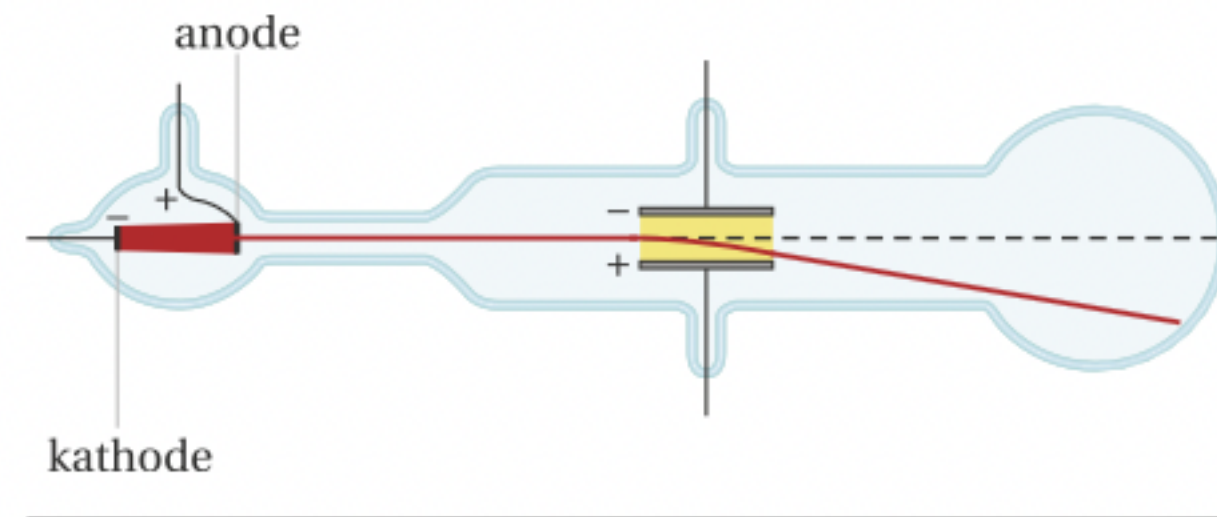


- 4 Thomson bepaalde de verhouding tussen de lading en de massa van het elektron met behulp van de kathodestraalbuis van figuur 9.



Figuur 9

Tussen de kathode en de anode worden elektronen versneld. De elektronen komen vervolgens terecht in een homogeen elektrisch veld tussen twee platen, met een snelheid evenwijdig aan die platen. In de buis heerst vacuüm.

- a Leg aan de hand van figuur 9 uit dat de straal bestond uit negatief geladen deeltjes.

Om de snelheid van de elektronen te bepalen, legde Thomson in het gebied tussen de platen tijdelijk ook een homogeen magnetisch veld aan. Door de sterkte van het magnetisch veld te variëren, zorgde Thomson ervoor dat de elektronenbundel toch rechtdoor ging. De zwaartekracht op de elektronen is te verwaarlozen.

In het midden tussen de twee platen bevindt zich een punt P.

- b Licht met behulp van een tekening toe welke richting het magnetisch veld in P heeft zodat de elektronen niet afgebogen worden tussen de platen.
c Toon aan dat voor de snelheid van de elektronen geldt:

$$v = \frac{E}{B}$$

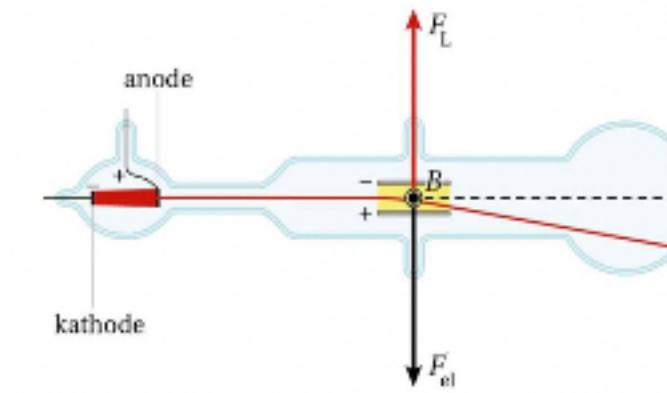
- v is de snelheid in m s^{-1} .
- E is de elektrische veldsterkte in NC^{-1} .
- B is de magnetische inductie in T.

Vervolgens schakelde Thomson het magnetisch veld weer uit. De elektrische veldsterkte tussen de twee platen is $2,5 \cdot 10^4 \text{ NC}^{-1}$. De elektronen volgen nu weer een gekromd pad. Met behulp van de snelheid van de elektronen en de kromming berekende Thomson dat de verticale versnelling $4,8 \cdot 10^{15} \text{ m s}^{-2}$ is.

- d Bereken de verhouding tussen de lading en de massa van een elektron.
e Bereken het procentuele verschil tussen de waarde die je bij vraag d hebt berekend en de waarde die volgt uit de gegevens in BINAS. Gebruik de niet afgeronde waarde van de verhouding bij vraag d.

Opgave 4

- a De deeltjes worden aangetrokken door de positieve plaat. De deeltjes zijn zelf dus negatief geladen.
b Zie figuur 1.



Figuur 1

De lorentzkracht heft de elektrische kracht op.
De elektrische kracht op de deeltjes is omlaag gericht.
Als de deeltjes geen afbuiging ondervinden, dan is de lorentzkracht verticaal omhoog gericht.
De elektronenstroom is naar rechts, dus de elektrische stroom is naar links.
Uit de FBI-regel volgt dat het magnetisch veld dus loodrecht het papier uit is gericht.

- c De lorentzkracht is in evenwicht met de elektrische kracht.

Voor de lorentzkracht geldt: $F_L = B \cdot q \cdot v$

Voor de elektrische kracht geldt: $F_{el} = q \cdot E$

Combinatie van beide formules geeft: $B \cdot q \cdot v = q \cdot E$

Hieruit volgt $v = \frac{E}{B}$.

- d De elektronen ondervinden een elektrische kracht en krijgen daardoor een verticale versnelling. De verticale versnelling volgt uit de tweede wet van Newton.
De resulterende kracht is gelijk aan de elektrische kracht omdat de zwaartekracht verwaarloosbaar is ten opzichte van de elektrische kracht.

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{F_{el}}{m} \text{ met } F_{el} = q \cdot E$$

$$a = \frac{q \cdot E}{m} = \frac{q}{m} \cdot E$$

$$\text{Hieruit volgt } \frac{q}{m} = \frac{a}{E}$$

$$\frac{q}{m} = \frac{4,8 \cdot 10^{15}}{2,5 \cdot 10^4} = 1,92 \cdot 10^{11} \text{ C kg}^{-1}$$

Afgerond: $1,9 \cdot 10^{11} \text{ C kg}^{-1}$.

- e In BINAS tabellen 7A en 7B vind je:

$$\frac{q}{m} = \frac{1,602176565 \cdot 10^{-19}}{9,10938291 \cdot 10^{-31}} = 1,75882009 \cdot 10^{11} \text{ C kg}^{-1}$$

De waarde van Thomson is $\frac{(1,92 \cdot 10^{11} - 1,758 \cdot 10^{11})}{1,758 \cdot 10^{11}} = 9,21\%$ te groot.

Afgerond: 9,2%.