

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

Eksamen i TFY4106 FYSIKK

Lørdag 17. august 2013

09:00 - 13:00

Tillatte hjelpemidler: Alternativ C

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

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

Vedlegg: Formelliste for faget TFY4106 Fysikk høsten 2013.

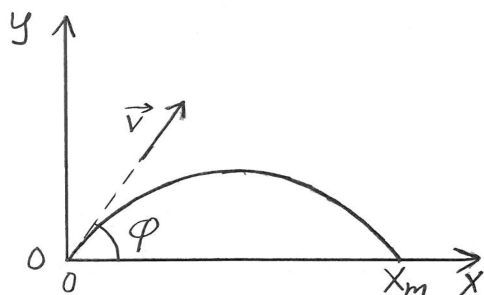
Dette oppgavesettet er på 4 sider.

Sensurfrist: 31. august

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

Oppgave 1. Mekanikk

a)



Ei kule kastes ut fra origo ($x = 0, y = 0$) med hastighet av størrelse v og vinkel φ i forhold til horisontalen som vist på figuren. Tyngdeakselerasjonen er g . Bevegelsen kan da beskrives ved

$$x = v_x t \quad \text{og} \quad y = v_y t - at^2$$

der en ser bort fra luftmotstanden. Hva er koeffisientene (størrelsene) v_x , v_y , og a ? (Angi disse størrelsene uten utregning.)

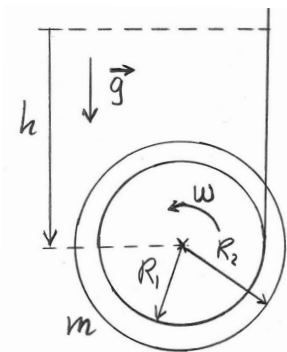
Ved å eliminere tida t finner en banelikninga

$$y = Ax \operatorname{tg} \varphi - \frac{B}{\cos^2 \varphi} x^2.$$

Bestem koeffisientene A og B .

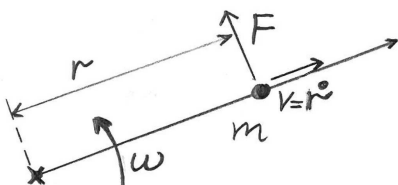
For hvilken vinkel φ vil kula bevege seg lengst mulig, dvs. når er $x = x_m$ på figuren størst mulig?

b)



Et hjul med masse $m = 1.5 \text{ kg}$ henger i ei vektløs snor som vist på figuren. Snora er viklet opp på en sirkel med radius $R_1 = 6,0 \text{ cm}$. Hjulet har treghetsmoment $I = mR_2^2/2$ der $R_2 = 8,0 \text{ cm}$. Hjulet starter fra ro i en gitt høyde (med stram snor). Hjulet blir så sluppet og faller deretter ved å rulle av snora. Benytt energibetraktninger (energibevarelse av kinetisk og potensiell energi) til å bestemme vinkelhastigheten ω til hjulrotasjonen når hjulet har falt $h = 30 \text{ cm}$, og tyngdeakselerasjonen er $g = 9,80 \text{ m/s}^2$.

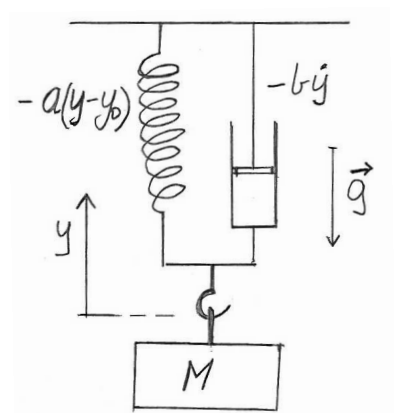
c)



En punktmasse $m = 0,25 \text{ kg}$ føres radielt utover med hastighet $v = \dot{r} = 15 \text{ cm/s}$ på ei stang som roterer med konstant vinkelhastighet $\omega = 2,0 \text{ s}^{-1}$ som vist på figuren. Hvor stor kraft F virker sidelengs på massen m når ω holdes konstant. [Hint: Betrakt endring av dreieimpuls L .]

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/s²?

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 δ og ω_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 φ når $\delta = 0,8\omega_0$?

c) En plan lydbølge beveger seg i x -retningen og beskrives ved lydtrykket

$$p(x, t) = p_0 \cos(kx - \omega t)$$

der p_0 er trykkamplituden, x er posisjonen, k er bølgetallet og ω er vinkelfrekvensen. Bølgen beveger seg med hastigheten 335 m/s. Hva blir frekvensen f når bølgetallet er $5,25$ m⁻¹?

To lydbølger med lydintensiteter henholdsvis $I_1 = 1,5 \cdot 10^{-7}$ W/m² og $I_2 = 9,0 \cdot 10^{-8}$ W/m² har samme frekvens. Disse to bølgeene møtes og interfererer. Hva blir lydintensiteten I_m (minimal intensitet) dersom bølgeene interfererer destruktivt? [Hint: Benytt at $I = a^2 A^2$ der a er konstant og A er amplituden til en bølge.]

Oppgave 3. Termisk fysikk

a) En tømmervegg av tre har midlere tykkelse 12 cm. Arealet til veggen er 55 m^2 . Anta at temperaturen på innersiden av veggen er 20°C mens den på yttersiden er 0°C . Hva er den totale varmestrømmen I_0 gjennom veggen (ved stasjonære forhold) når varmeledningsevnen for tre er $\lambda_t = 0,120 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$?

En ønsker å isolere veggen bedre ved å legge på et lag mineralull på utsida. Mineralull har varmeledningsevnen $0,040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Hvilken tykkelse d må laget av mineralull ha for å få redusert den totale varmestrømmen til $I = (3/5) \cdot I_0$ når temperaturen på innerveggen er uendret mens den på ytterveggen (utenpå mineralulla) er endret til -15°C ? [Hint: Finn først temperaturfallet gjennom treveggen.]

b) Ei (ideell) varmekraftmaskin arbeider som ei Carnot-maskin. Den mottar varme fra et varmereservoir med temperatur 250°C og avleverer til et kaldt reservoir med temperatur 0°C samtidig som den utfører et maksimalt arbeid W . Den avleverte varmen benyttes til å smelte is (ved 0°C). Hvor mye arbeid W har Carnot-maskina utført når den avleverte varmen har smeltet $6,0 \text{ kg}$ is som har smeltevarme $334 \text{ kJ}/\text{kg}$?

c) Entropien til 1 mol av en ideell gass er gitt ved

$$S = C_V \ln T + R \ln V + \text{konst.}$$

Denne gassen med temperatur $T_1 = 150^\circ\text{C}$ avkjøles mot omgivelsene som har temperaturen $T_0 = 20^\circ\text{C}$. Gassen har hele tiden samme trykk som omgivelsene, og den har spesifikk varme ved konstant volum $C_V = (5/2) \cdot R$ der $R = 8,314 \text{ J}/\text{K}$. Hvor mye har entropien til gassen endret seg ΔS når den har kommet i termisk likevekt med omgivelsene?

Hva er den tilsvarende endringen i entropien til omgivelsene ΔS_0 ved denne avkjølingen? [Hint: Bestem først avgitt varme til omgivelsene ved denne avkjølingen.]

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