

Bokmål

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

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

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for fysikk

Faglig kontakt under eksamen:

Navn: Ola Hunderi

Tlf.: 95143671

**EKSAMEN I FAG TFY 4102 – FYSIKK**

Fakultet for Naturvitenskap og teknologi

August 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 TFY4102

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 besvarelsen):

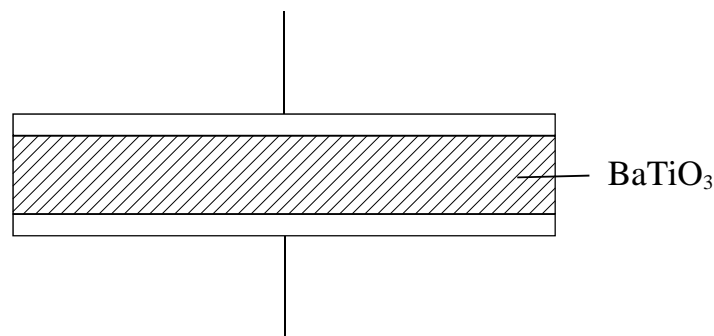
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

:

## 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 platekondensator som vist i fig. 1.1 der isolasjonsmaterialet er  $\text{BaTiO}_3$  og som er ladet til et felt på  $250 \cdot 10^6 \text{ V/m}$ . Anta at volumet av kondensatoren, dvs. det området der vi har felt, er 1 liter. Den relative dielektrisitetskonstant for  $\text{BaTiO}_3$  er  $\epsilon_r = 1200$ .

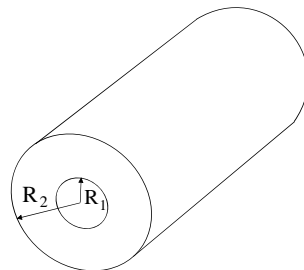
Oppgitt:  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2$ .



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 lang, hul sylinder, som vist på Figur 1.2, har en indre radius  $R_1$ , og en ytre radius  $R_2 = 2R_1$ . Sylinderen er laget av et dielektrisk materiale og har en jevn positiv ladnings-fordeling  $\rho_0$  pr. volumenhet. Permittiviteten i materialet er  $\epsilon$ . Sylinderen er så lang at vi kan se bort fra endeeffekter.



Figur 1.2

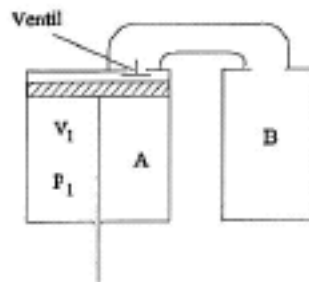
Forklar hvorfor Gauss lov kan benyttes til å beregne feltet både innenfor og utenfor sylindren. Beregn først feltet utenfor sylindren. Tegn inn Gaussflaten på en figur og forklar med ord hvorfor du velger en slik Gaussflate. Hva er feltets retning? Vis at det elektriske feltet utenfor sylindren, for  $r > R_2$  er:

$$\left| \vec{E} \right| = \frac{3\rho_0 R_1^2}{2\epsilon_0 r}$$

- c) Bruk Gauss lov til også å beregne feltet inni sylindren, for  $R_1 < r < R_2$ . Forklar hvorfor  $E=0$  for  $r < R_1$ . Skisser  $E(r)$ .

## Oppgave 2

- a) En sylinder A med stempel er satt i forbindelse med en beholder B ved et rør forsynt med en ventil. Før ventilen åpnes står stemplet på topp i sylinder A (se figur), og under stemplet er det avsperrret luft med volum  $V_1 = 5.0 \text{ m}^3$ , trykk  $p_1 = 1.0 \text{ atm}$  og temperatur  $T = 300 \text{ K}$ . I beholder B er det luft av volum  $V_2 = 2.0 \text{ m}^3$ , trykk  $p_2 = 18.0 \text{ atm}$  og temperatur  $T = 300 \text{ K}$ . Røret er så lite at man kan se bort fra dets volum. Vekten av stemplet ser vi bort fra



Når ventilen åpnes, trykkes stemplet nedover inntil trykket over alt i sylinder og beholder er blitt det samme.. Hvor stort er dette felles trykk etter at eventuelle temperaturdifferanser har fått utjevnet seg. Vi antar at A og B står i termisk kontakt og stemplet er varmeledende. Det er ingen varmetransport til omgivelsene. Luft regnes som en ideell gass. Stemplet utfører ikke noe ytre arbeide.

