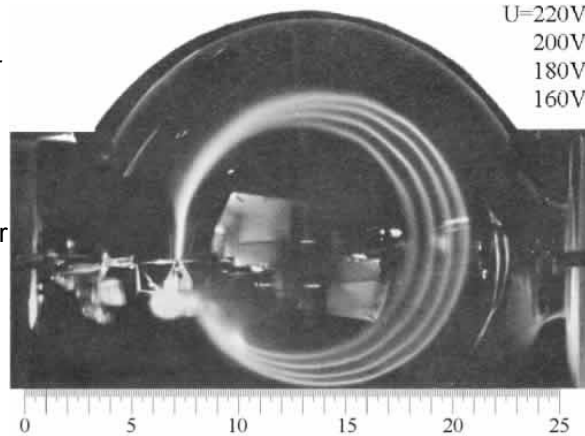


- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)!
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen Sie dann mit der für Sie einfachsten Aufgabe!

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung, Schreibutensilien

Wiegen des Elektrons Das Fadenstrahlrohr besteht aus einem evakuierten Glaskolben, in den z.B. Wasserstoffgas unter niedrigem Druck eingeführt wird, sodass die Elektronen durch Zusammenstöße möglichst wenig abgebremst werden, die Zahl der Zusammenstöße aber für ein sichtbares Leuchten ausreicht. Mit Hilfe des Fadenstrahlrohres kann die spezifische Ladung e/m von Elektronen ermittelt werden. Das Elektron wird also „gewogen“.



- 1.1. Erstellen Sie ein klares vollständiges Schnittbild der Versuchsanordnung, aus dem auch die elektrische Beschaltung hervorgeht. Erläutern Sie die Anordnung knapp.
- 1.2. Leiten Sie eine Beziehung her, die es gestattet, die spezifische Ladung der Elektronen aus Messgrößen des Versuches zu bestimmen. (Tipp: Überlegen Sie, welche Kraft nötig ist, um die Elektronen der Geschw. v (Woher? Nicht direkt messbar!) auf eine Kreisbahn zu zwingen und wodurch diese Kraft verursacht wird.)
- 1.3. Die magnetische Feldstärke bei dem auf dem Bild dargestellten Versuch war $B=0,74$ mT. Bestimmen Sie mit Hilfe des Bildes durch Auswahl eines geeigneten Kreises die spezifische Ladung der Elektronen und berechnen Sie die Elektronenmasse.

Kombinierte elektrische und magnetische Felder Mit gekreuzten E - und B -Feldern lassen sich geladene Teilchen gezielt in eine Richtung lenken bzw. beschleunigen und untersuchen.

In einem Demonstrationsversuch zum Wien-Filter werden Protonen in einer Röhre mit 3 kV beschleunigt. Am Kondensator (Plattenabstand $d=5$ cm) des Geschwindigkeitsfilters liegt die Spannung $U_c=10$ kV.

2.1.

- a) Erklären Sie die Wirkungsweise des Wien-Filters.
- b) Ermitteln Sie die magnetische Feldstärke B , welche die Protonen unabgelenkt passieren lässt.

Hinter dem Wien-Filter befindet sich nun ein Bereich, der von einem magnetischen Feld der Stärke B' durchsetzt ist, dessen Feldlinien parallel zu B verlaufen.

- 2.2. Berechne die magnetische Feldstärke B' , die nötig ist, um das Proton auf eine (Halb-) Kreisbahn mit dem Durchmesser $0,5$ m zu zwingen (damit die Ausmaße des Gerätes auf Tischgröße beschränkt werden können).

Nun möchte man schnellere Protonen untersuchen. Dazu beschleunigt man sie vor Eintritt in den Wienfilter mit einem Zyklotron. In diesem ist der maximale Krümmungsradius der Bahnkurve von geladenen Teilchen $R=0,8$ m. Die magnetische Feldstärke beträgt $B_z=1,5$ T (Index „Z“, damit keine Verwechslung mit B aus 2.1. auftritt).

- 2.3. Ermitteln Sie die Potentialdifferenz (= Spannung), die die Protonen in einem elektrischen Feld durchlaufen müssten, um dieselbe Endgeschwindigkeit wie in dem Zyklotron zu erhalten.
- 2.4. Wenn die Spule, die das Magnetfeld B_z erzeugt, nicht länger als 1 m und der Strom, der durch sie fließt, nicht größer als 10 A sein soll, braucht die Spule welche Windungszahl?

Mit geraden Leitern erhält man keine großen Feldstärken, wie sie im nächsten Aufgabenteil sehen werden. Allerdings lässt sich mit geraden Leitern das Konzept der Überlagerung („Superposition“) von magnetischen Feldern verdeutlichen, wenn man weiß, dass die in einem Punkt des Raumes entgegengesetzt verlaufenden Feldlinien bedeuten, dass die Feldstärken dort subtrahiert werden.

- 2.5. Zwei geradlinige lange Leiter verlaufen in einem Abstand von 10 cm parallel zueinander. Sie werden in entgegengesetzter Richtung von den Strömen $I_1=15$ A und $I_2=25$ A durchflossen. Skizzieren Sie die Versuchsanordnung, sodass die Feldrichtungen an verschiedenen Orten im Raum deutlich werden und berechnen Sie die magnetische Feldstärke in einem Punkt in der von den Leitern aufgespannten Ebene, der

- a) von beiden Leitern gleich weit entfernt ist;
- b) 2 cm von Leiter 1 und 8 cm von Leiter 2 entfernt ist;
- c) 2 cm von Leiter 1 und 12 cm von Leiter 2 entfernt ist.
- d) In welchen Punkten ist die magnetische Feldstärke gleich null?