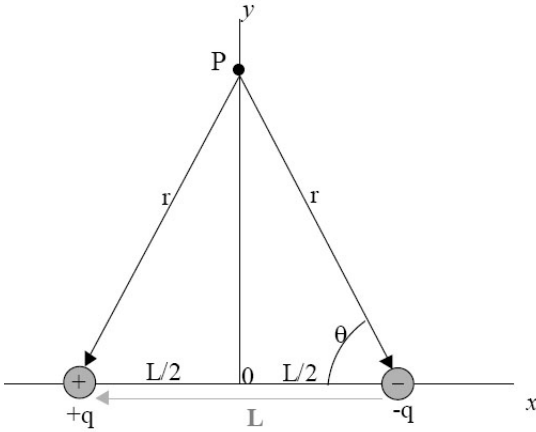


Øving 2. Elektrisk felt, fluks, Gauss' lov.

Veiledning: Torsdag 21. og fredag 22. jan. ifølge nettsider.

Innlevering: Tirsdag 26. jan. kl. 14:00

Lever øvinger i bokser utenfor R1.



Oppgave 1. Elektrisk dipol.

Finn det elektriske feltet fra en elektrisk dipol i punktet P (se figur), som ligger langs midtlinja på dipolen. Uttrykk svaret ved dipolmomentet $\vec{p} = q\vec{L}$ og avstanden r .

Oppgave 2. Ladet stav.

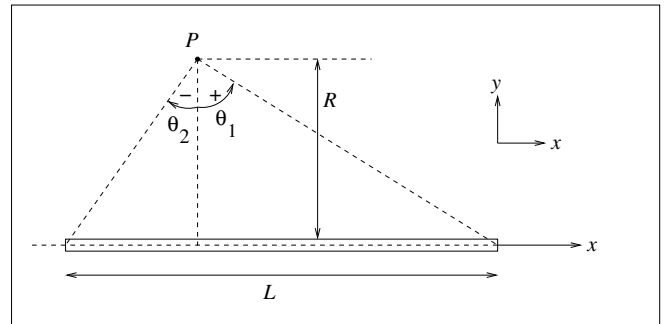
En tynn stav med lengde L har uniform ladning λ per lengdeenhet.

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 $\vec{E} = E_x\hat{x} + E_y\hat{y}$, med

$$E_x = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2) \quad (1)$$

$$E_y = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} (\sin\theta_1 - \sin\theta_2). \quad (2)$$



Her er θ_1 og θ_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 θ er negativ når $x < 0$).

TIPS 1: Feltet $d\vec{E}$ fra en liten bit dx av staven (i posisjon x) er $d\vec{E} = (\lambda dx/4\pi\epsilon_0 r^2)\hat{r}$, der \vec{r} er avstandsvektoren fra biten dx til punktet P . Prøv deretter å ende opp med θ som integrasjonsvariabel ved å finne en sammenheng mellom x og θ .

c) Bestem feltet når P er like langt fra stavens to ender. Hva blir \vec{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 $\vec{E} \simeq 0$ for $R \rightarrow \infty$, men derimot hvordan \vec{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: $L \rightarrow \infty$)

TIPS 2: I Ex. 21.11 i Young & Freedman beregnes feltet på midtaksen til staven, det samme er gjort i forelesning.

Oppgave 3. Feltlinjer.

I denne oppgaven vis skissene i hver av tilfellene både i "stor" og i "liten" målestokk, slik at de gir et kvalitativt bilde av feltet både nærme og svært langt unna.

(i) q ● ● q

a) Skisser elektriske feltlinjer for disse to systemene av punktladninger:

(ii) $-2q$ ● ● q

b) For staven i oppgave 2:

i) Skisser de elektriske feltlinjer i et plan normalt på staven gjennom dets midtpunkt.

ii) Skisser de elektriske feltlinjer i et plan som inneholder staven.

Oppgave 4. Fluks.

I figuren er vist ei Gaussflate (lukka flate) S formet som en kube med sidekant a og ene hjørnet i origo. Flata er plassert i et område hvor det er en elektrisk feltstyrke E . Du skal i hvert tilfelle i) - iv) finne:

a) Total (netto) fluks for \vec{E} , Φ_E , ut fra flata S og

b) total ladning Q innenfor S.

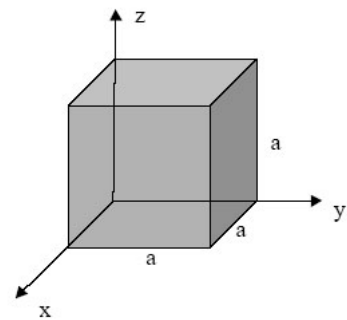
i) $\vec{E} = E_x \hat{i} = C \hat{i} = C \cdot [1, 0, 0]$ (uniformt og parallelt med x -aksen).

ii) $\vec{E} = E_x \hat{i} = C \cdot x \hat{i} = C \cdot [x, 0, 0]$.

iii) $\vec{E} = E_x \hat{i} = C \cdot x^2 \hat{i} = C \cdot [x^2, 0, 0]$.

iv) $\vec{E} = E_x \hat{i} + E_y \hat{j} = C \cdot y \hat{i} + C \cdot x \hat{j} = C \cdot [y, x, 0]$.

C er en konstant (ulik i hvert tilfelle), \hat{i} og \hat{j} er enhetsvektorer i x - og y -retning.



Utvalgte fasitsvar:

1. a) $1,9 \mu\text{N/C}$, b) $2,7 \text{ cm}$

2c) $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$, 2d) $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 R}$.

4a) iii) $C a^4$, iv) 0