- b) Til å frambringe meget høy temperatur i en gass i løpet av svært kort tid anvendes av og til følgende metode: Et prosjektil skytes inn i den åpne enden av en tykkvegget stålsylinder der den andre enden er lukket. (Se figur under) Prosjektilet antas å virke som et tettsluttende stempel og presser under sin nedbremsing luften i sylindren sammen til et høyt trykk, og samtidig stiger temperaturen i luften inne i sylindren. La prosjektillets hastighet like utenfor sylinderåpningen være  $v_0 = 500.0 \text{ m/s}$  og dets masse  $m = 0.5 \text{ kg}$ . Se bort fra friksjon mot sylinderveggen. Sylinderens volum  $V_0$  inneholder 1 mol luftmolekyler med trykk  $p_0 = 1.0 \text{ atm}$  og temperatur  $T_0 = 300 \text{ K}$ . Luften anta så være en ideell gass.

Finn økningen i den indre energi  $\Delta U$  i luften i sylindren, og økningen i temperaturen  $\Delta T$  når prosjektillet er bremsset ned.

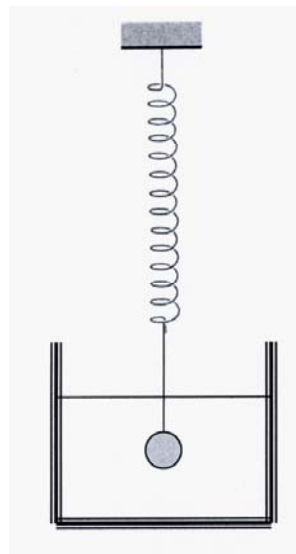


c) Finn luftens begynnelsesvolum  $V_0$  og dens volum  $V$  og trykk  $p$  etter nedbremsingen.

Opgitt  $\gamma=1.40$ ,  $c_v = 21 \text{ J/mol K}$

### Oppgave 3

I et demonstrasjonsforsøk for å vise hvordan frie dempede svinginger kan anvendes for måling av viskositeten i en væske bruker vi en kule med masse  $m$  opphengt i en masseløs fjær. Kule er senket ned i væsken slik som vist på figuren. Man kan vise at at motstandskoeffisienten for bevegelsen  $\lambda$  avhenger av den dynamiske viskositeten  $\eta$  og kulens radius  $r$  og er gitt av  $\lambda = 6\pi\eta r$ .



Det gjøres to forsøk.

Forsøk 1:

Ved første forsøk fjernes væsken. Kule settes i frie, udedpede svinginger og vi måler 100 svinginger i løpet av ett minutt. Hva er vinkelfrekvensen  $\omega_0$  for egensvingingene?

Forsøk 2:

Kule senkes så ned i væsken. Ved tiden  $t=0$ , forskyves kule til posisjonen  $x(0) = A_0 = 0.1 \text{ m}$  og slippes uten begynneshastighet. Systemet kommer i frie vertikale svinginger og dempes av kraften  $F_\lambda = -\lambda \frac{dx}{dt}$ . Vi måler nå 99 svinginger i løpet av ett minutt.

a) Vis at differensialligningen for kulas bevegelse er gitt av

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + \lambda \frac{dx}{dt} + kx = 0$$

Løsningen av denne er av formen:  $x(t) = Ae^{-\gamma t} \sin(\omega t + \delta)$ .

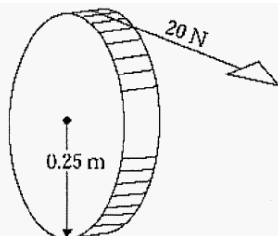
Vis at for å tilfredsstillere diffiligningen må  $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \gamma^2}$  og  $\gamma = \frac{\lambda}{2m}$ .

