

Oppgave 1

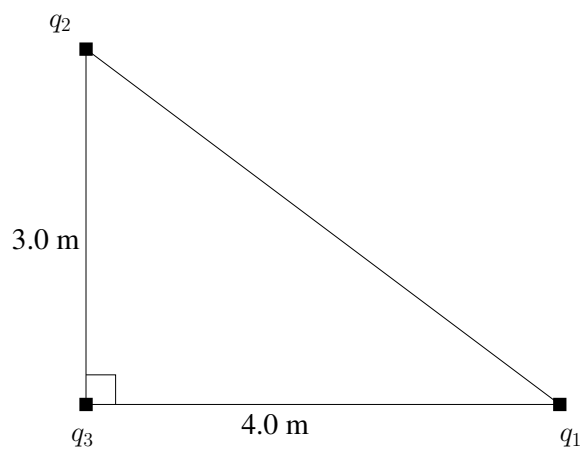
Oppgavetekst

Tre ladninger q_1 , q_2 og q_3 er plassert som som på figur 1. $q_1 = 7.5 \cdot 10^{-8}\text{C}$, $q_2 = 2.5 \cdot 10^{-8}\text{C}$ og $q_3 = -5.0 \cdot 10^{-8}\text{C}$.

a) Bestem størrelsen og retningen til kraften som virker på q_3 .

Vi tar så bort ladningen q_3 , og lar en annen ladd partikkel bevege seg friksjonsfritt på forbindelseslinjen mellom q_1 og q_2 .

b) Hvor langt fra q_1 er partikkelen når akselerasjonen er lik 0?

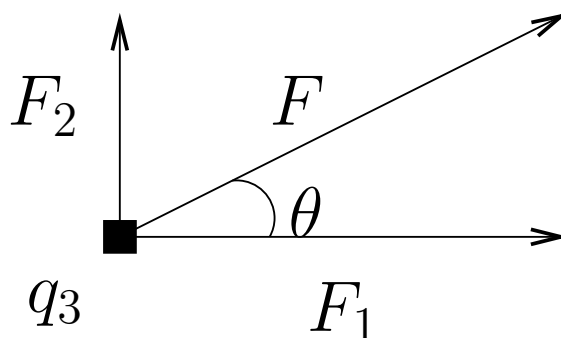


Figur 1: De tre ladningene

Oppgave 1

Løsningsforslag

1) $F_1 = k \frac{q_1 q_3}{r_1^2}$, $F_2 = k \frac{q_2 q_3}{r_2^2}$. Der $r_1 = 4.0\text{m}$ og $r_2 = 3.0\text{m}$.



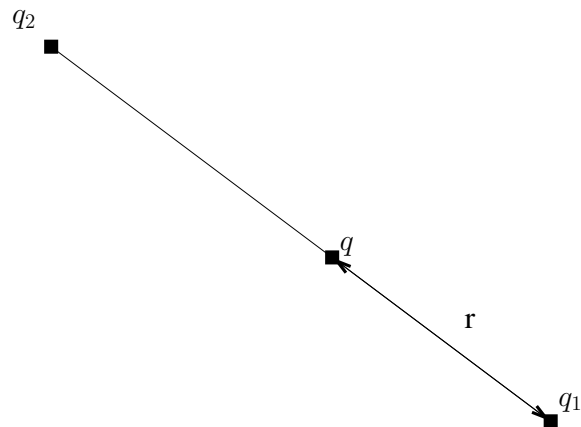
Figur 2: Kraftene som virker på q_3

Vi får da $F_1 = -2.11 \cdot 10^{-6} \text{N}$ og $F_2 = -1.25 \cdot 10^{-6} \text{N}$.

$$|F| = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 2.5 \cdot 10^{-6} \text{N}.$$

$$\tan \theta = \frac{F_2}{F_1}, \theta = 30.1^\circ.$$

2)



Figur 3: Ladningen ligger mellom q_1 og q_2

Avstanden mellom q_1 og q_2 er $\sqrt{(3\text{m})^2 + (4\text{m})^2} = 5\text{m}$.

$$F_1 = k \frac{qq_1}{r^2} \text{ og } F_2 = k \frac{qq_2}{(5-r)^2}.$$

$$\sum F = F_1 - F_2 = k \frac{qq_1}{r^2} - k \frac{qq_2}{(5-r)^2} = ma$$

Vi skal finne når $a = 0$, og får da

$$\begin{aligned} k \frac{qq_1}{r^2} - k \frac{qq_2}{(5-r)^2} &= 0 \\ kq \left(\frac{q_1}{r^2} - \frac{q_2}{(5-r)^2} \right) &= 0 \\ \frac{q_1}{r^2} &= \frac{q_2}{(5-r)^2} \\ \left(\frac{q_2}{q_1} - 1 \right) r^2 + 10r - 25 &= 0 \end{aligned}$$

