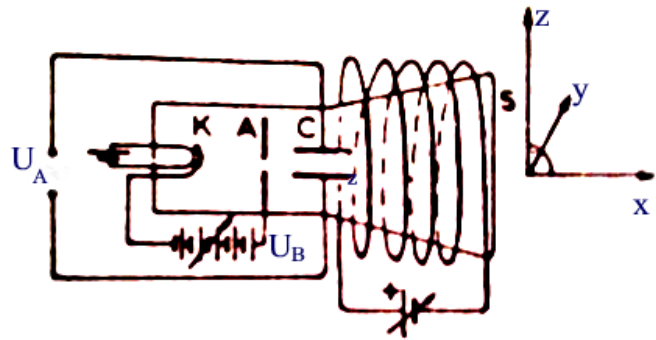


Aufgabe

Die Strecke zwischen der Kathode K und dem Schirm S lässt sich in mehrere Abschnitte einteilen, in denen die Beeinflussung der Elektronen näher untersucht werden soll. Dabei darf als Idealisierung angenommen werden,

dass in jedem Abschnitt nur jeweils ein Feld die Bewegung der Elektronen beeinflusst.



Elektronen werden in einer evakuierten Glasröhre durch eine konstante Gleichspannung U_B in horizontaler Richtung nach rechts beschleunigt und gelangen dann in das vertikale homogene Feld eines Plattenkondensators mit der Plattenlänge $l = 10 \text{ cm}$ und dem Plattenabstand $d = 6 \text{ cm}$. Die Elektronen mit der Masse m treten genau in der Mitte zwischen den Platten in das Feld ein.

a) An den Platten liegt die konstante Gleichspannung U_A an.

Die obere Platte sei positiv geladen.

- **Dokumentieren** Sie den durchgeführten Versuch.
- **Weisen** Sie **nach**, dass eine nichtrelativistische Rechnung zulässig ist, indem Sie die Geschwindigkeit v_0 der Elektronen beim Eintritt in das Kondensatorfeld berechnen. (17 BE)

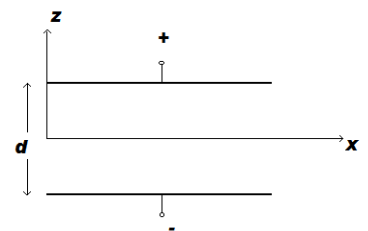
b)

- **Leiten** Sie allgemein die parameterfreie Gleichung der

$$\text{Bahnkurve } z(x) = \frac{1}{2} \frac{e}{m} \frac{U_A}{d} \frac{1}{v_0^2} x^2 \text{ bezüglich des}$$

angegebenen Koordinatensystems **her**.

- **Bestimmen** Sie anhand der Messung die Spannung U_A .
- In das elektrische Feld des Kondensators treten negativ geladene Elektronen ein. **Erläutern** Sie das Verhalten anderer negativ geladener Teilchen (z.B. anderer Masse oder anderer Ladung), die wie beschrieben zunächst durch U_B beschleunigt und dann mit U_A abgelenkt werden.



(16 BE)

c) An den Kondensator wird nun statt der Gleichspannung U_A eine Wechselspannung $U_A(t) = U_0 \sin(\omega t)$ gelegt. Die Frequenz der anliegenden Wechselspannung ist so

gewählt, dass die Elektronen den Kondensator in einer Halbperiode durchlaufen.

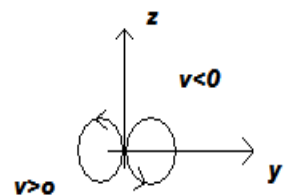
- **Begründen** Sie ohne Rechnung, dass diejenigen Elektronen, die bei $U_A(0) = 0$ V in den Kondensator eintreten, beim Verlassen des Kondensators den maximalen Betrag der Geschwindigkeitskomponente \vec{v}_z erhalten.
- **Leiten** Sie die Gleichung der Winkelgeschwindigkeit $\omega = \pi v_0 / l$ her. **Bestimmen** Sie daraus die angelegte Frequenz. (11 BE)

d) Der Kondensator ist nun ausgeschaltet (spannungsfrei).

Zwischen dem Punkt P und dem Leuchtschirm S herrscht ein homogenes magnetisches Längsfeld (also in PM-Richtung). Am Punkt P ist der Elektronenstrahl schwach divergent, das heißt, es existieren für die Elektronen auch kleine Geschwindigkeitskomponenten v_z (vereinfachend besitzen alle Elektronen die gleiche Geschwindigkeit $v_0 = v_x = |\vec{v}|$, die sich aus der Beschleunigungsspannung U_B ergibt).



- **Erklären** Sie, dass die Elektronen eine Spiralbahn beschreiben sowie die senkrechte Projektion einer Bahn auf die y-z-Ebene für $v_z > 0$ sowie für $v_z < 0$ - wie rechts im Bild angegeben - verläuft.



- Für $U_B = 2250$ V treffen alle von P ausgehenden Elektronen in der Schirmmitte M auf, wenn der Abstand d von P und M 0,2 m beträgt und die magnetische Flussdichte $B = 5$ mT betragen. **Begründen** Sie für diesen Fall die Gültigkeit folgender Beziehungen für v_z :

$$v_z = \frac{e}{m} B r \quad \text{sowie} \quad v_z = \frac{2 \pi r}{d} \sqrt{2 \frac{e}{m} U_B}.$$

Bestimmen Sie daraus die spezifische Ladung e/m der Elektronen (nichtrelativistische Rechnung). (16 BE)