Sett opp ligningene som bestemmer  $A$  og  $\delta$  ut fra begynnelsesbetingelsene i forsøk 2 over. Vis at resultatet kan skrives som :  $A = A_0 \frac{\omega_0}{\omega}$  og  $\sin \delta = \frac{\omega}{\omega_0}$

- b) Hvor stor er motstandskoeffisienten  $\lambda$  og viskositeten til væsken  $\eta$  når massetettheten til materialet i kula er  $7.8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  og radius i kula er  $0.01 \text{ m}$ .
- c) Hvor lang tid tar det før
- i) Svingeamplituden er redusert til  $1/10$  av sin opprinnelige verdi.
  - ii) Systemets energi er redusert til  $1/10$  av sin opprinnelige verdi. Anta for denne beregningen at dempningen av systemet er liten.

## Flervalgsoppgaver:

1.



En tynn, masseløs snor er trukket rundt en slipestein med radius 0.25 m. Steinen kan rotere friksjonsfritt omkring aksen. En konstant kraft på 20 N i snora får steinen til å øke vinkelhastigheten fra null til 60 rad/s på 12 sekunder. Da er treghetsmomentet til steinen

- A)  $1.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
- B)  $2.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
- C)  $3.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
- D)  $4.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
- E)  $5.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

2.

En kompakt kule ( $I = 0.4MR^2$ ) med radius 0.06 m og masse 0.50 kg ruller uten å gli 14 m nedover et  $30^\circ$  skråplan. Etter dette er translasjonshastigheten for massesenteret i kula tilnærmet lik:

- A. 3.5 m/s
- B. 3.9 m/s
- C. 8.7 m/s
- D. 18 m/s
- E. 9.9 m/s

3.

En horisontal kraft  $\vec{F}$  blir brukt for å skyve en gjenstand med masse  $m$  oppover et skråplan. Vinkelen mellom skråplanet og horisontalplanet er  $q$ . Normalkraften som virker fra skråplanet på massen  $m$  er:

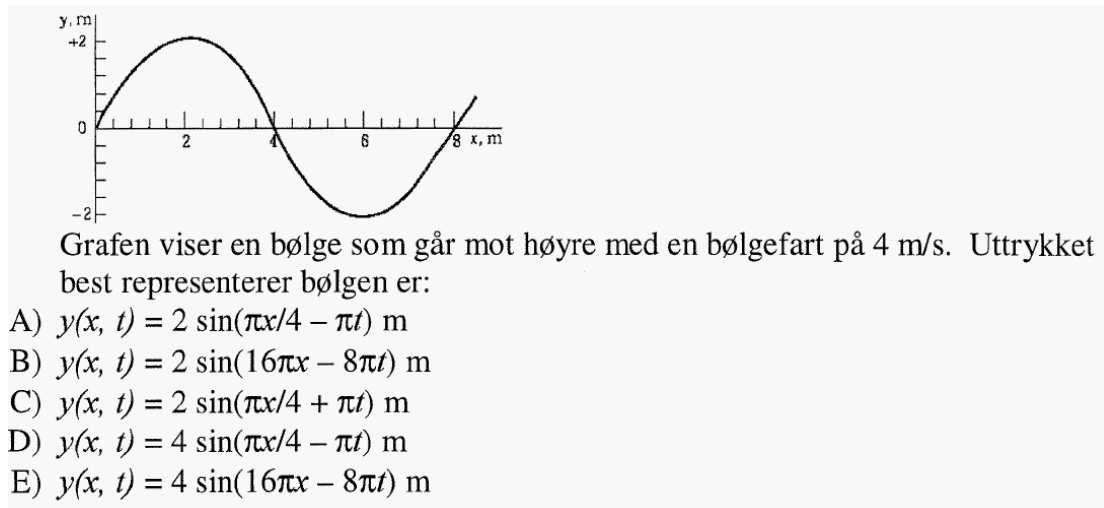
- A.  $mg \cos q + F \cos q$
- B.  $mg \cos q$
- C.  $mg \cos q + F \sin q$
- D.  $mg \cos q - F \cos q$
- E. umulig å bestemme fordi friksjonskoeffisienten ikke er kjent

4.

En dreieskive roterer med vinkelhastighet 1.4 rad/s. Den statiske friksjonskoeffisienten mellom skiveoverflaten og en kloss som plasseres på dreieskiva er 0.20. Den maksimale avstanden fra skivesenteret hvor (tyngdepunktet for) klossen kan plasseres uten at klossen begynner å gli, er tilnærmet:

- A. 0.50 m
- B. 1.00m
- C. 1.40 m
- D. 2.00m
- E. 4.40 m

5.



