

**Institutt for fysikk, NTNU**

Faglig kontakt under eksamen:

Professor Johan S. Høye

Tlf. 93654

Sensurfrist: 8. januar.

**Eksamen i fag TFY4106 Fysikk**

Torsdag 7. desember 2006

Kl. 09.00 - 13.00

Tillatte hjelpemidler: Godkjent lommekalkulator

Rottmann: Matematisk Formelsamling

Vedlegg: Formelliste for faget TFY4106 Fysikk høsten 2006

(Hver av oppgavene 1, 2, 3 og 4 teller like mye.)

**Oppgave 1**

- a) En bil starter fra ro i posisjonen  $x = 0$  ved tiden  $t = 0$ . For  $t > 0$  er farten

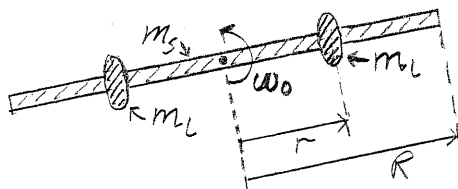
$$v = v_0(1 - e^{-\gamma t})$$

der  $v_0$  og  $\gamma$  er konstanter. Bestem uttrykket for akselerasjonen  $a$ , og bestem uttrykket for posisjonen  $x$  som funksjon av tiden  $t$ .

Hva er akselerasjonen  $a$  ved tiden  $t = 0$  når  $v_0 = 25 \text{ m/s}$  og  $\gamma = 0,20 \text{ s}^{-1}$ ?

Hva er kjørt veilengde, dvs. posisjonen  $x$ , ved tiden  $t = 10 \text{ s}$ ?

- b)



En bjelke eller stav med masse  $m_s$  og lengde  $2R$  kan rotere uten friksjon om en akse gjennom midtpunktet på staven. Det antas at massen  $m_s$  er jevnt fordelt langs staven slik at midtpunktet faller sammen med tyngdepunktet. På de to armene til staven blir det hengt to lodd, ett på hver arm i avstanden  $r$  ( $< R$ ) fra midtpunktet. Hvert lodd har masse

$m_l$ . Hva blir treghetsmomentet  $I = I(r)$  om midtpunktet til staven med lodd når tykkelsen av staven og størrelsen (utstrekningen) til loddene kan negliseres?

La staven rotere med loddene i avstand  $r = R/2$  fra midtpunktet. Dette systemet, stav med to lodd, roterer da med vinkelhastighet  $\omega = \omega_0$ . Mens systemet fortsetter å rotere glir begge loddene ut på endene til staven slik at avstanden fra midtpunktet endres til  $r = R$ . Dette medfører at vinkelhastigheten endres. Hva blir den nye vinkelhastigheten  $\omega$  når  $m_l = 0,2 \cdot m_s$  og  $\omega_0 = 20 \text{ s}^{-1}$ ?

## Oppgave 2

a) To tog med samme hastighet  $v$  beveger seg mot hverandre (på dobbeltsporet jernbane) på en vindfri dag der lydhastigheten i luft er  $340 \text{ m/s}$ . Det ene toget sender ut et fløytesignal som blir observert på det andre toget mens de passerer hverandre. Etter denne passeringen synker den observerte tonehøyden eller frekvensen til  $3/4$  av frekvensen før passering. Hva er hastigheten  $v$  til togene?

b) En oppspant stålstreng har tverrsnitt  $0,20 \text{ mm}^2$ . Transversale bølger beveger seg langs strengen med hastigheten  $300 \text{ m/s}$ . Hvor stor er kraften  $F$  som strekker strengen når massetettheten til stål er  $\rho = 7,8 \text{ kg/dm}^3$ ?

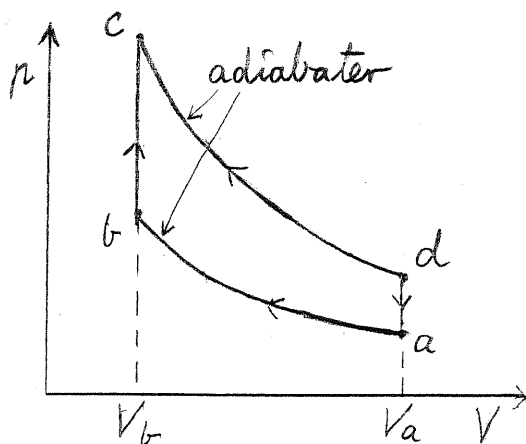
Den gitte strengen har en grunnfrekvens (laveste frekvens)  $264 \text{ Hz}$ . Hva er avstanden  $L$  mellom ende- eller festepunktene til strengen?

