UNIVERSITETET I OSLO

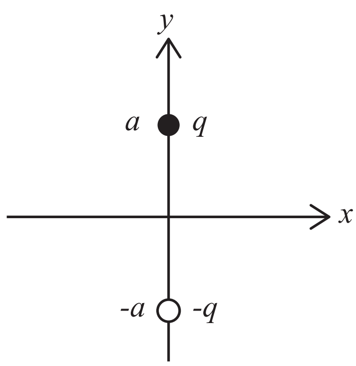
Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i:	Fys1120
Eksamensdag:	Fredag 25. januar 2019
Tid for eksamen:	0900–1300
Oppgavesettet er på: pagerefLastPage sider	
Vedlegg:	Formelark
Tilatte hjelpemidler	Godkjent kalkulator
	Rottman: Matematisk formelsamling
	Øgrim og Lian: Fysiske størrelser og enheter

Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å svare på spørsmålene.

Oppgave 1: To ladninger

En ladning q er plassert i punktet $(0, a, 0)$, og en ladning $-q$ er plassert i punktet $(0, -a, 0)$ som vist på figuren. Det er ingen andre ladninger tilstede og ladningene er i vakuum.



a) Hva er det elektriske feltet i origo, (0,0,0)?

b) Finn et uttrykk for det elektriske feltet langs x-aksen.

c) Hva er det elektriske potensialet i origo?

Det kan vises at det elektriske potensialet i punktet $\vec{r} = (x, y, z)$ i grensen $r = |\vec{r}| >> a$ er tilnærmet lik:

$$V(\vec{r}) = \frac{\vec{p} \cdot \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^2} , \tag{1}$$

hvor $\vec{p} = 2qa\,\hat{y}$. Vi ønsker å bruke dette resultatet til å finne det elektriske potensialet fra en linje med dipoler.

Anta at det ligger en linjeladningstetthet ρ_l fra $(-L, a)$ til (L, a), og en linjeladningstetthet $-\rho_l$ fra $(-L, -a)$ til $(L, -a)$.

d) Hvis vi ser på et lite element med bredde dx fra x til $x + dx$ vil dette ha et dipolmoment $d\vec{p} = 2\rho_l dxa\,\hat{y}$. Hva er bidraget til det elektriske potensialet i $\vec{r}$ fra dette elementet hvis vi antar at avstanden til elementet er mye større enn a?

e) Finn integralet for det elektriske potensialet i punktet $\vec{r}$ fra begge linjeladningstetthetene når $r = |\vec{r}| >> a$. Vær nøye med å oppgi integrasjonsvariabel og skriv ut vektorene så du viser hvordan du tenker. (Du behøver ikke løse integralet).

f) Skriv et kort program som regner ut det elektriske potensialet i punktet $\vec{r}$.

g) Hvis begge linjeladningstetthetene er uendelig lange, vis hvordan du kan bruke Gauss' lov til å finne det elektriske feltet i et punkt $\vec{r}$.

Oppgave 2: Potensial

Vi skal i denne oppgaven se på et endimensjonalt system med ladningstetthet $\rho(x)$. Anta at det elektriske potensialet er $V(0) = 0$ i punktet $x = 0$ og $V(L) = V_0$ i punktet $x = L$.

a) Finn det elektriske potensialet på intervallet $0 < x < L$ hvor $\rho(x) = 0$.

b) Finn det elektriske potensialet på intervallet $0 < x < L$ hvor $\rho(x) = \rho_0$, som er en konstant.

Oppgave 3: Motstand

Vi skal i denne oppgaven studere en sylindrisk motstand med lengde L og radius a. Endeflatene på sylinderen er koblet til ledere. Sylinderen er delt i to sylindriske deler, hver med lengde $L/2$. Den ene har ledningsevne σ_1 og den andre har ledningsevne σ_2.

a) Finn det elektriske feltet overalt inne i motstanden når det går en strøm I gjennom den.

b) Finn det elektriske potensialet overalt inne i motstanden.

c) Finn motstanden R til motstanden.

Oppgave 4: Overflatestrøm

Anta at det er uniform overflate-strømtetthet i x-retningen, $\vec{J}_S = J_S\hat{x}$, overalt i xy-planet. Det betyr at det gjennom et linjestykke fra $y = 0$ til $y = L$ går en strøm $I = LJ_S$ i positiv x-retning.

a) Finn det magnetiske feltet $\vec{B}$ overalt i rommet.

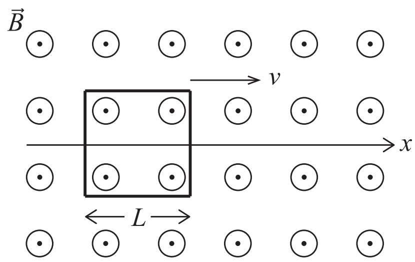
I sylinderkoordinater beskriver vi en posisjon med en radius r, en azimutal vinkel ϕ og en lengde z langs sylinderaksen. Anta en uniform overflate-strømtetthet $\vec{J} = J_0\hat{\phi}$ på en uendelig lang sylinderflate med radius a og akse langs z-aksen.

b) Finn $\vec{H}$-feltet og det magnetiske feltet $\vec{B}$ overalt i rommet hvis det er vakuum inne i sylinderen.

c) Anta at det i stedet er en permanent magnet med magnetisering $\vec{M} = -J_0\hat{z}$ inne i sylinderen. Hva blir nå $\vec{B}$ og $\vec{H}$? Gi en fysisk forklaring på resultatet.

Oppgave 5: Inhomogent felt

Du trekker en kvadratisk strømsløyfe med sidekant L med konstant hastighet v_0 langs x-aksen som illustrert i figuren. Sløyfen er orientert i xy-planet. Det er et magnetisk felt $\vec{B}(x, y, z) = B(x, y, z)\hat{z}$ i rommet. Strømsløyfen har en motstand R. Du kan i denne oppgaven se bort fra magnetfeltet som settes opp av en strøm i sløyfen. Ved tiden $t = 0$ er den venstre siden av sløyfen i posisjonen $x = 0$.



a) Anta at magnetfeltet er $\vec{B}(x, y, z) = B_0\hat{z}$ hvor B_0 er en konstant. Hva blir den induserte strømmen I i sløyfen ved tiden t?

b) Anta i stedet at magnetfeltet er $\vec{B}(x, y, z) = B_0(x/L)\hat{z}$. Hva blir den induserte strømmen I i sløyfen ved tiden t?

c) Anta at magnetfeltet har formen $\vec{B}(x, y, z) = B(x)\hat{z}$. Skriv et program som finner den induserte strømmen I i sløyfen ved tiden t.