empfang ist am stärksten. Warum ist kaum noch Empfang vorhanden, wenn der Behälter mit destilliertem Wasser gefüllt wird?

e) Was müsste man am Empfangsdipol ändern, damit der Empfang wieder stark ist?

2. Physikschulaufgabe

Klasse 11

5. Schnelle Pionen ($\pi-$Mesonen)

Positiv geladene Pionen können durch hochenergetische Zusammenstöße von Protonen und Neutronen entstehen. Sie sind instabil. Ihre mittlere Lebensdauer beträgt $2{,}6 \cdot 10^{-8}\,\mathrm{s}$.
Angenommen, im Versuchsaufbau eines Labors bewegen sich Pionen relativ zum Labor mit einer Geschwindigkeit von 0,90 c.

a) Welche mittlere Lebensdauer haben diese Pionen im Bezugssystem Labor?

b) Wie weit fliegen diese Pionen im Mittel, bevor sie zerfallen?

c) Welches Ergebnis erhalten Sie, wenn bei der Teilaufgabe b) die Zeitdilatation nicht berücksichtigt wird?