

## Elektronens laddning-till-massaförhållande

### Utrustning

I experimentet undersöks hur en elektronstråle rör sig i ett magnetfält. Utrustningen består av en elektronkanon i ett rör fyllt med heliumgas. Spänningen (DC) mellan kanonens katod och anod kan justeras mellan 100 – 300 V. Katoden upphettas av en elektrisk ström, och som följd frigörs elektroner från metallen, var efter elfältet accelererar elektronerna mot anoden. En del av de accelererade elektronerna rör sig genom ett hål i anoden, varvid en elektronstråle uppstår. Då elektronerna kolliderar med heliumatomerna i gasen exciteras de. Urladdningen av det exciterade tillståndet fluorescerar grönt, vilket möjliggör detekteringen av elektronstrålens bana. Det gasfyllda röret är placerat mellan fältspolar, som skapar ett så gott som homogent magnetfält i röret.

Magnetfältet utsätter elektronerna för en kraft

$$\vec{F}_B = -e \vec{v} \times \vec{B}$$

vinkelrätt till elektronens hastighet och magnetfältet. Kraften är konstant och får elektronen att röra sig i en cirkulär bana, utan att påverka rörelsens hastighet. Rörelseekvationen för den laddade partikel är

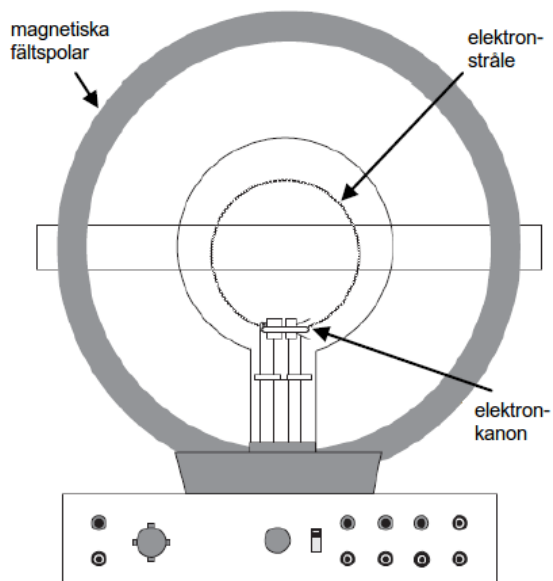
$$F_B = ma_n$$

där  $a_n$  är normalaccelerationen för en cirkelrörelse. Ur skalärekvationen

$$evB = m \frac{v^2}{r}$$

erhålls uttrycket för laddning-till-massaförhållandet för elementararladdningen

$$\frac{e}{m} = \frac{v}{Br}$$



## Experimentet och slutsatser

Bekanta dig med utrustningen. Kolla att kopplingarna är rätt:

- Katodens uppvärmare: 6,3V från AC-uttaget från strömkällan A.
- Elektronkanonens elektroder: 0 – 300 V från strömkällan A.
- Voltmätare: till Voltmeter
- Fältspolarna: 0 – 20 V från strömkällan B

Ställ strömmen till noll för accelerationsspänningen och fältspolen. Sätt på strömkällan A. Vänta tills katoden börjar glöda, öka sedan accelerationsspänningen tills du ser en grön stråle inuti röret. Utan att röra glasröret flytta en stavmagnet nära och runt strålen.

- Förutsatt att vi ännu inte vet något om elektroner, men att vi förstår hur ett objekt som rör sig i ett el- och magnetfält beter sig, vad berättar din observation oss?
- Öka strömmen i fältspolarna (om nödvändigt, justera också accelerationsspänningen) tills den gröna strålen böjs och slutligen bildar en tydlig cirkel. Vad berättar din observation oss?

Katoden frigör negativt laddade partiklar: elektroner. Utrustningen är konstruerad för att bestämma partikelns laddning-till-massaförhållande  $e/m$ .

- Håll accelerationsspänningen konstant, öka strömmen i fältspolarna. Vad händer med strålens radie, varför?
- Håll strömmen i fältspolarna konstant och öka accelerationsspänning. Vad händer med strålens radie i detta fall, varför?

Genomför en serie mätningar genom att variera accelerationsspänningen och den magnetiska fältstyrkan (magnetisk flödestäthet). Tex. justera strömmen i fältspolarna någonstans i intervallet 1 – 2 A, justera sedan accelerationsspänningen till att ge tre olika spänningsvärden så att elektronstrålens radie erhåller värden i intervallet 3 – 5 cm.

| $I$ (A) | $U$ (V) | $r$ (m) | $B$ (T) | $B^2 r^2$ (T <sup>2</sup> m <sup>2</sup> ) | $2U$ (V) |
|---------|---------|---------|---------|--------------------------------------------|----------|
|         |         |         |         |                                            |          |
|         |         |         |         |                                            |          |
|         |         |         |         |                                            |          |
|         |         |         |         |                                            |          |
|         |         |         |         |                                            |          |

## Till hemuppgift

Beräkna den magnetiska flödestätheten från strömmen i fältspolarna utgående från uttrycket

$$B = \frac{N \mu_0 I}{(5/4)^{3/2} R}$$

$$N = 130 \quad (\text{antalet varv i spolarna})$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m} \quad (\text{permeabiliteten för vakuum})$$

$$R = 0,15 \text{ m} \quad (\text{fältspolarnas radie})$$

Härled laddning-till-massaförhållandet  $\left( \frac{e}{m} = \frac{v}{Br} \right)$  för elektronen, och vidare ekvationen

$$2U = \frac{e}{m} B^2 r^2$$

där  $U$  är accelerationsspänningen. Ekvationen kan tolkas som ekvationen för en rät linje.

Rita en graf med värden för  $2U$  på y-axeln och värden för  $B^2 r^2$  på x-axeln, och anpassa en linje.

Bestäm riktningskoefficienten för linjen och erhåll värdet för  $e/m$ . Jämför ditt värde till det angivna i litteraturen. Vilka faktorer påverkar avvikelsen till ditt resultat?