

Øving 2

Veiledning: Mandag 19. januar

Innleveringsfrist: Torsdag 22. januar

Oppgave 1 (fra Midtsemesterprøven 10.10.03)

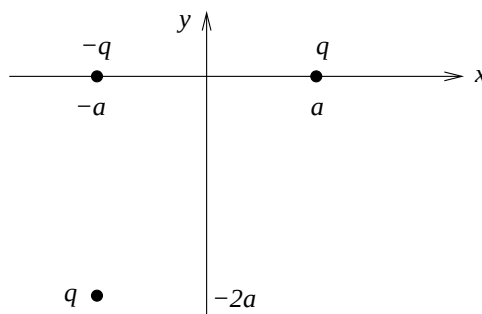
a) En blyant har et underskudd på $3 \cdot 10^{11}$ elektroner. Da er blyantens ladning

- A 48 nC
- B -48 nC
- C 0.48 nC
- D $5.3 \cdot 10^{-31}$ C

b) To punktladninger q og $-q$ er plassert på x -aksen, med q i $(x, y) = (a, 0)$ og $-q$ i $(-a, 0)$. Da blir kraften fra disse på en tredje punktladning q i $(-a, -2a)$

- A $\left[-\hat{x} + (2\sqrt{2} - 1)\hat{y} \right] F_0/8\sqrt{2}$
- B $\left[-\hat{x} - (2\sqrt{2} - 1)\hat{y} \right] F_0/8\sqrt{2}$
- C $\left[\hat{x} - (2\sqrt{2} - 1)\hat{y} \right] F_0/8\sqrt{2}$
- D $\left[\hat{x} + (2\sqrt{2} - 1)\hat{y} \right] F_0/8\sqrt{2}$

der $F_0 = q^2/4\pi\epsilon_0 a^2$.



c) To punktladninger tiltrekker hverandre med en kraft F . Hvor stor blir den tiltrekkende kraften dersom vi øker ladningenes innbyrdes avstand med 20 %?

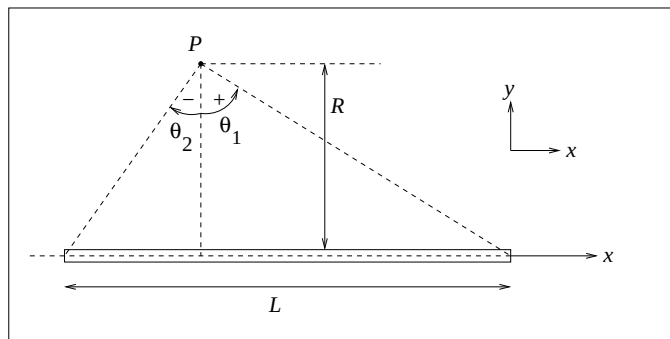
- A 0.64 F
- B 0.69 F
- C 0.83 F
- D 1.44 F

På en midtsemesterprøve skal gjerne slike oppgaver *kun* besvares med en bokstav, dvs uten utregning eller begrunnelse. Ettersom dette er en regneøving, foreslår jeg at du svarer med en begrunnelse eller en utregning (dvs: som vanlig på en regneøving!), i tillegg til bokstavsvaret.

Oppgave 2

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

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



b) Vis at det elektriske feltet i et punkt P i en avstand R fra staven er gitt ved $\mathbf{E} = E_x \hat{x} + E_y \hat{y}$, med

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

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

Her er θ_1 og θ_2 vinklene som dannes mellom linjene fra P til stavens endepunkter og normalen til staven gjennom P , som vist i figuren. (Fortegnet til vinklene er som indikert i figuren, dvs θ_2 er negativ).

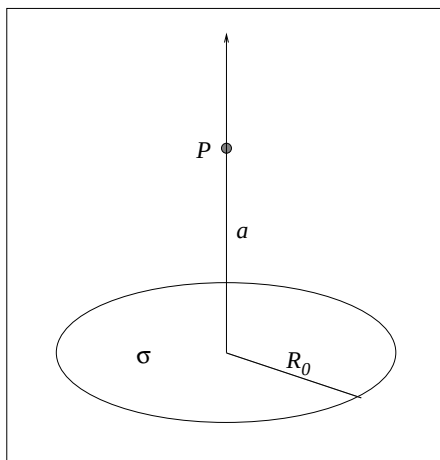
[Tips: Feltet $d\mathbf{E}$ fra en liten bit dx av staven er $d\mathbf{E} = (\lambda dx/4\pi\epsilon_0 r^2)\hat{r}$, der $\mathbf{r}$ er avstandsvektoren fra dx til punktet P . Prøv deretter å ende opp med θ som integrasjonsvariabel ved å finne sammenhengen mellom x og θ .]

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: $L \rightarrow \infty$)

Oppgave 3

Ei tynn, sirkelformet skive med radius R_0 har uniform flateladning (dvs: ladning pr flateenhet) σ .



a) Hvor mye ladning dq er det på en tynn ring av skiva, med radius R og bredde dR ? Hva er skivas totale ladning Q ?

b) Finn den elektriske feltstyrken $\mathbf{E}$ i et punkt P på symmetriaksen i en avstand a fra skiva. (Tips: Finn først feltet $d\mathbf{E}$ i P fra en tynn ring med radius R og bredde dR , og integrer deretter fra $R = 0$ til $R = R_0$.)

c) Hva blir $\mathbf{E}$ (igjen: til ledende orden, jfr Oppg 1c) i de to tilfellene $a \gg R_0$ og $a \ll R_0$, dvs henholdsvis langt unna og nært inntil skiva? (Du drar kanskje kjensel på svaret i tilfellet $a \gg R_0$? Tenk dessuten litt på hva det andre tilfellet, $a \ll R_0$, innebærer.)

Oppgitt: $(1 + \alpha)^{\pm 1/2} \simeq 1 \pm \alpha/2$ dersom $\alpha \ll 1$.

(Dette er ikke noe mystisk, men rett og slett de to første leddene i Taylorutviklingen av funksjonene $f(\alpha) = (1 + \alpha)^{\pm 1/2}$ om punktet $\alpha = 0$, se Matematikk 1.)

Fasitsvar:

Oppgave 3b: $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{a}{\sqrt{a^2 + R_0^2}}\right)$