

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

Mandag 26 mai 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 besvareksen):

1	2	3	4	5	6	7	8

## Oppgave 1.

a) Hva vil det si at en termodynamisk prosess er

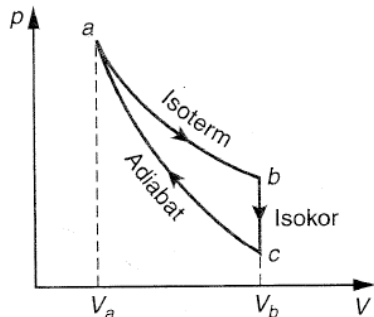
- Reversibel
- Adiabatisk

Beskriv Carnot prosessen og definer prosessens virkningsgrad. Skriv ned, uten utledning et uttrykk som angir hvordan virkningsgraden avhenger av temperaturen.

b) Anta at et varmekraftverk leverer 1000 MW effekt fra dampturbiner. Dampen går inn i turbinen overopphetet ved 550 K og avgir den ubenyttede varmen i en elv med temperatur 290 K. Anta at turbinen har en virkningsgrad som er 80% av virkningsgraden til en reversibel Carnot maskin som operer mellom de gitte temperatuere. Beregn den varmemengden som avgis til elvevannet pr. sekund når kraftverket leverer 1000 MW. Beregn temperaturøkningen i elva nedenfor kraftverket dersom vannføringen i elva er  $50 \text{ m}^3/\text{s}$

Oppgitt:  $C_{\text{vann}}=4.19 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ ;  $\rho_{\text{vann}}=10^3 \text{ kg/m}^3$

c) To mol ideelle toatomige gassmolekyler gjennomløper en kretsprosess som består av en isoterm ( $a \rightarrow b$  i figuren), en isochor ( $b \rightarrow c$ ) og en adiabatisk prosess ( $c \rightarrow a$ ) Tilstand c er gitt ved  $p_c = 1 \text{ atm} = 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $T_c = 293 \text{ K}$ . Beregn gassens volum i tilstand c og dens trykk, volum og temperatur i a og b når  $T_b = 393 \text{ K}$ .



d) Beregn arbeidet utført av gassen i prosessene  $a \rightarrow b$  i figuren og  $c \rightarrow a$ . Hva blir det totale arbeidet utført av gassen i løpet av kretsprosessen.

Oppgitte konstanter:

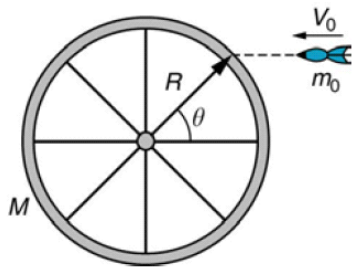
$R=8.31 \text{ J/mol K}$

$c_v' = 20.79 \text{ J/mol K}$

$\gamma=c_p'/c_v'==1.40$

## Oppgave 2

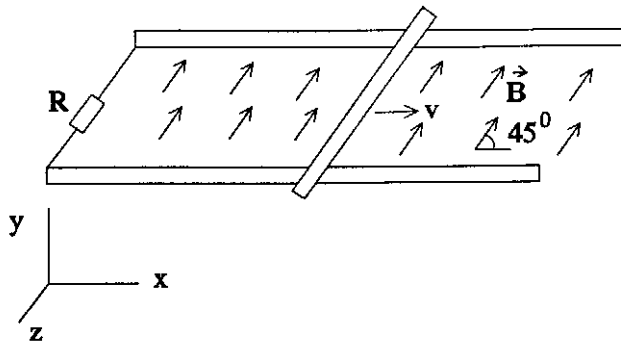
Et hjul består av åtte eiker og felgen slik som vist på figuren. Eikene har hver en masse  $M_e$  på 0.4 kg og en lengde på 0.3 m, som også er hjulets radius  $R$ . Felgens masse er  $M_f = 1 \text{ kg}$  og vi betrakter den som en tynn ring uten radiell utstrekning. Vi kan se bort fra massen i akslingen. Hjulet gjør to rotasjoner per sekund.



- Vis først at treghetsmomentet for en lang tynn stav av lengde  $l$  og masse  $M$  som roterer om endepunktet er gitt av formelen  $I = \frac{1}{3} Ml^2$ . Vis så at det totale treghetsmomentet for hjulet om hjulaksen er gitt av  $I = \left( \frac{8}{3} M_e + M_f \right) R^2$ .
- Hvor stor er hjulets kinetiske rotasjonsenergi?
- Hjulet er montert slik at akslen er horisontal, og det kan rotere friksjonsfritt om denne akslen. Hjulet står nå i ro. En pil med masse  $m_0 = 0.1 \text{ kg}$  skytes med hastighet  $v_0 = 15 \text{ m/s}$  inn i dekket og blir stående fast der, se figuren. Vinkelen  $\theta$  er  $45^\circ$ . Finn vinkelhastigheten  $\omega$  som hjulet vil rotere med etter at pilen har truffet dekket. (Hint: Bevaring av spinn)

## Oppgave 3

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 (horizontalplanet) med skinnene langs  $x$ -aksen. Avstanden mellom skinnene er  $L$ . Systemet befinner seg i et 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 er  $B$ .

