

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
 Institutt for fysikk

Faglig kontakt under eksamen:

Navn: Ola Hunderi

Tlf.: 93411

### EKSAMEN I FAG 74142 - FYSIKK 2

Fakultet for bygg

10. januar 1997

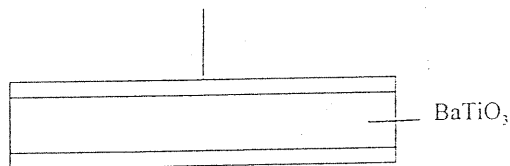
Tid: 0900-1300

Tillatte hjelpemidler: B2 - Typegodkjent kalkulator, med tomt minne  
 K.J. Knutsen: Formier og data i fysikk  
 O.Jahren og K.J. Knutsen: Formelsamling i matematikk  
 K. Rottmann: Mathematische Formelsammlung  
 S. Barrett og T.M. Cr6nin: Mathematical Formulae  
 H.D. Young: University Physics eller Sears, Zemansky and Young:  
 University Physics

#### Oppgave 1

- a) Den maksimale energi som kan lagres i feltet i en kondensator er blant annet begrenset av at vi f6r gjennomslag i isolerende materialer ved tilstrekkelig store feltstyrker. BaTiO<sub>3</sub> er ett av de beste materialene i sa henseende. Den maksimale feltstyrke er, for vi f6r gjennomslag i dette materialet,  $300 \cdot 10^6$  V/m. Beregn feltenergien lagret i en kondensator der isolasjonsmaterialet er BaTiO<sub>3</sub>, og som er ladet til et felt p6  $250 \cdot 10^6$  V/m. Se Figur 1.1. Anta at volumet av kondensatoren, dvs. det omradet der vi har felt, er 1 liter. Den relative dielektrisitetskonstant for BaTiO<sub>3</sub> er  $\epsilon_r = 1200$ .

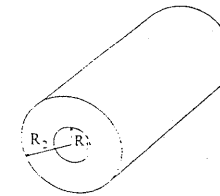
Oppgitt:  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$  C<sup>2</sup> N<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup>.



Figur 1.1

Sammenlign dette med energiinnholdet pr. liter i et 12 Volts bilbatteri som vi kan trekke 50 amperetimer fra. Volumet av batteriet er 6 l. 50 amperetimer betyr at vi kan trekke for eksempel 50 A i en time fra batteriet, eller 1 A i 50 timer osv.

- b) En lang, hul sylinder, som vist p6 Figur 1.2, har en indre radius  $R_1$ , og en ytre radius  $R_2 = 2R_1$ . Sylindren er laget av et dielektrisk materiale og har en jevn ladningsfordeling  $\rho_0$  pr. volumenhet. Permittiviteten i materialet er  $\epsilon$ . Sylindren er s6 lang at vi kan se bort fra endeeffekter.



Figur 1.2

Bruk Gauss lov og vis at det elektriske feltet utenfor sylindren, for  $r > R_2$  er:

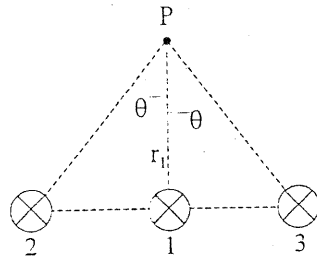
$$\vec{E} = \frac{3\rho_0 R_1^2}{2\epsilon_0 r} \hat{r}$$

Tegn inn Gausflater p6 en figur og forklar med ord hvorfor du velger en slik Gausflate. Hva er feltets retning?

- c) Bruk Gauss lov til ogs6 6 beregne feltet inni sylindren, for  $r < R_1$ . Skisser E(r).  
 d) Beregn det elektriske potensialet i alle omradene hvor du fant feltet i pkt. b og c. Velg potensialet lik null ved ytre overflate av sylindren. Skisser V(r).

