

1 De proef van Millikan

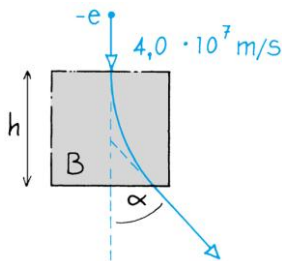
Een druppeltje van $1,0 \cdot 10^{-15}$ kg zweeft tussen de platen van een condensator. De spanning tussen de platen is 470 V en de afstand 3,1 cm.

- a**¹ Bereken E met $E = \frac{U}{d}$
a² Hoeveel elementaire ladingen bevat het druppeltje teveel?
 ► Een even zwaar neutraal druppeltje wordt door het eerste aangetrokken en plakt er aan vast.
b Wat voor beweging volgt nu?
c Hoe lang zal hun beweging hoogstens duren?

2 Snijden met elektronen

Een elektronenbundel wordt gebruikt om een mal uit te snijden. De snelheid van de elektronen is $4,0 \cdot 10^7$ m/s als ze het sturende veld binnenkomen;

$B = 0,010$ T en $h = 15$ mm.

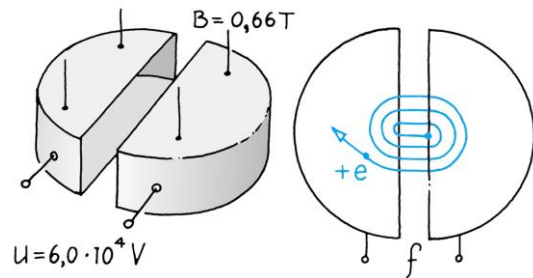


- a** Bereken de spanning die ze daarvoor hebben doorlopen.
b¹ Bepaal de richting van \vec{B} .
b² Met welke snelheid wordt de mal getroffen?
c¹ Bepaal de plaats van het middelpunt van de cirkelbaan.
c² Bereken α .

3 Het cyclotron

Een cyclotron is een ionenversneller. Het bestaat uit twee holle D-vormige elektrodes. Het geheel bevindt zich in vacuüm en in een verticaal magnetisch veld; $B = 0,66$ T. Tussen de elektrodes wordt een wisselspanning aangelegd; $U_{\max} = 6,0 \cdot 10^4$ V.

De halve cirkels die de ionen beschrijven, worden na iedere passage groter doordat de ionen bij iedere passage worden versneld. We versnellen protonen.



- a**¹ Welke richting heeft het magnetisch veld?
a² Waarom voelen de protonen het elektrische veld alleen als ze zich tussen de elektrodes bevinden?
 ► De protonen steken over als de spanning U maximaal is.
b¹ Hoe groot is de snelheid van de protonen na 50 passages?
b² Bereken de straal van de cirkel die ze dan beschrijven.
c Toon aan dat protonen in de pas lopen als de aangelegde frequentie $1,0 \cdot 10^7$ Hz is.

De antwoorden staan op de volgende pagina's.

De antwoorden van de toets

1 De proef van Millikan

$$a^1 \quad \text{Invullen geeft: } E = 1,5 \cdot 10^4 \text{ V/m}$$

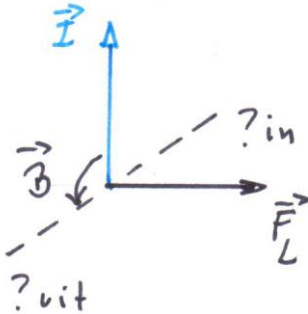
$$a^2 \quad mg = qE \Rightarrow q = 6,4 \cdot 10^{-19} \text{ C} \text{ delen door } e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \text{ geeft } n = 4$$

$b \quad F_z$ wordt $2\times$ zo groot en F_e blijft gelijk \Rightarrow
 Er ontstaat een eenparig versnelde beweging omlaag.
 $\Sigma F = mg = \Sigma m \cdot a = 2m \cdot a \Rightarrow a = \frac{1}{2}g$

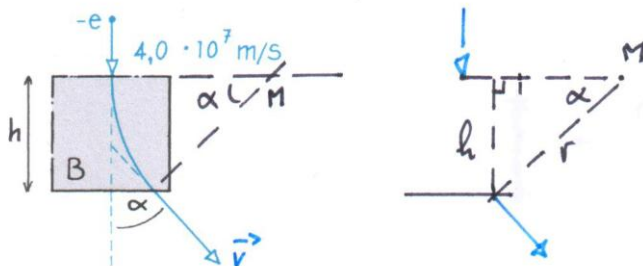
$$c \quad y_{\max} = 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ m} \text{ en } y = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow t < 0,11 \text{ s}$$

2 Snijden met elektronen

$$a \quad \frac{1}{2}mv^2 = eU \Rightarrow U = 4,6 \cdot 10^3 \text{ V}$$

 b^1


 $b^2 \quad \text{In het } B\text{-veld verandert } v \text{ niet, dus } 4,0 \cdot 10^7 \text{ m/s}$

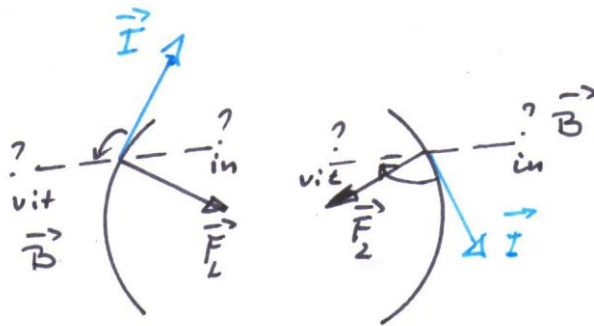
 c^1
 c^2


$$Bev = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow r = \frac{mv}{Bq} \Rightarrow r = 2,3 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 23 \text{ mm}$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{r} = \frac{15}{23} \Rightarrow \alpha = 41^\circ$$

3 Het cyclotron

- a¹** Dit is een bovenaanzicht. De vectoren \vec{I} en \vec{F}_L liggen op het papier en \vec{B} staat er loodrecht op. \vec{B} wijst omhoog.



- a²** Binnen de elektroden heb je te maken met een kooi van Faraday. Daar is het elektrisch veld nul.

b¹ $\frac{1}{2}mv^2 = 50 \cdot e \cdot 6,0 \cdot 10^4$ met $m = 1,67262 \cdot 10^{-27}$ kg (tabel 7) $\Rightarrow v = 2,4 \cdot 10^7$ m/s

b¹ $Bqv = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow r = \frac{mv}{Bq}$ invullen geeft: $r = 0,12$ m

c $v = \frac{Bqr}{m}$ en $v = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi m}{Bq} \Rightarrow f = \frac{Bq}{2\pi m}$

f hangt dus niet van r en v af; invullen geeft: $f = 1,0 \cdot 10^7$ Hz. Het klopt.