

e/m-rør

Hvordan ser man noget, der er mindre end bølgelængden for synligt lys? I dag har vi i hvert fald to forskellige metoder. Den ene metode er at bevæge en slags finger henover og på den måde mærke, hvordan det ser ud. Den anden metode er, at skyde små partikler ind på objektet og undersøge hvordan de bliver afbøjet. For at kunne bruge den sidstnævnte metode må man vide noget om partiklens ladning og masse. I dette forsøg skal du måle forholdet mellem elektronens ladning og masse ved at se på en simpel model af en partikelaccelerator.

Materialiste

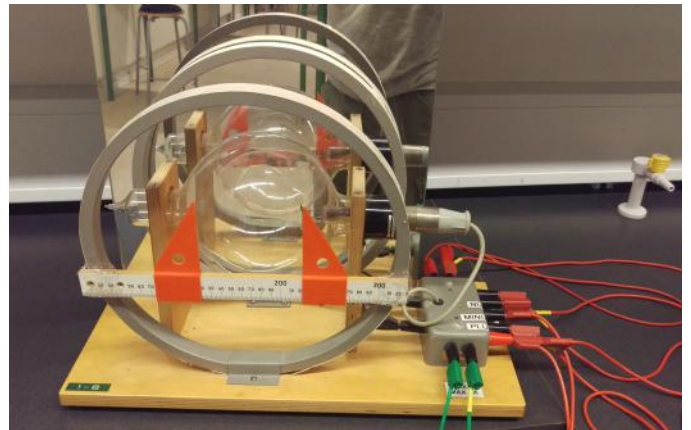
e/m-rør

Ledninger

Leybold spændingskilde

Spændingskilde

Multimetre



Fremgangsmåde

1. Forbind de to bøsninger markeret "plader" til hinanden og bøsningen markeret "plus"
2. Forbind de to bøsninger markeret "glødetråd" til Leybold spændingskildens vekselspænding
3. Forbind "nul" til den midterste bøsning øverst på Leybold spændingskilden
4. Forbind "minus" til den venstre bøsning øverst på Leybold spændingskilden
5. Forbind "plus" til den højre bøsning øverst på Leybold spændingskilden
6. Forbind et multimeter til "plus" og "minus"
7. Forbind spolerne til spændingskilden og indsæt et multimeter i serieforbindelse
8. Indstil strømstyrken i spolerne, så elektronerne laver en cirkelbane
9. Mål sammenhørende værdier for spænding, strømstyrke og radius af elektronbanen

Resultatbehandling

Med dine målinger skal du bestemme forholdet mellem elektronens ladning og masse. For at nå dertil skal du sammensætte en række ligninger bl.a. for magnetfeltet i Helmholtz-spoler, accelerationen i en cirkulær bevægelse og kinetisk energi for partikler accelereret gennem spændingsfald.

Perspektiv

Elektroner er ikke den eneste type partikler, der kan bruges til diffraktion. I Lund er man i øjeblikket ved at bygge en ny type accelerator, der benytter neutroner. Dette er særligt anvendeligt, da neutroner ikke har nogen ladning, og derfor ikke afbøjes af elektroner. Det betyder, at man bl.a. kan undersøge atomkerner og materialer udsat for kraftige magnetfelter, som ellers ville være umulige at analysere.

e/m-rør

U (V)	I (A)	R (m)	e/m (C/kg)	Afvigelse
397	1,8	0,0495	1,64E+11	7%
398	2,05	0,0435	1,65E+11	6%
397	1,62	0,057	1,53E+11	13%
398	1,7	0,0525	1,64E+11	7%

Opgaverne på denne side handler om forsøget med e/m-røret.

Til venstre kan du se en tabel, der viser, hvordan dine resultater kunne se ud.

Spørgsmålene i boksen nedenfor svarer til de beregninger, du skal lave med dine egne resultater.

