

Bokmål

Studentnummer: \_\_\_\_\_  
Studieretning: \_\_\_\_\_

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for fysikk

Faglig kontakt under eksamen:

Navn: Ola Hunderi

Tlf.: 95143671

**EKSAMEN I FAG TFY 4120 – FYSIKK**

Fakultet for Naturvitenskap og teknologi

**5 desember 2008**

Tid: 0900 – 1300

Tillatte hjelpemidler: C - Typegodkjent kalkulator, med tomt minne

O.Jahren og K.J. Knutsen: Formelsamling i matematikk

K. Rottmann: Matematische Formelsammlung

S. Barrett og T.M. Cronin: Mathematical Formulae

O. Øgrim og E. Lian: Fysiske størrelser og enheter

Eksamenssettet består av

Førstesiden(denne siden) som skal leveres inn som svar på flervalgsspørsmålene.

Tre "normale" regneoppgaver

Et sett med flervalgsspørsmål

Formler i emne TFY4120

Hvert delspørsmål på de tre "normale" oppgavene teller likt. Flervalgsspørsmålene teller 20%.

Ved besvarelse av flervalgsspørsmål skal bare ett av svaralternativene angis. Riktig svar gir ett poeng mens feil svar gir null poeng.

Oppgavesettet er utarbeidet av : Professor Ola Hunderi og professor Anne Borg

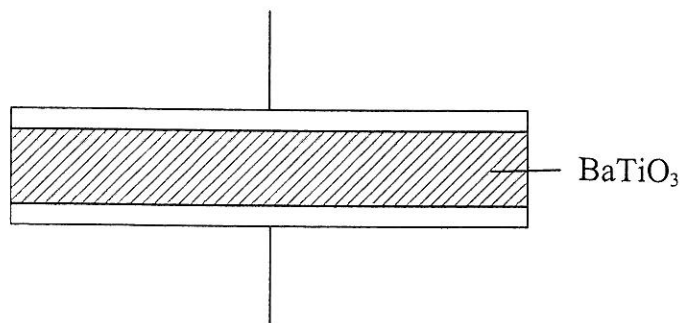
Svar på flervalgsoppgavene (riv av førstesiden og lever sammen med besvareksen):

1	2	3	4	5	6	7	8

## Oppgave 1

- a) Den maksimale energi som kan lagres i feltet i en kondensator er blant annet begrenset av at vi får gjennomslag i isolerende materialer ved tilstrekkelig store feltstyrker.  $\text{BaTiO}_3$  er ett av de beste materialene i så henseende. Den maksimale feltstyrke er, før vi får gjennomslag i dette materialet,  $300 \cdot 10^6 \text{ V/m}$ . Beregn feltenergien lagret i en kondensator der isolasjonsmaterialet er  $\text{BaTiO}_3$  og som er ladet til et felt på  $250 \cdot 10^6 \text{ V/m}$ . Se Figur 1.1. Anta at volumet av kondensatoren, dvs. det området der vi har felt, er 1 liter. Den relative dielektrisitetskonstant for  $\text{BaTiO}_3$  er  $\epsilon_r = 1200$ .

Oppgitt:  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2$ .



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 kulesymmetrisk ladningsfordeling har ladningstettheten (ladning pr. volumenhet).

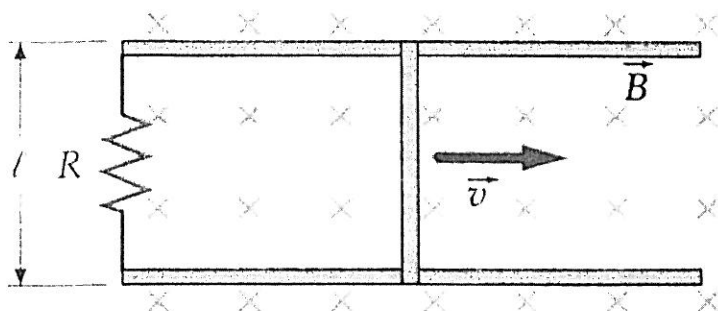
$$\begin{aligned} \rho(r) &= \rho_0(1 - r^2/a^2) & \text{for } 0 \leq r \leq a \\ \rho(r) &= 0 & \text{for } r > a \end{aligned}$$

Skisser  $\rho(r)$  som funksjon av  $r$  og finn fordelings totale ladning  $Q$ .

- c) Finn elektrisk feltstyrke  $E(r)$  for  $r \geq a$ .
- d) Fin  $E(r)$  for  $r < a$ . For hvilke verdier av  $r$  har  $E(r)$  sin maksimale verdi? Skisser  $E(r)$  i hele området  $0 \leq r < \infty$ .

## Oppgave 2

En ledende stav kan gli friksjonsfritt på to parallelle skinner slik som vist på figuren. Skinnene er i ene enden forbundet gjennom en motstand  $R$ , slik at systemet danner en lukket strømsløyfe som vist på figuren.