Oppgitt:  $f_r = f_s \frac{c \pm u_r}{c \pm u_s}$  (dopplereffekten).

## Oppgave 3

a) En mengde på  $3,0 \text{ kg}$  Al (aluminium) med temperatur  $80^\circ\text{C}$  slippes ned i  $2,0 \text{ kg}$  vann med temperatur  $10^\circ\text{C}$ . Varmekapasiteten pr. masseenheter til Al er  $c_{Al} = 0,91 \text{ kJ/kg K}$  mens den for vann er  $c_v = 4,19 \text{ kJ/kg K}$ . Hva blir sluttemperaturen  $T$  ved termisk likevekt? (Varmeutveksling med omgivelsene kan negliseres.)

b)



En ideell gass gjennomløper en Otto-prosess (idealisert forbrenningsmotor) som angitt på figuren. Gassen har varmekapasitet  $C_V$  ved konstant volum. Mellom temperaturene  $T_b$  og  $T_c$  varmes gassen opp ved konstant volum  $V_b$ . Hvor stor varmemengde  $Q_{bc}$  trengs til denne oppvarmingen? (Det antas at  $C_V$  er uavhengig av temperaturen.)

Mellom temperaturene  $T_d$  og  $T_a$  avkjøles gassen tilsvarende ved konstant volum  $V_a$ . Hvor stor varmemengde  $Q_{ad}$  avgis ved denne avkjølingen?

Mellom punktene c og d på figuren ekspanderer gassen adiabatisk (og reversibelt) mens den komprimeres adiabatisk mellom punktene a og b. Hvilken sammenheng gir dette mellom temperaturene  $T_c$  og  $T_d$  og mellom temperaturene  $T_b$  og  $T_a$  når adiabatkonstanten er  $\gamma$ ?

Virkningsgraden for prosessen er gitt ved  $\varepsilon = W/Q_{bc}$  der  $W$  er utført arbeid for hver syklus av prosessen? La  $r$  være kompresjonsforholdet  $r = V_a/V_b$ . Vis at virkningsgraden  $\varepsilon$  da kan skrives på formen

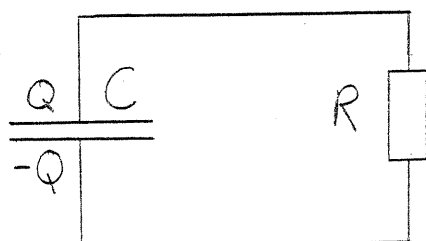
$$\varepsilon = 1 - \frac{1}{r^\alpha}$$

og bestem med det eksponenten  $\alpha$ . [Hint:  $W$  kan bestemmes fra energibevarelse.]

Oppgitt:  $TV^{\gamma-1} = \text{konst.}$

### Oppgave 4

a)



Den elektriske kretsen på figuren består av en kondensator eller kapasitans  $C$  koplet i serie med en motstand  $R$ . Sett opp differensiallikningen for kretsen. Denne likningen bestemmer ladingen  $Q$  på kondensatoren, og den har løsning av formen

$$Q = Q_0 e^{-\gamma t}$$

der  $Q_0$  og  $\gamma$  er konstanter mens  $t$  er tiden. Vis dette ved å sette inn i differensiallikningen for kretsen.

Bestem de numeriske verdiene til størrelsene  $\gamma$  og  $Q_0$  når  $C = 350 \text{ pF}$ ,  $R = 700 \text{ k}\Omega$  og spenningen mellom kondensatorplatene er  $60 \text{ V}$  ved tiden  $t = 0$ .

b) Et varierende magnetfelt  $\mathbf{B} = \mathbf{B}_0 \cos \omega t$  der  $\mathbf{B}_0$  og  $\omega$  er konstanter, vil indusere elektromotorisk spenning eller kraft i en spole eller strømsløyfe. La strømsløyfen danne en sirkelformet ring med areal  $A$  og ha  $N$  vindinger. La rotasjonsaksen til den sirkelformede ringen (flatenormalen for vindingene) danne en vinkel  $\phi$  med retningen til magnetfeltet. Hva blir indusert elektromotorisk spenning  $\mathcal{E} = \mathcal{E}(t)$ ?

Oppgitt:  $Q = CV$ .