Forståelsesspørgsmålene nederst til venstre kan du bruge til at teste, om du har forstået teorien.

Opgaver med datamateriale

1. Ved udførelse af forsøget er der blevet målt ved 4 forskellige strømstyrker gennem Helmholtzspolerne. Af tabellen kan du se de målte værdier. Helmholtzspolerne havde $n=130$ vindinger og en radius på $R=15$ cm. Beregn den magnetiske fluxtæthed i hvert af de fire tilfælde.
2. Beregn forholdet mellem elektronens ladning og masse for hvert af de fire forsøg.
3. Beregn afvigelserne. Den forventede værdi er $1,76 \cdot 10^{11}$ C/kg.

Alternativ databehandling

1. Beregn kvadratet på strømstyrkerne.
2. Beregn $2U/(k \cdot r)^2$ for hver måling. Her er $k=7,8 \cdot 10^{-4}$ T/A, svarende til $\mu_0 \cdot (4/5)^{3/2} \cdot n/R$.
3. Lav lineær regression med punkt 1 som uafhængig variabel og punkt 2 som afhængig variabel

Forståelsesspørgsmål

1. Hvad er det, der lyser op?
2. Hvorfor dannes der en ringformet bane?
3. Hvorfor bliver radius i banen mindre, når strømstyrken stiger?
4. Hvilke fejlkilder er der i forsøget?
5. Hvordan kunne man have minimeret de fejlkilder, du beskrev ovenfor?

Hverdags perspektiv

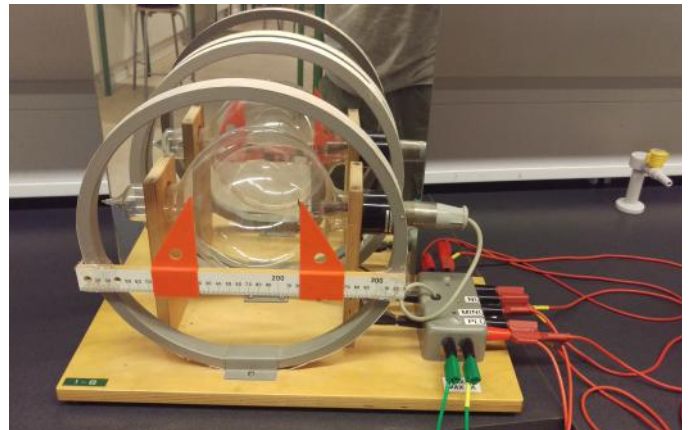
I laserprintere sidder der en lille kanon, der skyder toner (farvestoffet) afsted mod papiret i en konstant strøm. Hvis der ikke skal farve på papiret der, hvor printeren er nået til, tændes der for et magnetfelt, som afbøjer det elektrisk ladede toner over i en bakke, hvorfra det genbruges.

e/m-rør

I det tidligere forsøg har du kun arbejdet med bevægelse i to dimensioner og et magnetfelt i den tredje. Det er dog sjældent, at magnetfeltet vil stå vinkelret på bevægelsen eller for den sags skyld, at magnetfeltet er ensartet. I dette forsøg får du lov til at variere disse ting.

Forslag til materialer

e/m-rør
Ledninger
Leybold spændingskilde
Spændingskilde
Multimetre
Magneter



Udfordringen

I dette forsøg skal du arbejde induktivt med opstillingen. Hvad sker der, hvis du roterer røret? Kan du ændre på strålens bane ved hjælp af en kraftig magnet? Kan du afgøre hvad der er nord og syd på magneten?

Resultatbehandling

Forklar de ting, du har observeret ved at udsætte e/m-røret for forskellige situationer.

Perspektiverende spørgsmål

Solen sender masser af ladede partikler ned mod Jorden. Dem ser vi som nordlys og sydlys ved polerne. Hvorfor er det lige netop der vi ser dem og ikke ved ækvator, som jo ellers er tættere på?