Sløyfa ligger i  $x$ - $z$ -planet (horisontalplanet) med skinnene langs  $x$ -aksen. Avstanden mellom skinnene er  $\ell$ . Systemet befinner seg i et permanent ytre magnetfelt  $B$ . Magnetfeltet ligger i  $x$ - $y$ -planet og danner  $45^\circ$  med sløyfas plan.  $B_x = B_y < 0$ ,  $B_z = 0$ . Styrken av magnetfeltet varierer med posisjonen og er gitt av

$$B(x) = B_0 + B_1 x$$

- a) Fluksen gjennom sløyfa vil være avhengig av posisjonen  $x$  til staven.  $x$  regnes fra sløyfas venstre kant. Flatenormalen på sløyfa antas å peke i positiv  $y$ -retning. Vis at fluksen da er gitt av

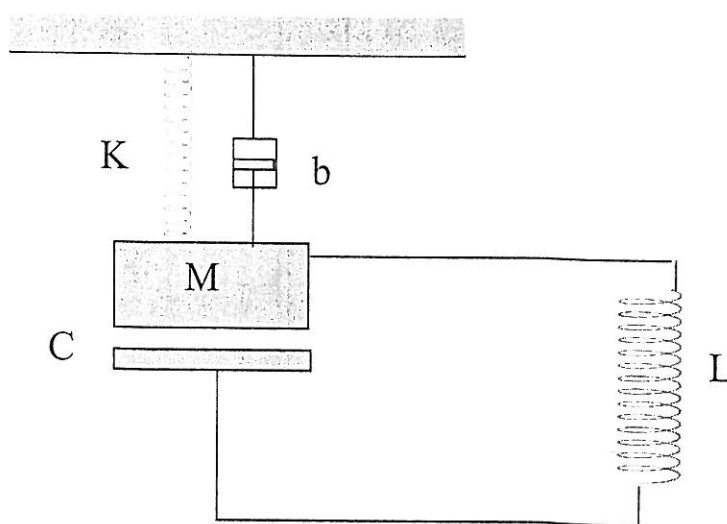
$$\Phi(x) = -\frac{1}{2} \sqrt{2} \ell \left( B_0 x + \frac{1}{2} B_1 x^2 \right)$$

- Staven beveges med en konstant hastighet  $v$  mot høyre (se figur). Beregn strømmen i sløyfa. Angi retningen av strømmen.
- b) På grunn av strømmen i sløyfa og det ytre feltet  $B$  vil det virke en kraft på staven. Angi størrelse og retning av denne kraften. Angi også den mekaniske effekt vi må bruke for å bevege staven og sammenlign denne med den Ohmske varmeutviklingen i motstanden  $R$ .
- c) Kraften under b) vil også ha en vertikal komponent. For tilstrekkelig stor verdi av  $x$  vil den vertikale kraften bli så stor at staven et lite øyeblikk vil lette fra skinnene. Beregn denne verdien når stavens masse er  $m$  og tyngdens akselerasjon er  $g$ .

### Oppgave 3

a)

En masse  $M = 5 \text{ kg}$  er festet i en fjær med fjærkonstant  $K = 125 \text{ N/m}$ . Systemet dempes med en motstandskoeffisient  $b = 1 \text{ Ns/m}$ . Still opp differensialligningen for systemet og skriv ned den generelle løsningen av differensialligningen. Massen settes i bevegelse ved at den forskyves fra likevektsposisjonen  $x = 0$  til  $x = 0.002 \text{ m}$  og slippes uten begynnelseshastighet. Finn amplituden og fasekonstanten til svingingen.



b)

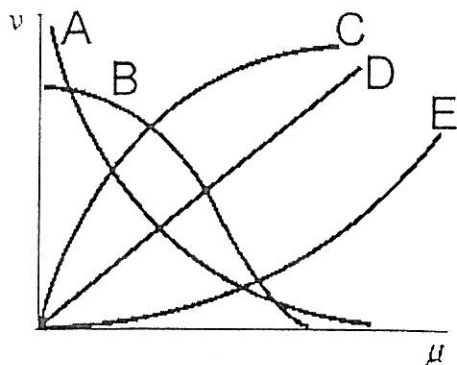
Svingesystemet er en del av et "seismometer" for å detektere vibrasjoner i bygninger. Massen  $M$  er laget av metall og utgjør den ene platen av en platekondensator slik som vist på figuren. Denne kondensatoren danner sammen med spolen  $L$  en elektrisk svingekrets. Beregn kapasitansen  $C$  til kondensatoren dersom arealet av kondensatoren er  $100 \text{ cm}^2$  og avstanden mellom kondensatorplatene er  $0.2 \text{ mm}$ . Hva er resonansfrekvensen for den elektriske svingekretsen spole/kondensator når spolens induktans er  $L = 1 \text{ mH}$ ?

c)

Når det mekaniske svingesystemet (massen  $M$ ) drives av en ytre påvirkning, f.eks på grunn av vibrasjoner i et bygg, vil avstanden mellom kondensatorplatene og dermed resonansfrekvensen i det elektriske svingesystemet variere. Hvor små utslag på massen  $M$ /seismometeret kan vi detektere dersom den minste frekvensforandring vi kan måle i det elektriske svingesystemet er  $\Delta f = 1 \text{ Hz}$ ? De mekaniske svingingene er så langsomme i forhold til de elektriske svingingene at vi kan se på de to svingingene som uavhengige av hverandre. Du kan anta at den nedre kondensatorplaten ikke beveger seg.

