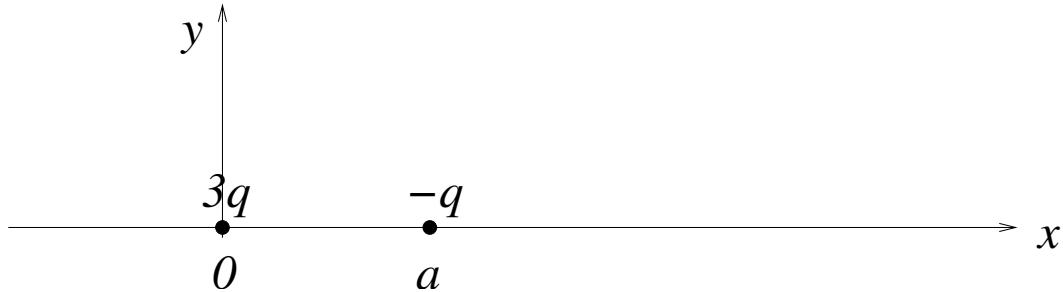


TFY4104/TFY4125 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU.  
Øving 7.

Oppgave 1



a) To punktladninger  $3q$  og  $-q$  er plassert på  $x$ -aksen i henholdsvis  $x = 0$  og  $x = a$ . Forklar hvorfor mulige likevektsposisjoner for en tredje ladning  $q$  må være på  $x$ -aksen.

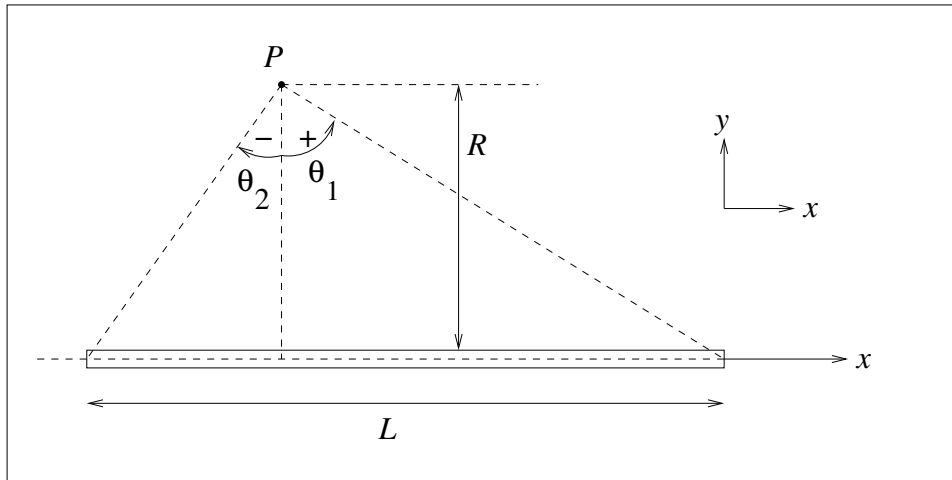
b) Det er *en* likevektsposisjon  $x_0$  på  $x$ -aksen for denne tredje ladningen. Bestem  $x_0$ . Begrunn, *uten* ytterligere regning, at denne likevekten er ustabil med hensyn på en liten forflytning i  $x$ -retning. (Alternativt, *med* ytterligere regning: Vurder stabiliteten av likevekten ved å se på  $dF/dx$  i  $x = x_0$ .)

[I *likevekt* virker det ingen netto kraft på ladningen. Når den forskyves en avstand  $\Delta x$  fra likevektsposisjonen, vil den påvirkes av en kraft. Dersom denne kraften virker i samme retning som  $\Delta x$ , er likevekten ustabil, i motsatt fall stabil.]

## Oppgave 2

En tynn stav med lengde  $L$  har uniform ladning  $\lambda$  pr lengdeenhet.

a) Hvor mye ladning  $dq$  er det på en liten lengde  $dx$  av staven? Hva er stavens totale ladning  $Q$ ?



b) Vi legger staven på  $x$ -aksen, slik at punktet  $P$  har koordinater  $(x, y) = (0, R)$ . Vis at det elektriske feltet i  $P$ , dvs i avstand  $R$  fra staven, er gitt ved  $\mathbf{E} = E_x \hat{x} + E_y \hat{y}$ , med

$$E_x = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2) \quad E_y = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} (\sin \theta_1 - \sin \theta_2).$$

Her er  $\theta_1$  og  $\theta_2$  vinklene som dannes mellom linjene fra  $P$  til stavens endepunkter og normalen til staven gjennom  $P$  (dvs  $y$ -aksen), som vist i figuren. (Fortegnet til vinklene er som indikert i figuren, dvs  $\theta$  er negativ når  $x < 0$ ).

[Tips: Feltet  $d\mathbf{E}$  fra en liten bit  $dx$  av staven (i posisjon  $x$ ) er  $d\mathbf{E} = (\lambda dx / 4\pi\epsilon_0 r^2) \hat{r}$ , der  $\mathbf{r}$  er avstandsvektoren fra biten  $dx$  til punktet  $P$ . Prøv deretter å ende opp med  $\theta$  som integrasjonsvariabel ved å finne en sammenheng mellom  $x$  og  $\theta$ .]

c) Bestem feltet når  $P$  er like langt fra stavens to ender. Hva blir  $\mathbf{E}$  når  $P$  er langt unna staven (dvs  $R \gg L$ ). NB: Her er vi ikke ute etter (det i og for seg korrekte) svaret  $\mathbf{E} \simeq 0$  for  $R \rightarrow \infty$ , men derimot hvordan  $\mathbf{E}$  avhenger av  $R$  "til ledende orden" for  $R \gg L$ . Er svaret som forventet?

d) Hva blir det elektriske feltet i avstand  $R$  fra en uendelig lang uniformt ladet stav? (Dvs:  $L \rightarrow \infty$ )