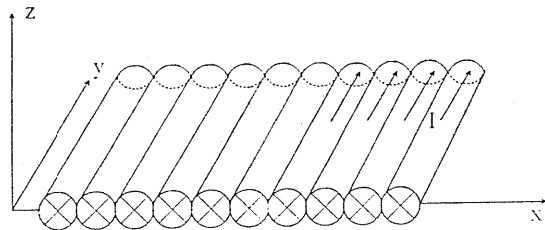
#### Oppgave 2

- a) Tre lange parallelle ledninger er plassert som vist p6 Figur 2.1. Hver leder f6rer str6mmen  $I = 10$  A i samme retning (vinkelrett p6 papirplanet). Bruk Amp6res lov til 6 finne magnetfeltet rundt en leder og finn deretter totalfeltet i punkt P p6 Figur 2.1 i avstand  $r_1$  fra den midterste lederen.



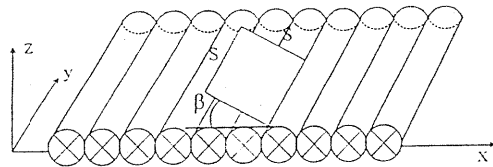
Figur 2.1

- b) Vi lager et uendelig stort strømførende plan ved å legge mange ledere tett sammen som vist i Figur 2.2. Figuren viser bare et utsnitt av planet. Lederne ligger i  $xy$ -planet og strømmen går i  $y$ -retningen. Alle lederne fører strøm i samme retning. Hver leder har en strømstyrke  $I$ , og det er  $n$  ledere pr. lengdeenhet målt på tvers av ledningene. Vis at det magnetiske feltet er homogent og bruk Ampères lov til å vise at feltstyrken i nærheten av planet er  $B = \frac{1}{2} \mu_0 nI$ . Hvilken retning har magnetfeltet?



Figur 2.2

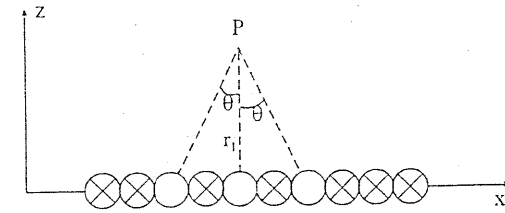
- c) I en periode avtar strømmen i lederne slik at  $I = I(t) = I_0 - \alpha t$ . Like over planet ligger ei kvadratisk strømsløyfe med sidekanter  $S$  og med total motstand  $R$ . To av sløyfas sidekanter er parallelle med  $y$ -aksen. Strømsløyfa ligger på skrå slik at vinkelen med  $xy$ -planet er  $\beta$ . Se Figur 2.3. Finn induisert ems i strømsløyfa og retningen til den induserte strømmen.



Figur 2.3

- d) 3 av lederne i det strømførende planet går i stykker slik at disse lederne ikke lenger fører strøm. Beregn magnetfeltet i punktet P i avstand  $r_1$  fra den midterste av de 3 lederne. De

to andre lederne ligger som vist på Figur 2.4. Hva er retningen til magnetfeltet i punktet P?



Figur 2.4

### Opgave 3

- a) Et objekt avbildes av en enkel linse. Fokallengden til linsa er  $f = 50$  mm. Avstanden fra objektet til linsa er 5 m. Beregn avstanden fra linsa til billedplanet samt transversal og longitudinal forstørrelse i bildet.
- b) Linsa i punkt a) er laget av et glass der brytningsindeksen varierer noe med bølgelengden. Brytningsindeksen for rødt lys er  $n_R = 1.504$  og fokallengden er  $f = 50.00$  mm. Brytningsindeksen for blått lys er  $n_B = 1.513$ . Beregn fokallengden for blått lys og avstanden mellom billedplanene for rødt og blått lys når objektavstanden er 2 m?
- c) To smale spalter er plassert 0.3 mm fra hverandre og 60 cm fra en skjerm. Spaltene belyses med lys med bølgelengde  $\lambda = 600$  nm. Vi observerer et interferensmønster på skjermen.
- Beregn avstanden mellom to nærliggende lyse striper på skjermen.
  - Vi plasserer en tynn glasskive over en av spaltene og observerer at vi da får lyse striper der vi før hadde mørke og vice versa. Beregn tykkelsen av glasskiva dersom skivens brytningsindeks er  $n = 1.5$ . Se bort fra refleksjoner ved overløst av glasskiva.