Vi får to løsninger

$$r = \frac{-10 \pm \sqrt{100 \cdot \frac{q_2}{q_1}}}{2 \left(\frac{q_2}{q_1} - 1 \right)} \quad (1)$$

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{1}{3}, \text{ så}$$

$$r = \frac{-10 \pm \sqrt{\frac{100}{3}}}{-\frac{4}{3}}$$

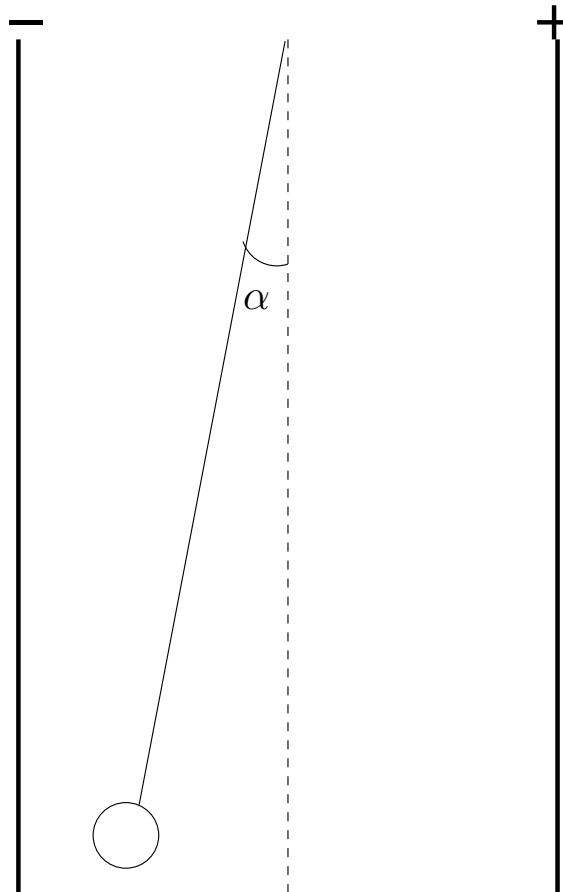
$$r_1 \approx 11.83\text{m}, \quad r_2 \approx 3.2\text{m}$$

Siden avstanden mellom q_1 og q_2 er 5m, ser vi at kun r_2 kan være en løsning, så partikkelen er 3.2m fra q_1 når akselerasjonen er 0.

Oppgave 2

Oppgavetekst

- a) Definer elektrisk feltstyrke.
- b) Mellom to motsatt ladde parallelle og loddrette plater henger en pendel i ro. Pendelkulen har massen m og ladningen q . Pendelen danner en vinkel α med vertikallinjen. Tyngde-akselerasjonen er g . Vis hvordan vi kan finne feltstyrken på det stedet pendelkulen er.

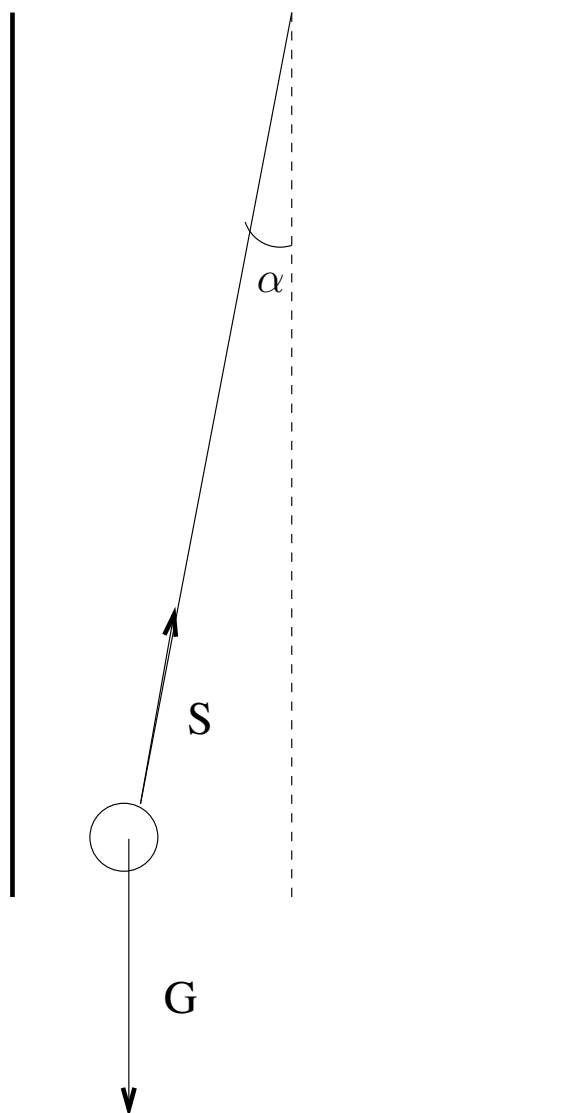


Figur 4: Pendelen mellom de to ladde platene

Oppgave 2

Løsningsforslag

- a) Elektrisk feltstyrke er elektrisk kraft per ladning. $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$.
- b)



