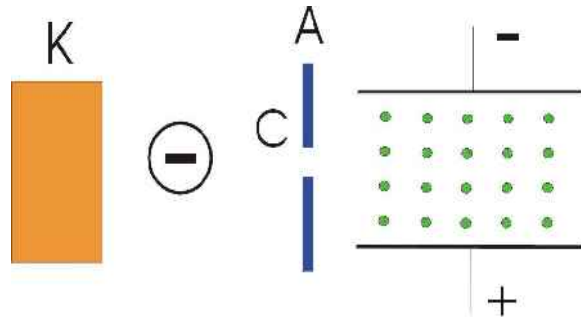


10. Kurzkontrolle Physik Leistungskurs Klasse 11

11.4.2008

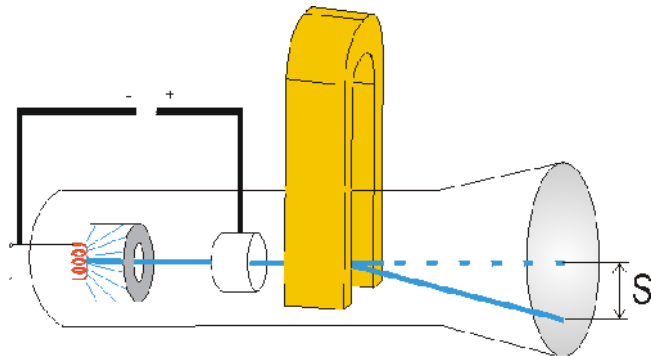
1. Elektronen treten aus einer Glühkathode K aus und werden durch ein Feld zwischen ihr und der Anode A (Spannung zwischen K und A beträgt $U = 500,0 \text{ V}$) zu letzterer hin beschleunigt. Durch die Öffnung C in der Anode treten Elektronen in den Raum ein, in dem zwei Felder wirken:



- ein elektrisches Feld mit der elektrischen Feldstärke $E = \text{konst.} > 0$, dessen Feldlinien parallel zur Zeichenebene verlaufen (in der Skizze weggelassen), und
- ein magnetisches Feld mit der magnetischen Flussdichte $B = 0,012 \text{ T}$, dessen Feldlinien senkrecht aus der Zeichenebene heraus verlaufen (in der Skizze punktförmig dargestellt).

- a) Wie groß ist die Geschwindigkeit derjenigen Elektronen, die an der Oberfläche der Kathode keine kinetische Energie hatten, an der Öffnung C? (3)
- b) Mit welcher Geschwindigkeit v_2 erreichen bei gleicher Spannung solche Elektronen die Öffnung C, welche die Kathodenoberfläche in Richtung C mit der kinetischen Energie $E = 3,200 \cdot 10^{-17} \text{ Js}$ verließen? (3)
- c) Stellen Sie eine Gleichung zur Berechnung des Betrages der Gesamtkraft auf, wenn bekannt ist, dass sich die Einzelkräfte in der Richtung unterscheiden. (Die Erdanziehung wird vernachlässigt). (3)
- d) Berechnen Sie die notwendige elektrische Feldstärke, damit die Elektronen, die an der Oberfläche der Kathode keine kinetische Energie hatten, die Anordnung geradlinig durchfliegen. (3)

2. In einer Braunschen Röhre werden Elektronen durch die anliegende Hochspannung beschleunigt und treffen auf den Leuchtschirm. Durch einen Dauermagneten in der Nähe des Röhrenhalses werden die Elektronen abgelenkt und treffen um die Strecke s versetzt auf dem Schirm auf. Wie ändert sich s bei sonst gleicher Abordnung, wenn die Hochspannung zum Beschleunigen der Elektronen vergrößert wird?



- a) s wird kleiner
- b) s bleibt gleich
- c) s wird größer
- (1)

Lösungen:

1.

Geg.:	$U = 500 \text{ V}$ $B = 0,012 \text{ T}$ $m_e = 9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	ges.:	a) v d) E
Lösung:	<p>a) Das Elektron gewinnt im elektrischen Feld an kinetischer Energie. Dabei kann es nur soviel aufnehmen, wie im elektrischen Feld enthalten sind. Da sich die Masse des Elektrons bei Vernachlässigung relativistischer Effekte nicht verändert, kann man über die kinetische Energie die Geschwindigkeit des Elektrons berechnen.</p> $E_{\text{kin}} = E_{\text{el}}$ $\frac{m}{2} \cdot v^2 = e \cdot U$ $v = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}}$ $v = 13,3 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ <p>b) Die Anfangsenergie wird zur elektrischen Energie addiert:</p> $E_{\text{kin}} = E_{\text{el}} + E_0$ $\frac{m}{2} \cdot v^2 = e \cdot U + E_0$ $v = \sqrt{\frac{2 \cdot (e \cdot U + E_0)}{m}}$ $v = 15,7 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ <p>c) Auf das Elektron wirkt eine elektrische Kraft nach unten und eine magnetische Kraft nach oben. Die Gesamtkraft ist die Summe der Kräfte.</p> $F_g = F_{\text{el}} - F_{\text{mag}}$ $F_g = E \cdot Q - v \cdot e \cdot B$ <p>d) Die Elektronen fliegen geradlinig durch die gekreuzten elektrischen und magnetischen Felder, wenn auf sie keine Kraft wirkt (Trägheitsgesetz) Auf sie wirkt aber nur dann keine Kraft, wenn die elektrische und die magnetische Kraft gleich groß sind und sich damit aufheben.</p> $E \cdot Q = v \cdot e \cdot B$ $E = \frac{v \cdot e \cdot B}{e}$ $E = v \cdot B$ $E = 13,3 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,012 \text{ T}$ $E = 159,1 \cdot 10^3 \frac{\text{m} \cdot \text{V} \cdot \text{s}}{\text{s} \cdot \text{m}^2}$ $E = 159,1 \cdot 10^3 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ <p>Alle Elektronen mit der oben berechneten Geschwindigkeit fliegen geradlinig durch die gekreuzten Felder hindurch. Alle anderen werden nach oben oder unten abgelenkt. Damit wirkt eine solche Anordnung als Geschwindigkeitsfilter für geladene Teilchen und wird z.B. beim Massenspektrographen eingesetzt. Die Masse der Teilchen spielt dabei keine Rolle.</p>		
Antwort:	Die Elektronen haben eine Geschwindigkeit von $13,3 \cdot 10^6 \text{ ms}$. Bei einer Feldstärke von $159,1 \cdot 10^3 \text{ V/m}$ fliegen die Elektronen geradlinig durch die gekreuzten Felder.		

2. a) ist richtig, s wird kleiner.

Eine Erhöhung der Beschleunigungsspannung führt zu einer Vergrößerung der Geschwindigkeit der Elektronen.

Die Ablenkung der Elektronen durch den Magneten erfolgt durch die Lorentzkraft, deren Betrag sich aus $F = e \cdot v \cdot B$ ergibt. Damit wirkt auf schnellere Elektronen eine größere Kraft. Die Lorentzkraft wirkt senkrecht zur Flugrichtung der Elektronen, sie zwingt sie als Radialkraft auf eine Kreisbahn. Für die Beträge gilt: Lorentzkraft = Radialkraft, $e \cdot v \cdot B = m \cdot v^2 / r$ und nach r umgestellt $r = m \cdot v / e \cdot B$.

Einer größeren Geschwindigkeit entspricht bei sonst konstanten Größen einem größeren Radius, d.h. einer geringeren Ablenkung.