

Faglig kontakt under eksamen:  
Professor Johan S. Høye  
Telefon: 91839082

## **Eksamen i TFY4106 FYSIKK**

Fredag 10. august 2012

09:00 - 13:00

Tillatte hjelpemidler: Alternativ C

Typegodkjent kalkulator, med tomt minne (i henhold til NTNU liste).

K. Rottman: *Matematisk formelsamling* (alle språkutgaver).

Schaum's Outline Series: *Mathematical Handbook of Formulas and Tables*.

Vedlegg: Formelliste for faget TFY4106 Fysikk høsten 2011.

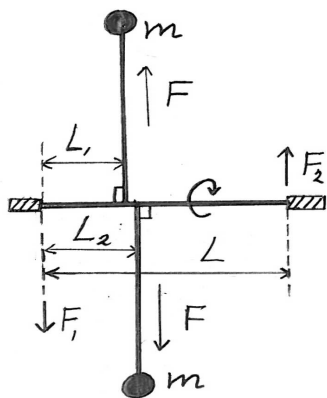
Dette oppgavesettet er på 4 sider.

Sensurfrist: 31. august

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

## Oppgave 1. Mekanikk

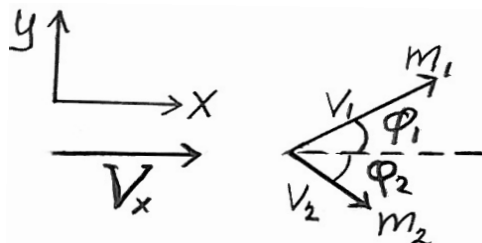
a)



To like masser som hver for seg har massen  $m = 0,5 \text{ kg}$ , er festet til en roterende aksel som vist på figuren. Massene er begge plassert i en avstand  $R = 30 \text{ cm}$  fra sentrum av akselen. Rotasjonen gir en strekkraft  $F$  på akselen fra hver av massene på grunn av sentrikketalakselerasjonen. De to like store kreftene er motsatt rettet men virker i henholdsvis avstandene  $L_1 = 10,0 \text{ cm}$  og  $L_2 = 11,2 \text{ cm}$  fra den venstre opplagringen eller festepunktet til akselen. Avstanden mellom de to festepunktene er  $L = 30 \text{ cm}$ . Hva er rotasjonsfrekvensen  $f$  (omdreining pr. sekund) til akselen når strekkraften  $F = 1500 \text{ N}$ ? (Massene  $m$  kan betraktes som punktformige.)

Siden det roterende systemet ikke er avbalansert, vil det oppstå krefter  $F_1$  og  $F_2$  i opplagringen i hver ende. Hva blir disse kreftene  $F_1$  og  $F_2$  for den gitte situasjonen?

b)



En masse beveger seg i  $x$ -retningen med hastigheten  $V_x$ . Denne massen deles (eller sprenges) i 2 deler (uten påvirkning av ytre krefter). Etter sprengningen er de 2 delmassene henholdsvis  $m_1$  og  $m_2$  der  $m_2 = 2,4 \text{ kg}$ . Størrelsen på de tilhørende hastighetene er  $v_1 = 18,0 \text{ m/s}$  og  $v_2 = 8,0 \text{ m/s}$ , og de danner vinklene  $\phi_1 = 30^\circ$  og  $\phi_2 = -45^\circ$  med  $x$ -aksen som vist på figuren.

Beregn hastighetskomponentene  $v_{1x}$ ,  $v_{1y}$ ,  $v_{2x}$  og  $v_{2y}$  til  $v_1$  og  $v_2$  i  $x$ - og  $y$ -retningen.

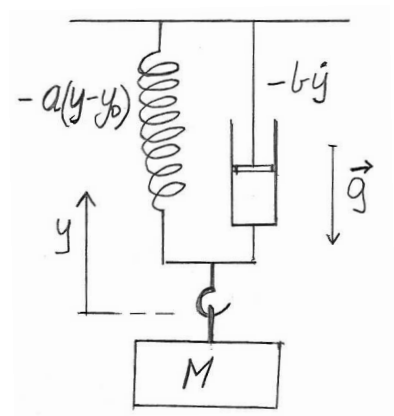
Hva er massen  $m_1$ ? [Hint: Sprengningen kan betraktes som et uelastisk støt der hastighetene er snudd.]