## Flervalgsspørsmål

- 1)  
Hvilken kurve er det som best representerer variasjonen av bølgehastigheten med masse per lengdeenhet  $\mu$  for en vibrerende streng.



- 2)  
En oscillator sender ut en lydbølge med frekvens 1 kHz. Senderen slippes fra taket av et høyt bygg. Hvordan variere frekvensen en stasjonær lytter på toppen av bygget hører som funksjon av tiden?

- A) Frekvensen vil bli lavere enn 1 kHz men varierer ikke med tiden.
- B) Frekvensen vil bli lavere enn 1 kHz og avtar med tiden.
- C) Frekvensen vil bli høyere enn 1 kHz men varierer ikke med tiden.
- D) Frekvensen vil bli høyere enn 1 kHz og øker ikke med tiden.
- E) Frekvensen forblir 1 kHz.

- 3)  
Gjennom en horisontal flate med areal  $0.321 \text{ m}^2$  går det en elektrisk flux  $123 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$ . Feltet danner en vinkel på  $25^\circ$  med horisonten og er homogent. Styrken av det elektriske feltet er da

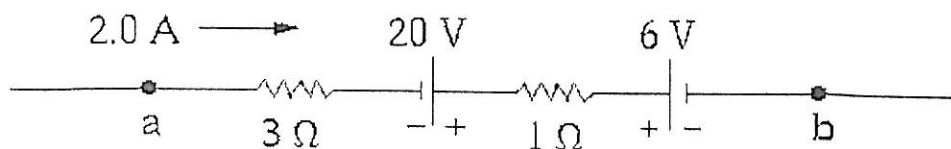
- A)  $907 \text{ N/C}$
- B)  $423 \text{ N/C}$
- C)  $1.10 \times 10^{-3} \text{ N/C}$
- D)  $2.36 \times 10^{-3} \text{ N/C}$
- E)  $383 \text{ N/C}$

4)

Spenningen mellom katoden og skjermen i en TV er 22 kV. Anta at hastigheten til elektronene i det de forlater katoden er tilnærmet null. Hastigheten i det øyeblikk de treffer skjermen er da

- A)  $8.8 \times 10^7$  m/s  
B)  $2.8 \times 10^6$  m/s  
C)  $6.2 \times 10^7$  m/s  
D)  $7.7 \times 10^{15}$  m/s  
E)  $5.3 \times 10^7$  m/s

5)



Hvis en strøm på 2.0 A går fra punkt a til punkt b i figuren, så er potensialforskjellen mellom a og b lik

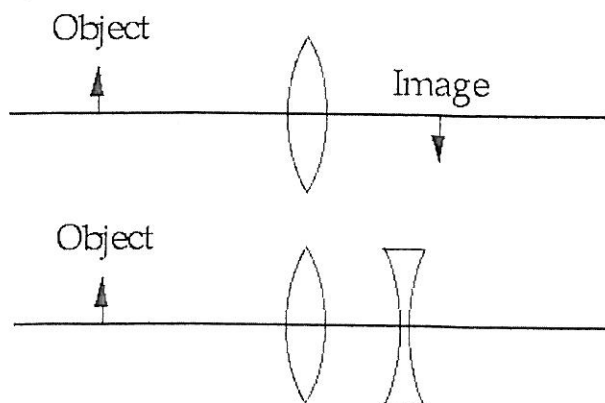
- A) 6 V. B) 8 V. C) 14 V. D) 20 V. E) 22 V.

6)

Bildet av et objekt plassert 10 cm foran et konkavt sfærisk speil med radius 10 cm er

- A) reelt, omvendt og forstørret.  
B) reelt, omvendt og forminsket.  
C) Reelt, omvents og av samme størrelse  
D) virtuelt, opprett og forstørret.  
E) virtuelt, opprett og forminsket.

7)



Et reelt bilde er dannet av en samlelinse. Hvor vil bildet bli dannet dersom en svakt divergerende linse plasseres mellom linsa og bildet.

- A) Lenger unna linsa enn det opprinnelige bildet og større
- B) Nærmere linsa enn det opprinnelige bildet og større
- C) I den opprinnelige posisjonen
- D) Lenger unna linsa enn det opprinnelige bildet og mindre
- E) Nærmere linsa enn det opprinnelige bildet og mindre

8)

Figuren viser diffraksjonsmønsteret fra en enkel spalte. I hvilket punkt er veilengdeforskjellen mellom strålene fra ytterkantene av spalten to bølgelengder?

