

e/m for elektronen

Formål:

At bestemme forholdet mellem ladningen e og massen m for elektronen.

Apparatur & opstilling:

Specialapparat konstrueret til formålet, Helmholtzspoler, stor spændingskube (Netzgleichrichter 0-250V DC, og 6,3V AC), strømforsyning 0-25V DC, voltmeter og amperemeter.

Forsøget skal udføres i en krog uden for meget lys.

NB: Selve tilkoblingen af spænding mm. foretages af læreren pga. sikkerhedsbestemmelserne.

Den præcise sammenkobling kan ses på billedet og figur 1.



Teori:

Betragt et homogent magnetfelt \vec{B} . Bevæger en elektron sig med hastigheden \vec{v} i dette felt, vil den være påvirket af kraften $\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$.

Er $\vec{v} \perp \vec{B}$ vil elektronen således bevæge sig i en cirkel inde i glaskolben.

Den til opretholdelse af denne cirkelbevægelse fornødne centripetalkraft med radius r , leveres af magnetfeltet:

$$F_{\text{magn}} = F_c \quad \Leftrightarrow \quad evB = m \frac{v^2}{r}$$

altså

$$\frac{e}{m} = \frac{v}{Br} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{e^2}{m^2} = \frac{v^2}{B^2 r^2} \quad (*)$$

v bestemmes ved at accelerere elektronen over en stor spændingsforskel U . Herved omsættes potentiel energi til kinetisk energi:

$$\Delta E_{kin} = -\Delta E_{pot} \Leftrightarrow \frac{1}{2} m \cdot v^2 = e \cdot U \Leftrightarrow v^2 = \frac{2e \cdot U}{m}$$

Dette udtryk indsættes i (*), og vi får:

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

$$\frac{e}{m} = \frac{2U}{B^2 r^2} \quad [\text{formel 1}]$$

Magnetfeltet frembringes af et sæt **Helmholtzspoler** dvs. to identiske tynde spoler hver med radius $R =$ den indbyrdes afstand R , og vindingstal N . (Vi kender her ikke N).

Helmholtzspoler er således indrettet at magnetfeltet er næsten homogent i området mellem spolerne.

På apparater står at

$$B = 7,8 \cdot 10^{-4} \cdot I \frac{Wb}{m^2} \quad [\text{formel 2}]$$

Hvor I er strømstyrken i spolerne.

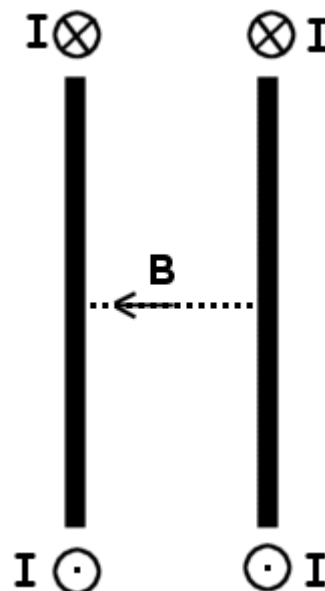
(se Tabel 6.7 i FysikABbogen Elektriske og magnetiske felter af Torben Benoni for den eksakte formel)

