

UNIVERSITETET I TRONDHEIM  
NORGES TEKNISKE HØGSKOLE  
INSTITUTT FOR FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen:  
Prof. J.S. Høye  
Tlf. 3654

EKSAMEN I FAG 74136 FYSIKK  
Tirsdag 12.januar 1993  
kl.0900 - 1300.

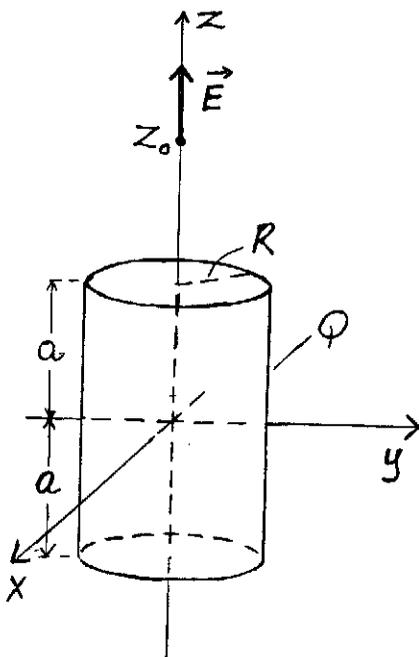
Tillatte hjelpemidler: Godkjent lommekalkulator  
K.J.Knutsen: Formler og data i fysikk  
O.H.Jahren og K.J.Knutsen: Formel-  
samling i matematikk  
Barnett og Cronin: Mathematical  
Formulae.

Oppgave 1

- a) To elektriske ladninger  $q_1 = 5,6 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  og  $q_2 = 7,2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  er bundet sammen med en tiltrekkende fjærkraft  $F = -cx$  der  $c$  er fjærkonstanten, og  $x$  er avstanden mellom ladningene. Hva blir likevektsavstanden  $x$  mellom ladningene når  $c = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$  ?

Oppgitt:  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9,0 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ .

b)



Ladningen  $Q$  er jevnt fordelt utover sideflaten på en sylinder av lengde  $2a$  og radius  $R$ . Sylinderaksen ligger langs  $z$ -aksen med origo midt i sylindren, som vist på figuren. (Det er ingen ladning på endeflatene.) Bestem den elektriske feltstyrken  $\vec{E} = \vec{E}(z_0)$  på  $z$ -aksen. [Hint: Innfør sylinderkoordinater  $\phi$  og  $z$ .]

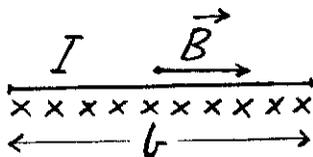
- c) En kapasitans består av 2 parallelle sirkelformede plater med radius  $R = 3,0$  cm. Hva er avstanden  $d$  mellom platene når kapasitansen er  $C_0 = 12,5$  pF og det er bare luft i mellomrommet? Mellomrommet fylles så med dielektrisk materiale som har relativ permittivitet  $\epsilon_r = 2,5$ . Hva blir nå kapasitansen  $C_1$  ? Deretter blir halvparten av det dielektriske materialet fjernet slik at det nå fyller mellomrommet bare mellom halvparten av platearealene. Hva blir kapasitansen  $C_2$  i dette siste tilfellet?

### Oppgave 2

- a) To parallelle strømledere med avstand  $a = 5$  cm fører begge samme strømmen  $I$ . Hva blir størrelsen på magnetfeltet  $B$  midt mellom lederne dersom strømmen i de to lederne i tilfelle 1 går i samme retning og i tilfelle 2 går i motsatt retning, og  $I = 15$  A ?

Oppgitt:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  H/m .

b)



Ved å legge trådformede rette ledere ved siden av hverandre i et plan, vil det dannes et strømførende bånd. Dette båndet av

bredde  $b$  fører strømmen  $I$  normalt på og rettet inn i papirplanet som vist på figuren. Benytt Amperes lov til å beregne magnetfeltet  $\vec{B}$  nær overflaten av båndet (dvs. avstanden fra overflaten er neglisjerbar i forhold til bredden  $b$ ).

Oppgitt: Amperes lov  $\oint \vec{B} d\vec{\ell} = \mu_0 I$  .

- c) Et enverdig ion (dvs. ionet har elementærladning  $e$ ) starter fra ro og akselereres gjennom spenningsfallet  $U = 3,0 \cdot 10^4$  V. Deretter går ionet inn i et homogent magnetfelt  $B = 0,44$  T, og bevegelsen til ionet blir en sirkel med radius  $R = 24,7$  cm. Hva er massen  $m$  til ionet.

Oppgave 3

a) Glødetråden i en glødelampe oppnår temperaturen  $T = 2450\text{K}$  når den tilføres effekten  $P = 40\text{W}$ . Glødetråden er rullet opp til en sylinder av lengde  $L = 5\text{mm}$ . Hva blir diameteren  $d$  i sylindere dersom den betraktes som en svart stråler? (Se bort fra endeflatene på sylindere).

b) En partikkel med masse  $M$  er bundet til et senter og beveger seg fritt omkring dette i en sirkelbane med fast radius  $r$ . Bestem energinivåene  $E_{\ell m}$  til dette systemet når dreieimpulsen

$$\vec{L} = M(\vec{r} \times \vec{v}) \text{ har kvantiseringen } (\hbar = h/2\pi)$$

$$L^2 = \ell(\ell+1)\hbar^2 \quad (\ell=0,1,2,3,\dots).$$

Kvantiseringen av z-komponenten til  $\vec{L}$  gir

$$L_z = m\hbar$$

der  $m$  er heltallig. Hvilken begrensning på  $m$  gir betingelsen  $L_z^2 \leq L^2$ , og hvor mange kvantetilstander gir dette for gitt verdi av  $\ell$ ?

c) I faste stoff blir energinivåene til de ytre atomelektronene spredt utover i kontinuerlige energibånd. I en intrinsikk halvleder er valensbåndet fylt med elektroner mens ledningsbåndet er tomt bortsett fra enkelte elektroner som eksiteres termisk opp i ledningsbåndet og etterlater hull i valensbåndet. Ledningsevnen til en slik halvleder kan økes ved doping. Gjør kort rede for hvordan f.eks. doping av Ge (germanium,  $Z=32$ ) med As (arsen,  $Z=33$ ) gir n-type halvleder (ledning ved elektroner). (Z er atomnummer.)