

Elektronens massa

Sammanfattning

Experimentet gick ut på att med hjälp av magnetiska fält bestämma massan för en enskild elektron. Resultat blev ett intervall w vilket hade antog värden mellan $1,32 < w < 9,32$ procent.

Syfte & inledning

Syftet med laborationen var att bestämma elektronens massa. Detta kan göras med hjälp av grundläggande kunskaper inom magnetism samt elektriska fält.

Läsaren bör därför kunna grunderna inom dessa båda områden, samt ha grundläggande förståelse för matematik och även hur härledning och ekvationssystem används.

Metod

Teori

Följande samband användes:

$$F = evB = (mv^2)/r$$

$$eU = 0,5(mv^2)$$

där F är kraften, e är elektronens laddning (elementarladdningen), B är magnetfältet, v är hastigheten för en elektron som rör sig i en cirkulär bana, r är radien på den cirkulära banan och m är massan på elektronen.

$B = I \cdot 0,74$ användes också för att bestämma magnetfältet. Ekvationen härleddes ur en rätlinjig graf med fördefinierade värden.

Med hjälp av dessa två samband kunde ett ekvationssystem ställas upp och massa kunde lösas ut:

$$m = (eB^2r^2)/(2U)$$

Lista över verktyg och tillbehör som behövs:

- Elektronstrålrör
- Helmholtzspolar
- Likriktaraggregat, 0 – 30 V
- Likriktaraggregat, 0 – 250 V
- Amperemeter, 0 – 3 A
- Voltmeter, 0 – 300 V
- Sladdar för koppling

Praktik

Elektronkanonen får sin glödström från 6,3 V växelström. Den kopplas mellan kontaktarna "Heizung 6 – 8 V" och "Katode". Accelerationsspänningen kommer från likriktarutgången 0 – 250 V och kopplas med minus till kontakten "Wehneltz" och med plus till kontakten "Anode". En voltmeter kopplas parallellt till samma utgång. Magnetfältet åstadkommes av en likström från likriktaren 0 – 30 V. Strömmen går genom två seriekopplade spolar. I serie med strömmen kopplas även en amperemeter. Slå på likriktaren och vänta ett par minuter medan glödtråden i elektronkanonen blir varm. Öka accelerationsspänningen U till 180 V. När sedan magnetströmmen ökas

långsamt skall elektronstrålen böja av till en cirkulär bana om magnetströmmen är rätt inkopplad. Ställ in magnetströmmen så att den cirkulära banan för en diameter enligt Tabell II. Notera för varje diameter magnetströmmens värde. – *Häfte ("Elektronens massa")*, 2012, Lugnetgymnasiet.

Resultat

Efter insamlande av data kunde värden sättas in i formlerna. Nedan följer de värden som uppmättes under experimentet:

$$e = 1,60218 * 10^{-19} C$$

$$U \approx 179,8 V$$

$$r_1 = 0,02 m, r_2 = 0,03 m, r_3 = 0,04 m, r_4 = 0,05 m$$

$$B_1 \approx 2,1534 * 10^{-3} T, B_2 \approx 2,1534 * 10^{-3} T, B_3 \approx 2,1534 * 10^{-3} T, B_4 \approx 2,1534 * 10^{-3} T$$

Efter insättning i $m = (eB^2r^2)/(2U)$ kunde värden på m räknas ut.

$$m_1 \approx 8,26 * 10^{-31} kg, m_2 \approx 8,61 * 10^{-31} kg, m_3 \approx 8,67 * 10^{-31} kg, m_4 \approx 9,23 * 10^{-31} kg$$

Dessa värden kan jämföras med tabellvärdet för massan på en elektron $9,1094 * 10^{-31} kg$ och ger alltså en felmarginal w i intervallet $1,32 < w < 9,32$ procent, där m_4 hade minst felprocent och m_1 hade störst.

Felkällor

Följande är en lista över troliga felkällor, sorterat i fallande ordning efter deras troliga påverkan på resultat.

- Felaktig avläsning av radien r på cirkeln i vilken elektronerna färdades i. Risken är påtaglig med tanke på att mätningen gjordes med ögonmått igenom en glassfär.
- Felaktiga värden på B , som räknades ut från en rätlinjig ekvation med tabellvärden som redan var givna.
- Under experimentets gång märktes det att spänningen U fluktuerade med cirka $0,7 V$.

Slutsats & diskussion

Sammanfattningsvis så var experimentet lyckat, i synnerhet ju större radien blev på cirkeln i vilken elektronerna färdades i. Vad gäller felkällor så berodde det med största sannolikhet på mänskligt felande då vi var tvungna att, med endast ögonmått, försöka få cirkeln så perfekt som möjligt mot den förutbestämde radien. Detta försvårades ytterligare tack vare ett ratten för att ändra cirkelbanan inte var speciellt känslig utan gjorde relativt stora förändringar även vid små vridningar.

Som avslutning så tycker jag att denna laboration än en gång påvisade lite mer praktiska exempel på fysiken och hur vi redan nu kan använda våra kunskaper för att komma fram till realistiska resultat.