Hva er felles hastighet  $V_x$  før sprengningen?

c) En vanlig satelitt går i en ellipseformet bane rundt jorda som har diameter  $D = 12740 \text{ km}$ . I det laveste punktet på banen befinner satelitten seg  $h_1 = 22000 \text{ km}$  over jordas overflate og har en banehastighet på  $v_1 = 3840 \text{ m/s}$ . Det høyeste punktet på banen er  $h_2 = 25000 \text{ km}$  over jordas overflate. Finn satelittens banehastighet  $v_2$  i dette punktet. [Hint: Betrakt dreieimpulsen  $\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}$ .]

## Oppgave 2. Svingninger og bølger

a)



En masse  $M$  er hengt opp i ei fjær og den blir da påvirket av ei kraft  $-a(y - y_0)$  fra denne der  $a$  er en konstant. Når massen henger i ro er  $y = 0$  slik at fjærkrafta som motvirker tyngden til  $M$  er lik  $ay_0$ . (Her ser en bort fra tyngden til fjær og demper med krok.) Hva blir  $y_0$  når  $M = 10$  kg,  $a = 400$  N/m og  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup>?

Bevegelsen til massen  $M$  blir dempet av ei kraft  $-b\dot{y}$  når den beveger seg. Bevegelsen beskrives av svingelikninga

$$\ddot{y} + 2\delta\dot{y} + \omega_0^2 y = 0.$$

Angi uten å sette opp utregning hva  $\delta$  og  $\omega_0$  er uttrykt ved  $M$ ,  $a$  og  $b$ .

b) Massen  $M$  blir tatt av kroken som da vil stille seg i posisjonen  $y = y_0$ . Deretter blir massen  $M$  igjen hengt på kroken, og den slippes ved tiden  $t = 0$  i posisjonen  $y = y_0$ . Den vil da komme i dempede svingninger gitt ved

$$y = y(t) = Ae^{-\delta t} \cos(\omega_d t + \varphi) \quad \text{der} \quad \omega_d = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}.$$

Beregn forholdet  $A/y_0$  og fasevinkelen  $\varphi$  når  $\delta = 0,8\omega_0$ ?

c) En bølge som beveger seg langs en streng beskrives ved utsvinget

$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t)$$

der  $A$  er amplituden,  $x$  er posisjonen,  $t$  er tiden,  $k$  er bølgetallet og  $\omega$  er vinkelfrekvensen. Bølgen beveger seg langs strengen med hastigheten 250 m/s. Hva blir bølgetallet  $k$  når frekvensen  $f = 60$  Hz?

Med en amplitude  $A = A_0$  transporterer strengen effekten  $P_0$ . Denne effekten minker nå til  $P = 0,15 \cdot P_0$  uten at frekvensen eller strekket (krafta mellom endene) endres. Amplituden vil da endres til  $A = A_1$ . Hva blir amplituden  $A_1$ ?

**Oppgave 3. Termisk fysikk**

a) En beholder er isolert med styropor. Hele overflatearealet på  $20 \text{ dm}^3$  er dekket av styropor med tykkelse  $1,2 \text{ cm}$ . Varmeledningsevnen til styropor er  $0,010 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ . Hva er varmestrømmen  $I$  dersom temperaturforskjellen mellom de to sidene er  $20^\circ\text{C}$ ?

Beholderen inneholder en blanding av is og vann med smeltevarme  $334 \text{ J/g}$ . Hvor lang tid  $\Delta t$  tar det for å smelte  $50 \text{ g}$  av isen når omgivelsene utenfor beholderen har temperaturen  $20^\circ\text{C}$ ?

b) Et kullfyrt varmekraftverk leverer elektrisk strøm med effekten  $P = 200 \text{ MW}$  ( $1 \text{ MW} = 10^6 \text{ J/s}$ ). Kraftverket har virkningsgrad  $\varepsilon = 0.40$ . Til kjøling av kraftverket brukes vann som varmes fra  $T_1 = 20^\circ \text{C}$  til  $T_2 = 32^\circ \text{C}$ . Vannet har varmekapasitet  $c = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ . Hvor stor effekt  $P_2$  trengs til oppvarming?

Hvor stor vannføring (mengde vann i kg pr. sekund) trengs til kjølingen?

c) Et system med konstant varmekapasitet  $C$  avkjøles fra temperaturen  $T = T_1$ . Den avgitte varmeenergien går til omgivelsene som har temperaturen  $T_0 (< T_1)$ . Hvor mye varmeenergi  $Q$  har gått til omgivelsene når det er blitt termisk likevekt mellom systemet og omgivelsene?

Hva blir entropiendringen  $\Delta S_0$  til omgivelsene ved denne avkjølingen?

Hva blir tilsvarende entropiendringen  $\Delta S$  til det gitte systemet?

Oppgitt:  $I = \lambda A \frac{\Delta T}{\Delta x}, \quad dQ = T dS.$