

NORGES TEKNISK- NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET  
INSTITUTT FOR FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen:  
Institutt for fysikk, Realfagbygget  
Professor Hans Kolbenstvedt 73591871

BOKMÅL

**EKSAMEN I EMNE SIF4005 FYSIKK**

For kjemi og materialteknologi  
2. august 2003 kl. 09.00 – 14.00.

Tillatte hjelpemidler: Enkel kalkulator HP30S  
O. Jähren og K.J. Knutsen: Formelsamling i matematikk  
K. Rottmann: Mathematische Formelsammlung  
K. Rottmann; Matematisk formelsamling  
S. Barrett og T.M. Cronin: Mathematical Formulae

En del formler, uttrykk og definisjoner er vedlagt.

**Oppgave 1 Elektrostatikk**

- a) En uendelig lang sylinder med radius  $R$  har en ladningsfordeling  $\rho(r,z)$ . Sylindren er sentrert langs  $z$ -aksen og  $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ . Ladningsfordelingen er gitt ved:

$$\rho = \rho_0 \left(1 - \frac{r}{R}\right) \quad \text{for } r \leq R \text{ og } -\infty < z < \infty$$

$$\rho = 0 \quad \text{for } r > R \text{ og } -\infty < z < \infty$$

der  $\rho_0 > 0$ .

Finn sylindrens totale ladning per lengdeenhet langs  $z$ -aksen:

$$Q_{tot} = \int_0^R \rho(r, z) \cdot 2\pi r dr$$

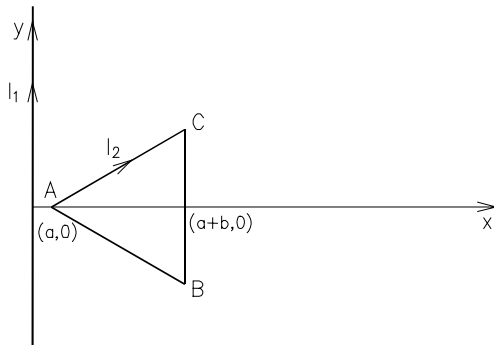
La  $Q(r)$  være ladningen per lengdeenhet langs  $z$ -aksen i sylindren innenfor  $r$ , der  $r < R$ . Vis at  $Q(r)$  kan uttrykkes:

$$Q(r) = \pi \cdot \rho_0 \cdot r^2 \left(1 - \frac{2}{3} \frac{r}{R}\right)$$

- b) Bruk Gauss lov til å bestemme det radielle elektriske feltet  $E(r)$  vinkelrett på  $z$ -aksen utenfor sylindren ( $r > R$ ) og inne i sylindren ( $r < R$ ).
- c) Bestem verdien som  $r$  kan ha ( $0 < r < R$ ) som gir maksimalt elektrisk felt  $E_{maks}$ . Skisser feltet  $E(r)$  for  $0 < r < 3R$  og angi maksimumsverdien  $E_{maks}$ .

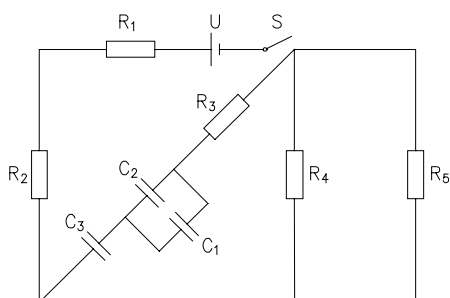
## Oppgave 2: Magnetisme. Elektriske kretser

a) Bruk Amperes lov til å beregne magnetfeltet  $B$  rundt en uendelig lang rett leder. Angi hvordan magnetfeltets retning er bestemt av strømretningen i lederen.



b) En uendelig lang rett leder som fører strømmen  $I_1$  ligger langs y-aksen. En ledersløyfe ABC danner en likesidet trekant og ligger symmetrisk om x-aksen slik som vist på figuren. Det går en strøm  $I_2=10\text{A}$  gjennom ledersløyfen ABC. Strømmens retning er som vist på figuren. Anta at  $I_1=20\text{A}$ ,  $a=1,00\text{ cm}$  og  $a+b=10,0\text{ cm}$ .

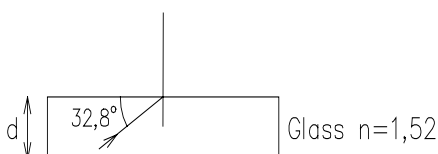
- Bestem størrelsen og retningen på kreftene på ledersløyfas sidekanter forårsaket av magnetfeltet fra leder med strømmen  $I_1$ .
- Bestem størrelsen og retningen av den resulterende kraften på ledersløyfa.



c) Vi har en elektrisk krets som vist på figuren. Batteriet har en spenning  $U=12,0\text{V}$ . Motstandene har resistanser henholdsvis:  $R_1=10,0\ \Omega$ ,  $R_2=20,0\ \Omega$ ,  $R_3=30,0\ \Omega$ ,  $R_4=40,0\ \Omega$  og  $R_5=50,0\ \Omega$ . Vi ser bort fra indre motstand i batteriet. Kondensatorene har kapasitanser henholdsvis:  $C_1=1,00\ \mu\text{F}$ ,  $C_2=2,00\ \mu\text{F}$  og  $C_3=3,00\ \mu\text{F}$ . Bestem resultantkapasitansen av de tre kondensatorene.