6.

Du står ved veikanten og hører en politibil kjøre forbi med sirenen på. Sirenen har frekvens 1 kHz. Lydhastigheten i luft er 340 m/s, og Dopplers formel er:

$$\frac{f_M}{f_S} = \frac{v - v_M}{v - v_S}$$

Hvis politibilen kjører med hastighet 30 m/s, så vil frekvensen du hører før politibilen har passert være

- A) 1,10 kHz
- B) 1,08 kHz
- C) 1,00 kHz
- D) 919 Hz
- E) 912 Hz

7.

En spole har en diameter på 4 cm og har 110 vindinger over en lengde på 50 cm. Strømmen i spolen gir et magnetfelt i spolen på 2.5 mT i sentrum av spolen. Strømmen i vindingene er

- A) 9.0 A
- B) 7.9A
- C) 6.8A

- D) 11,0 A
- E) 12.3 A

8.

To parallelle ledere har avstanden 20 cm. Den ene lederen fører en strøm  $I_1=10$  A, den andre fører en strøm  $I_2=25$  A. Kraften per meter som lederne gjensidig virker på hverandre med er:

- A)  $2.5 \cdot 10^{-4}$  N
- B)  $7.5 \cdot 10^{-4}$  N
- C)  $8.5 \cdot 10^{-4}$  N
- D)  $2.5 \cdot 10^{-3}$  N
- E)  $3.5 \cdot 10^{-3}$  N

9.

En punktladning Q beveger seg langs x-aksen, i positiv retning med en hastighet 440 m/s. Magnetfeltet produsert fra denne ladningen i bevegelse i et punkt P på y-aksen ved  $y=50$  mm i det øyeblikk ladningen passerer origo, er  $-70 \mu\text{T}$ . Ladningen Q er da:

- A)  $-40 \mu\text{C}$
- B)  $+40 \mu\text{C}$
- C)  $-30 \mu\text{C}$
- D)  $+20 \mu\text{C}$
- E)  $-20 \mu\text{C}$

10.

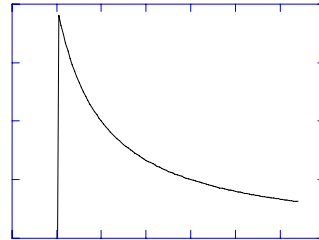
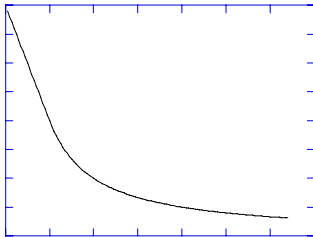
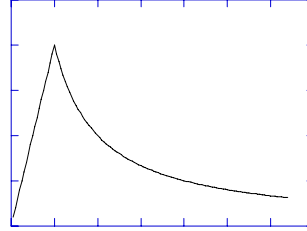
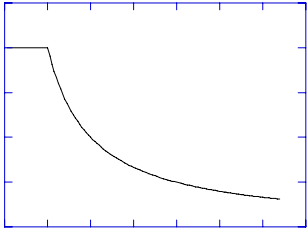
Dersom vi fordobler både lengden og diameteren  $d$  av en motstandstråd med sirkulært tverrsnitt vil motstanden:

- A) blir uforandret
- B) doubles
- C) firdobles
- D) halveres
- E) blir en fjerdedel

11.

Hvilken av grafene i figuren representerer elektriske feltet i og utenfor en sylinder med sirkulært tverrsnitt som har en jevnt fordelt ladningstetthet??





- A) a
- B) b
- C) c
- D) d
- E) Ingen av grafene

12.

Hvilket utsagn er korrekt?

- A) Magnetiske feltlinjer har nord- og sydpoler som sine kilder.
- B) En magnetisk feltlinje i et punkt er tangent til retningen av den magnetiske kraften på en ladning i bevegelse i dette punktet.
- C) Den magnetiske kraften på en partikkel i bevegelse forandrer ikke energien til partikkelen.
- D) Den magnetiske krafta på en strømførende leder er størst når lederen er parallell med det magnetiske feltet.
- E) Alle utsagnene er korrekte