- a) Beregn fluksen gjennom sløyfa som funksjon av posisjonen  $x$  til staven.  $x$  regnes fra sløyfas venstre kant.

Staven beveges med en konstant hastighet  $v$  mot høyre (se figur). Beregn strømmen i sløyfa. Angi retningen av strømmen.

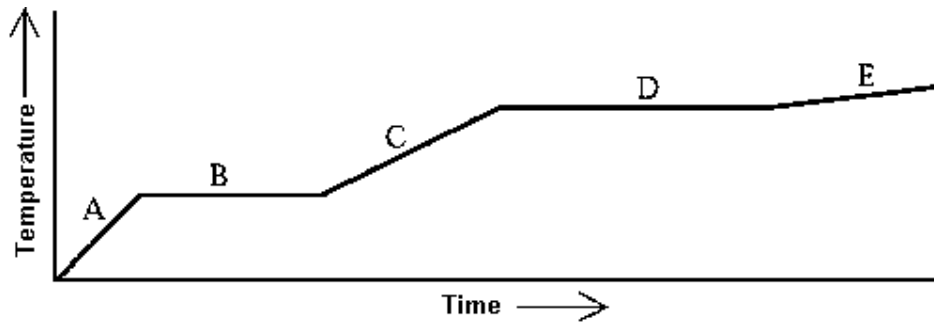
- b) På grunn av strømmen i sløyfa og det ytre feltet  $B$  vil det virke en kraft på staven. Angi størrelse og retning av denne kraften. Angi også den mekaniske effekt vi må bruke for å bevege staven og sammenlign denne med den Ohmske varmeutviklingen i motstanden  $R$ .
- c) Kraften under b) vil også ha en vertikal komponent. For tilstrekkelig stor verdi av  $B$  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  $g$ .
- d) Vi skal så se på hvordan et magnetfelt kan brukes til å holde gjenstander svevende, f.eks. et tog på "magnetiske skinner". Dette kalles magnetisk levitasjon. I det homogene magnetfeltet over et strømførende plan plasseres en leder parallelt med strømrretningen i planet. Anta nå at planet setter opp et felt  $B = 2,0$  T. Hvilken strøm må sendes gjennom lederen for at kraften på den skal bli stor nok til å løfte 1 tonn pr. meter av lederen? I hvilken retning må strømmen gå?

Oppgitt:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T A}^{-1} \text{ m}$   
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

## Flervalgsoppgaver

1. En person sitter på en roterende pianokrakk med armene i kors og roterer med en viss vinkelhastighet. Når personen deretter strekker armene horisontalt ut fra kroppen, så skjer følgende
  - a) Personens treghetsmoment øker, slik at vinkelhastigheten også øker.
  - b) Personens treghetsmoment øker, slik at vinkelhastigheten blir mindre.
  - c) Personens treghetsmoment avtar, slik at vinkelhastigheten øker.
  - d) Personens treghetsmoment avtar, slik at vinkelhastigheten også avtar.
  - e) Både personens treghetsmoment og vinkelhastighet forblir konstant.
  
2. En masse  $M = 5,6$  kg på et horisontalt bord trekkes av en snor som går over en friksjonsfri trinse og er festet til en fritthengende masse  $m = 3,4$  kg. Friksjonskoeffisienten mellom  $M$  og bordet er 0,28. Akselerasjonen til  $M$  er
  - a)  $3,7 \text{ m/s}^2$
  - b)  $2,0 \text{ m/s}^2$
  - c)  $2,2 \text{ m/s}^2$
  - d)  $0,20 \text{ m/s}^2$
  - e)  $0,49 \text{ m/s}^2$
  
3. En satelitt gis en kommando som sier at satelitten skal rotere en vinkel  $\theta$  slik at rotasjonvinkelen er gitt av uttrykket
$$\theta = \alpha t + \beta t^2 - \gamma t^4$$
der  $\alpha$ ,  $\beta$  og  $\gamma$  er konstanter,  $\theta$  er i radianer og  $t$  i sekunder. Hva er vinkelakselerasjonen ved tiden  $t$ ?
  - a)  $\alpha t$
  - b)  $\alpha + \beta - \gamma$
  - c) Ingen av de oppgitte uttrykkene
  - d)  $2\beta - 12\gamma t^2$
  - e) Null

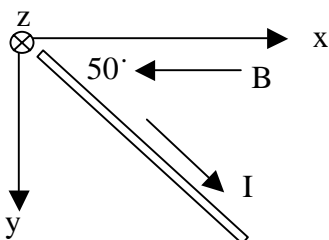
4. Varme tilføres en stoffmengde med konstant effekt. Stoffet starter som fast stoff og smelter så. Væsken varmes videre opp og fordamper og dampen varmes så videre opp. Prosessen er vist på figuren.