Figur 5: Pendelen med krefter tegnet inn

Siden pendelkulen er i ro, må summen av kreftene som virker på den være lik 0. Vi kan dekomponere kreftene og se på x-retningen og y-retningen hver for seg.

$$F_y = S \cdot \cos\alpha - mg$$

$$F_x = S \cdot \sin\alpha - F_e$$

$F_e = Eq$, der E er feltstyrken vi skal finne. Ved å dele de to ligningene på hverandre finner vi

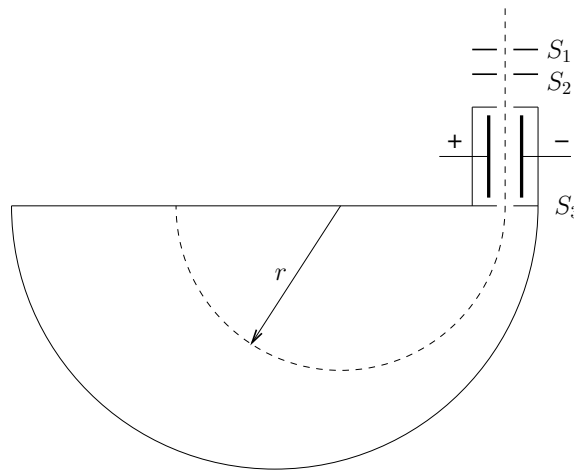
$$\frac{F_x}{F_y} = \frac{S \cdot \sin\alpha}{S \cdot \cos\alpha} = \frac{Eq}{mg}$$

$$E = \frac{mg}{q} \tan\alpha$$

Oppgave 3

Oppgavetekst

Figur 6 viser et massespektroskop som skal brukes til å bestemme massen til en neonisotop. Neonioner med en positiv elementærladning, men med forskjellig fart, kommer inn mot spalteåpningen S_1 . Etter å ha blitt akselerert mellom platene S_1 og S_2 beveger de seg inn i et rom hvor de samtidig påvirkes av et elektrisk og et magnetisk felt. Feltene står vinkelrett både på hverandre og på fartsretningen slik at bare ioner med en bestemt fart slipper gjennom spalteåpningen S_3 . Hele apparatet står i vakuum.



Figur 6: Massespektroskopet

- Hvilken retning har magnetfeltet $\vec{B}$ når de to platene som lager det elektriske feltet $\vec{E}$, har ladninger som vist på figur 6?
- Hvor stor fart har de ionene som passerer S_3 når $E = 1.2 \cdot 10^5$ V/m og $B = 0.60$ T.

- c) Når ionene har passert S_3 , virker bare magnetfeltet. Radius r i den sirkelen som ionene beveger seg i, er 7.2 cm. Bestem massen til neon-isotopen.
- d) Spenningen mellom S_1 og S_2 var 3000 V. Hvor stor fart hadde neonionet *før* det nådde spalteåpningen S_1 ?

Oppgave 3

Løsningsforslag

- a) Vinkelrett ut av papiret.
- b) Vi må ha at $F_e = F_m$

$$\begin{aligned}Eq &= qvB \\ E &= vB \\ v &= \frac{E}{B} = 2.0 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\end{aligned}$$

- c) Isotopen går nå i en sirkelbane og den eneste kraften er F_m . Vi får $F_m = ma = m \frac{v^2}{r}$.

$$\begin{aligned}m \frac{v^2}{r} &= F_m = qvB \\ \frac{mv}{r} &= qB \\ m &= \frac{qrB}{v}\end{aligned}$$

v fant i i b), og vi har at $q = e$ siden vi har oppgitt at ionene har en positiv elementærladning. Vi finner da

$$m \approx 3.5 \cdot 10^{-26} \text{kg} \quad (2)$$

- d) Vi har at $\Delta E_k = qU$.

$$\begin{aligned}\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 &= qU \\ \frac{1}{2} \frac{qrB}{v} (v^2 - v_0^2) &= qU \\ (v^2 - v_0^2) &= \frac{2Uv}{rB} v_0 = \sqrt{v^2 - \frac{2Uv}{rB}} \approx 1.1 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\end{aligned}$$