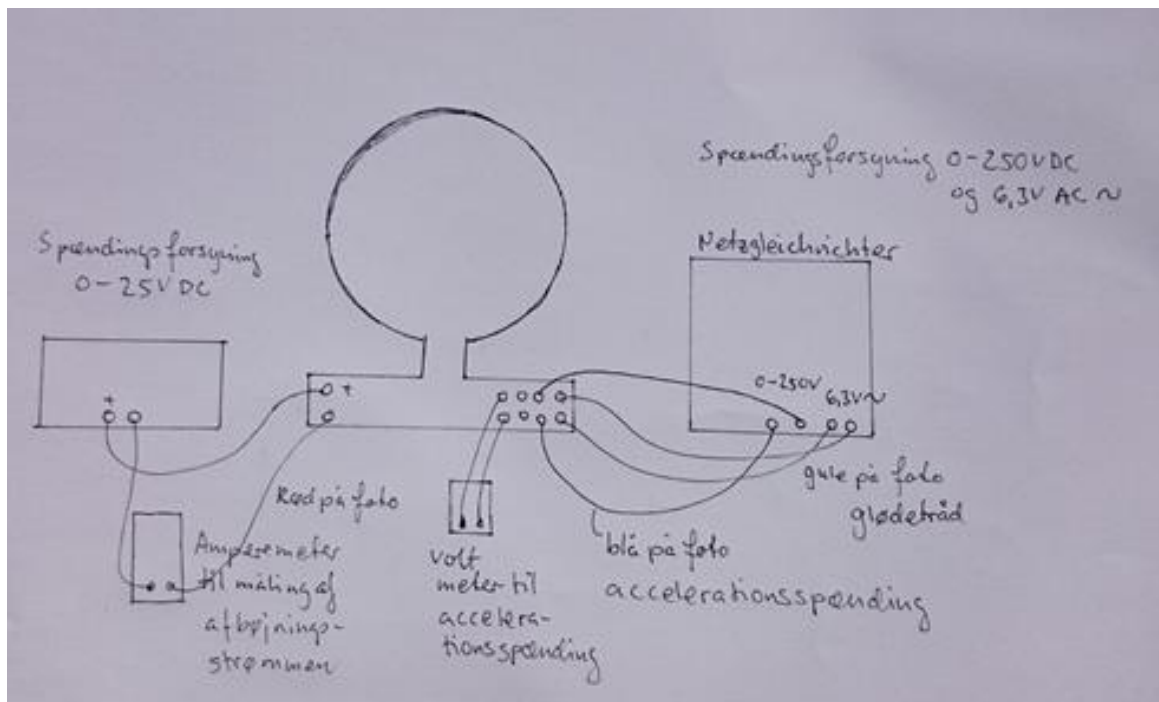
Bemærk

- strømstyrken I i spolerne giver magnetfeltet B
- spændingen U i elektronkanonen giver elektronens fart v

Udførelse:

Tilslut apparaterne som vist på billedet og figur 1.





Figur 1.

Start med at sætte spændingen på glødetråden til 6,3V. Bemærk at den gløder.

Dernæst skal læreren godkende opstillingen, og tilslutte accelerationsspændingspændingen 0-250V! Start på 0 skru op til elektronstrålen bliver synlig.

Dernæst tilsluttes magnetfeltets spænding 0-25V, start med 0V skru langsomt op.

Magnetfeltet er bestemt ved strømstyrken I gennem spolerne. Der indsættes derfor et amperemeter til at måle den. **PAS PÅ MÅLEOMRÅDE!**

Elektronens fart bestemmes af spændingen U mellem anoden og katoden i elektronkanonen. Der indsættes derfor et voltmeter til at måle den. **PAS PÅ MÅLEOMRÅDE!** Benyt Range til at skifte.

Drej glaskolben således at elektronstrålen danner en cirkelbevægelse. Radius r i denne kan aflæses vha. målepindene inde i glaskolben.

Mål nu spoleradius R , og check at spoleafstanden også er R .

Mål nu sammenhørende værdier af U , I og r .

Når r måles, er det vigtigt at elektronstrålens cirkel ligger lige over spejlbilledet, og hold øjet så cirklen måles på det bredeste sted. Flyt øjet fra den ene side til den anden.

I kan f. eks. holde r lig med 2 cm og finde tre sæt (U, I) som giver denne værdi af r . Sæt derefter r til 4 cm og find tre nye sæt af (U, I) som giver denne værdi osv.

Resultaterne indføres i skemaet.

Lav vurdering af usikkerheden og overvej fejlkilder.

Tabelværdier:

$\mu_0 =$

$e =$

$m =$

$\frac{e}{m} =$

Resultater:

< ----- målte tal ----- > < ----- beregnede tal ----- >

r (m)	U (V)	I (A)	B (T) [formel 2]	e/m (C/kg) [formel 1]

Beregn gennemsnittet og spredningen på $\frac{e}{m}$. Sammenlign med tabelværdien.

Vejledning stammer fra Steen Toft Jørgensen Helsingør Gymnasium 2003, og er tilpasset af EH til vores apparatur på FG

05-08-2015