Den spesifikke varme for det faste stoffet kan finnes ved å

- multiplisere lengden av B (i sekunder) med hastigheten varme tilføres og dividere på massen til stoffet.
  - multiplisere lengden av D (i sekunder) med hastigheten varme tilføres og dividere på massen til stoffet.
  - dividere hastigheten som varme tilføres med på stigningstallet for A og massen av stoffet
  - dividere hastigheten som varme tilføres med på stigningstallet for C og massen av stoffet.
  - dividere hastigheten som varme tilføres med på stigningstallet for E og massen av stoffet
5. To identiske ledende kuler lades opp slik at kule 1 har ladning  $+Q$  og kule 2 har ladning  $-Q$ . En tredje, identisk kule har ingen ladning. Dersom kule 3 først berører kule 1 og separeres og deretter kule 2 og separeres så er sluttladningen på kulene gitt av
- $Q_1 = +Q/4, Q_2 = +Q/4, Q_3 = -Q/2$
  - $Q_1 = -Q/2, Q_2 = +Q/4, Q_3 = +Q/4$
  - $Q_1 = +Q/2, Q_2 = -Q/4, Q_3 = -Q/4$
  - $Q_1 = -Q/4, Q_2 = -Q/2, Q_3 = -Q/2$
  - $Q_1 = -Q/2, Q_2 = +Q/2, Q_3 = +Q/2$

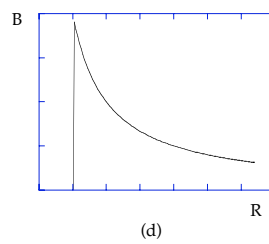
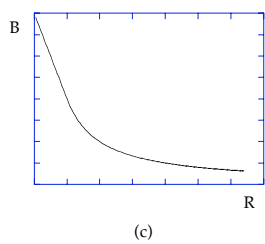
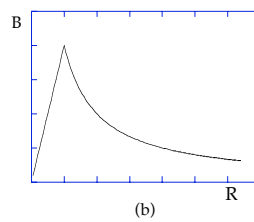
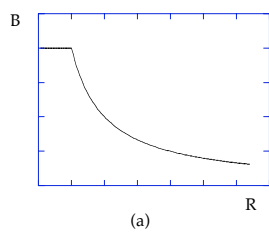
6. Figuren viser et segment av en leder som er 1.2m langt og som fører en strøm  $I=3.5A$ . Lederen ligger i x-y planet og danner en vinkel på  $50^\circ$  med x-aksen. Et magnetfelt  $B=0.5 T$  is har retning langs den negative x-aksen. Den magnetiske krafta  $\vec{F}$  som virker på segmentet er:



- a)  $+1.6 \hat{j}$  N
- b)  $-1.6 \hat{k}$  N
- c)  $+1.6 \hat{k}$  N
- d)  $+1.6 \hat{j} - 1.6 \hat{k}$  N
- e)  $+1.6 \hat{j} + 1.6 \hat{k}$  N

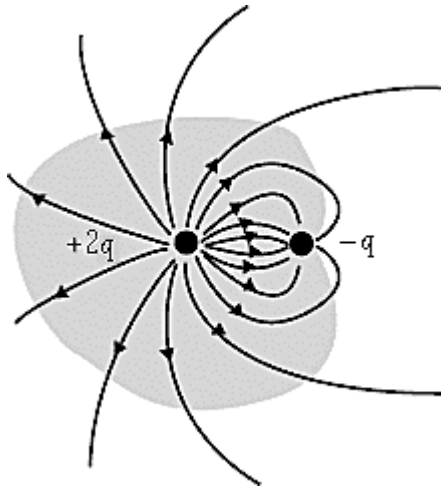
Her er  $\hat{j}$  og  $\hat{k}$  enhetsvektorer langs henholdsvis y- og z-aksene.

7. Hvilken av grafene er det som best representerer det magnetiske feltet innenfor og utenfor en elektrisk leder med sirkulært tverrsnitt der det går en homogen strøm  $I$ ?



- a) a
- b) b
- c) c
- d) d
- e) Ingen av grafene

8. Figuren viser en Gaussflate som omslutter ladningene  $+2q$  og  $-q$ . Netto fluks gjennom Gaussflata som omslutter de to ladningene er



- a)  $q/\epsilon_0$    b)  $2q/\epsilon_0$    c)  $-q/\epsilon_0$    d) null   e)  $3q/\epsilon_0$