Aufgabenzettel – Fadenstrahlrohr - Bestimmung e/m

Aufgabe 1

Durch Anwendung einer Elektronenkanone im Fadenstrahlrohr wird ein präzise fokussierter Elektronenstrahl erzeugt. Die Bahn, entlang der die Elektronen im Fadenstrahlrohr verlaufen, wird durch eine blau leuchtende Kurve visualisiert. Ein Magnetfeld, erzeugt durch ein Paar von Helmholtzspulen, ermöglicht die Ablenkung des Elektronenstrahls. Durch eine präzise Justierung des Systems können die Elektronen auf einer kreisförmigen Bahn bewegt werden.

a) Skizzieren Sie den strukturellen Aufbau des Fadenstrahlrohrs, insbesondere die Gestaltung der Elektronenkanone und der dazugehörigen elektrischen Schaltung. Beachten Sie dabei, dass die Helmholtzspulen und ihre Stromversorgung nicht in die Skizze aufgenommen werden sollen.

b) Erläutern Sie, wie der Elektronenstrahl erzeugt wird.

_____

_____

_____

_____

_____

c) Erläutern Sie, weshalb die Bahnkurve, entlang der die Elektronen verlaufen, sichtbar gemacht werden kann.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

d) Skizzieren Sie eine Kreisbahnkurve und für ein einzelnes Elektron an einem beliebigen Punkt auf dieser Bahnkurve den Geschwindigkeitsvektor v, die wirkende Zentripetalkraft F_Z sowie das notwendige magnetische Feld für die Kreisbewegung.

e) Begründen Sie, warum der Betrag der Geschwindigkeit mit der sich die Elektronen bewegen konstant ist.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

f) Begründen Sie, warum sich die Elektronen auf einer Kreisbahn bewegen.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

g) Der Radius r der Kreisbahn auf der sich die Elektronen bewegen ist gegeben durch

$$r = \frac{1}{B} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot U_B}{e}}$$

Leiten Sie diese Formel her.

h) In einem Experiment werden bei einer Beschleunigungsspannung von U_B = 150 V die Radien r der kreisförmigen Bahnkurven der Elektronen in Bezug auf die Stärke B des magnetischen Feldes gemessen. Die daraus resultierenden Messwerte sind wie folgt:

B in mT	1,0	2,0	3,0	4,0
r in cm	6,0	3,0	2,0	1,5

Analysieren Sie die Messwerte, um die Beziehung zwischen dem Radius r der Kreisbahn und der Stärke B des magnetischen Feldes zu bestimmen. Tragen Sie die Werte in ein geeignetes Diagramm ein und werten Sie diese aus.

_____-_____- Diagramm

i) Berechnen Sie mithilfe der Auswertung der Messwerte und unter Verwendung der in Teilaufgabe g) angegebenen Beziehung einen Wert für die spezifische Ladung e/m des Elektrons.

j) Zeigen Sie, dass die Umlaufzeit T der Elektronen mithilfe folgender Formel

$$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{e \cdot B}$$

berechnet werden kann.