

Institutt for fysikk, NTNU

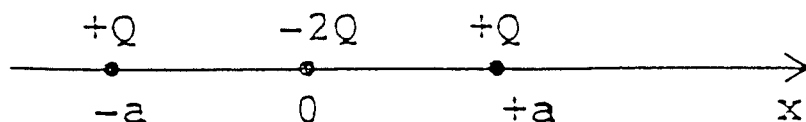
Faglig kontakt under eksamen:
 Professor Johan S.Høye
 Tld. 93654

KONTINUASJONSEKSAMEN I FAG 74233 ELEKTRISITET OG MAGNETISME 1
 Torsdag 6.august 1998
 kl.0900–1300

Tillatte hjelpemidler:
 Godkjent lommekalkulator
 Rottmann: Mathematische Formelsammlung
 Barnett & Cronin: Mathematical Formulae

Oppgave 1

I figuren er vist tre punktladninger som er satt sammen til det vi kaller en lineær kvadrupol. Avstanden mellom hver av ladningene er a . X-aksen legges gjennom de tre ladningene med origo i $-2Q$.



- a) Finn uttrykk for potensialet $V(x)$ på aksen for alle x .
- b) Finn uttrykk for det elektriske felt $E(x)$ for alle $x > a$. Vis at feltet for $x \gg a$ (langt fra kvadrupolen) kan uttrykkes som

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{6Qa^2}{x^4} \hat{x}$$

der \hat{x} er enhetsvektor i x -retning.

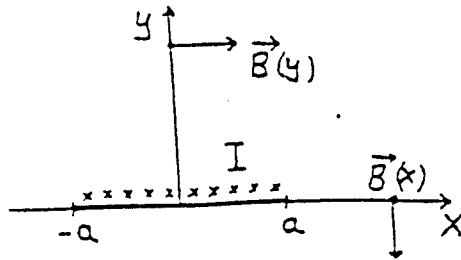
Oppgitt: Potensial fra punktladning $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$

$$E = -\nabla V$$

Oppgave 2

- a) Vis at størrelsen på magnetfeltet i avstand r fra en uendelig lang rett leder er gitt ved $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ der μ_0 er permittiviteten for vakuum og I er strømstyrken.

b)



Ved å legge trådformede ledere ved siden av hverandre vil det dannes et strømførende bånd. Dette båndet av bredde $2a$ legges på x -aksen med

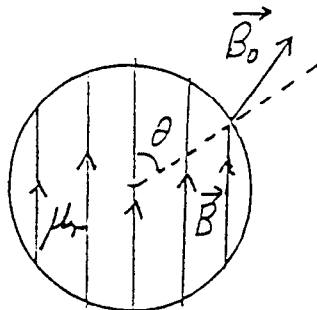
origo på midten som vist på figuren. Båndet fører strømmen I normalt på og rettet inn i papirplanet. Strømmen I er jevnt fordelt over bredden $2a$. Benytt resultatet ovenfor til å beregne magnetfeltet $B = B(x)$ på x -aksen for $x > a$ og $B = B(y)$ på y -aksen for $y > 0$.

Oppgitt: $\oint \mathbf{H} \cdot d\mathbf{s} = I$.

Oppgave 3

- a) Utled grenseflatebetingelsene $B_{1n} = B_{2n}$ og $H_{1t} = H_{2t}$ for magnetiske felt på begge sider av grenseflaten mellom 2 magnetiske medier uten fri flatestrøm i grenseskiktet. (Tegn enkle skisser for å anskueliggjøre utledningen).

b)



En magnetiserbar kule med relativ permeabilitet $\mu_r = 3.0$ plasseres i et ytre homogent magnetfelt. Det kan da vises at magnetfeltet B innenfor kuleoverflaten også er homogent,

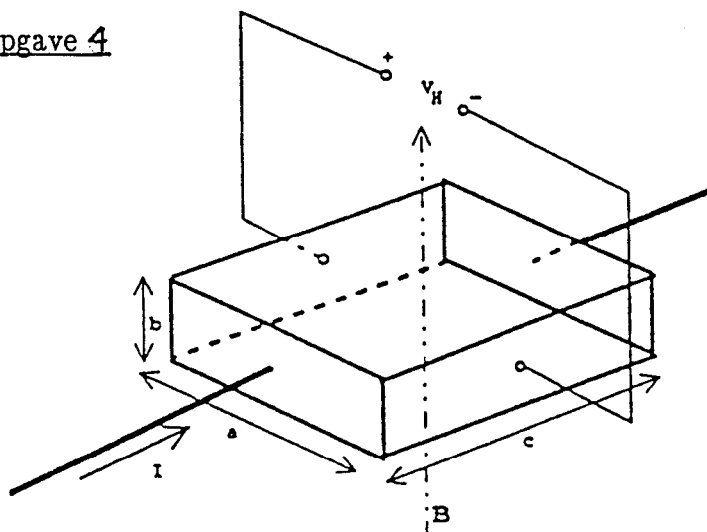
dvs. B har konstant størrelse og retning. Beregn størrelsen B_0 på

magnetfeltet like utenfor overflaten til kula i et punkt på overflaten der flatenormalen danner en vinkel $\theta = 60^\circ$ med retningen til \mathbf{B} som vist på figuren. Størrelsen på feltet innenfor kula er $B = 0.05 \text{ T}$.

Oppgitt: $\oint \mathbf{B} d\mathbf{A} = 0$

$$\mathbf{B} = \mu_r \mu_0 \mathbf{H}.$$

Oppgave 4



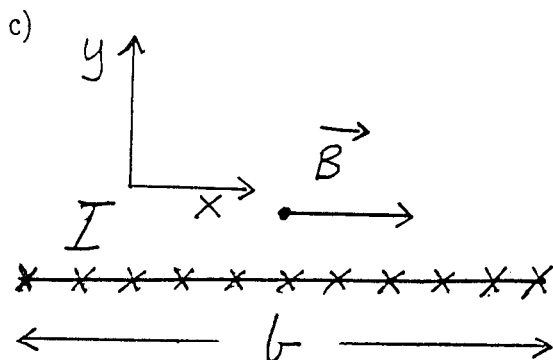
I et flatt band av sølv utnyttes Hall-effekten til å måle styrken på magnetfelt. Magnetfeltet B antas homogent og rettet normalt til bandet, som vist i figuren. Strømmen I føres langs bandet og kan antas fordelt med homogen strømtetthet J over

ledertverrsnittet $A = a \cdot b$. Den målte Hall-spenningen er V_H , med fortegnsdefinisjon som vist i figuren.

Tallverdier:

$$a = 18\text{mm}, b = 0.20\text{mm}, c = 35\text{mm}, I = 25\text{A}.$$

- a) Vis at strømtettheten kan uttrykkes ved $\mathbf{J} = q \cdot n \cdot \mathbf{v}$, der q = ladningen pr. ladningsbærer, n = antall ladningsbærere pr. volumenhet og \mathbf{v} = (midlere) driftsfart for ladningsbærere.
- b) For sølv er $q \cdot n = -1.2 \cdot 10^{10} \text{ C/m}^3$. Hall-spenningen V_H måles til $+25 \mu\text{V}$. Hvor stort er magnetfeltet B ?



Et strømførende bånd fører elektrisk strøm vinkelrett på xy -planet som vist på figuren. Strømstyrken I er jevnt fordelt over båndbredden b .

Beregn magnetfeltet B nær overflaten av båndet.

Oppgitt: $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \mu_0 I$.