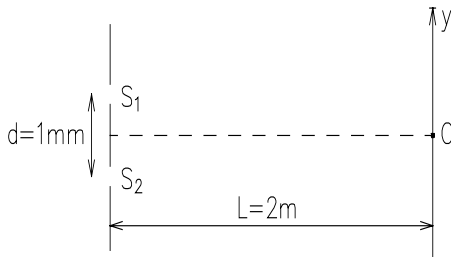
c) Bryter S lukkes. Bestem størrelsen og retningen på strømmene gjennom motstandene  $R_1$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ , og  $R_5$ , når kondensatorene er fullt oppladet og strømmen har fått konstant verdi

## Oppgave 3: Optikk.



a) Lys går gjennom ei glassplate og treffer toppen av glassplata med en vinkel  $32,8^\circ$  relativt til glassplatas overflate, som vist på figuren. Glassets refraktive indeks er  $n=1,52$ . På toppen av glassplata er det et lag med olje. Bestem hva den refraktive indeksen av oljen må være dersom lyset skal bli totalreflektert i plata.

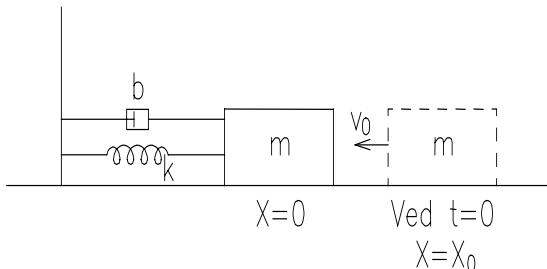
- b) Tykkelsen på glassplaten er  $d=0,485 \mu\text{m}$ . Glasset er omgitt av luft (oljen er fjernet). Hvitt lys går gjennom luften og treffer glassplaten normalt på glassplaten. Noe lys reflekteres fra overflaten luft/glass og noe lys fra overflaten glass/luft. Hvilke bølgelengder (i luft) i den synlige delen av spekteret ( $\lambda=400 \text{ nm}$  til  $700 \text{ nm}$ ) forsterkes i den reflekterte lysstrålen?



- c) Lys med bølgelengde  $\lambda$  faller vinkelrett inn mot en plate med to trange og like spalter  $S_1$  og  $S_2$  som har en innbyrdes avstand  $d=1,0 \text{ mm}$ . På en parallell skjerm i avstand  $L=2,0 \text{ m}$  fra spaltene observeres interferensmaksima. Avstanden mellom det sentrale maksimum (i  $C$ ) og nærmeste maksimum er  $\Delta y=1,0 \text{ mm}$ . Bestem bølgelengden  $\lambda$  til lyset.

- d.) Spaltene blir så belyst av en lyskilde  $S$  med  $\lambda=500 \text{ nm}$  som er plassert slik at avstanden  $S-S_2$  er en halv bølgelengde mindre enn avstanden  $S-S_1$ . Bestem posisjonen av maksima og minima på skjermen. Observeres maksimum, minimum eller ingen av delene i skjermens sentrum  $C$ ?

#### Oppgave 4: Mekanikk



- a) En kloss med masse  $m=5,00 \text{ kg}$  beveger seg friksjonsfritt på et horisontalt underlag. Klossen er festet til en vegg med en horisontal fjær med fjærkonstant  $k$  og et dempningsledd med dempning  $b$  som vist på figuren. Klossen svinger med perioden  $T=21 \text{ s}$  om sin likevektsposisjon. Dersom dempningsleddet koples fra (dvs  $b=0$ ) reduseres perioden til  $T_0=20 \text{ s}$ . Bestem dempningskonstanten  $b$  og fjærkonstanten  $k$ .
- b) Dempningsleddet koples til. Hvor lang tid tar det da før utsvingsamplituden reduseres til det halve av den maksimale amplituden ved tid  $t=0$ ?
- c) Dempningsleddet koples fra. Klossen trekkes mot høyre fra likevektsposisjon  $x=0$  til posisjon  $x_0=0,50 \text{ m}$  og gies en initiell hastighet  $v_0=0,15 \text{ m/s}$  mot venstre ved tiden  $t=0$ . Klossen svinger så om likevektsposisjonen og bevegelsen er gitt ved:

$$x = A \cos(\omega \cdot t + \delta)$$

Bruk initialbetingelsene ved  $t=0$  til å bestemme amplituden  $A$  og fasen  $\delta$ .