



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

Eksamen i TFY4106 FYSIKK

Fredag 12. august 2011
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 2010.

Dette oppgavesettet er på 4 sider.

Sensurfrist: 1. september

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

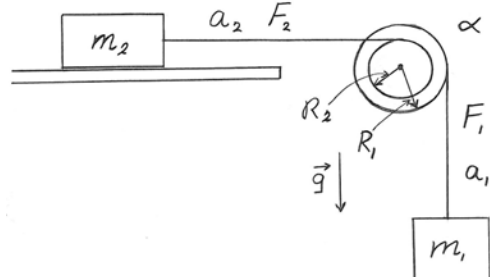
Oppgave 1. Mekanikk

a) En hul sylinder har indre radius R_i og ytre radius R_y . Sylindren har masse m som er jevnt fordelt mellom radiene R_i og R_y . Vis at treghetsmomentet I til sylindren om sylinderaksen eller sentrum av sylindren er gitt ved

$$I = \gamma m(R_i^2 + R_y^2),$$

og bestem med det koeffisienten γ . [Hint: Benytt at treghetsmomentet om sylinderaksen til en massiv sylinder med masse M og radius R_y er gitt ved $\frac{1}{2}MR_y^2$. Fjern så en sylinder med radius R_i , og som har masse MR_i^2/R_y^2 , fra denne.]

b)

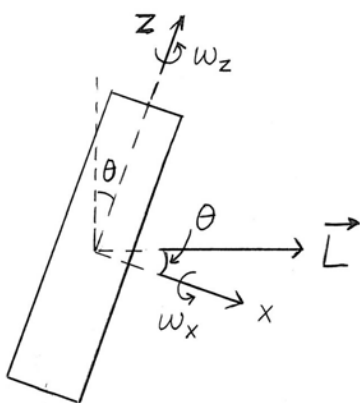


En masse m_1 henger i et tau som går over ei trinsse eller talje på et sted der radien er R_1 . En annen masse m_2 ligger på et horisontalt bord og er festet med et tau til den samme trinsa på et annet sted der radien er R_2 , som vist på figuren. Massen m_2 holdes først fast slik at systemet er i ro. Hva er da strekkene eller kreftene F_1 og F_2 i tauene når tyngdeakselerasjonen er g ?

Massen m_2 slippes så, og den vil begynne å bevege seg fordi massen m_1 begynner å falle. Anta at

massen m_2 glir friksjonsfritt bortover og at trinsa roterer friksjonsfritt. Hva blir vinkelakselerasjonen α til trinsa når den har treghetsmoment I ? [Hint: Bestem først hvordan akselerasjonene a_1 og a_2 til m_1 og m_2 kan uttrykkes ved α , og bestem videre hvordan F_1 og F_2 avhenger av akselerasjonene.]

c)

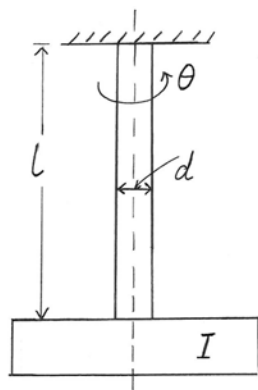


En sylinder roterer fritt i rommet med vinkelhastigheten ω_z om z -aksen som ligger langs lengdeaksen (symmetriaksen) til sylindren som vist på figuren. Tilsvarende roterer sylindren med vinkelhastighet om x -aksen som er rettet på tvers av (dvs. loddrett på) lengdeaksen. (Den resulterende rotasjonen kan betraktes som en rotasjon med skru.) Den totale dreieimpulsen $\mathbf{L}$ for den resulterende rotasjonen danner en vinkel på $\theta = 15^\circ$ med x -aksen. Forholdet mellom vinkelhastighetene om de 2 aksene er $\omega_x/\omega_z = 0,30$. Hva er treghetsmomentet I_z om z -aksen når det om x -aksen er $I_x = 24 \text{ kg m}^2$? [Hint: Dekomponer $\mathbf{L}$ langs x - og z -aksen.]

Oppgitt: $x^2 - y^2 = (x - y)(x + y)$.

Oppgave 2. Svingninger og bølger

a)

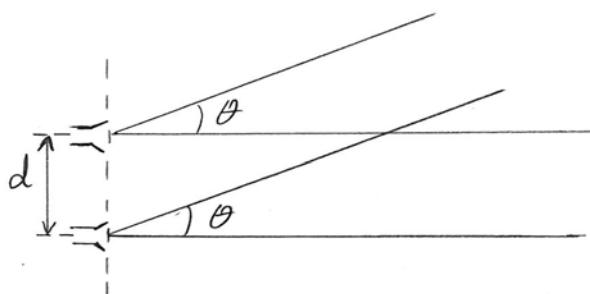


En tynn sylindrisk stav med lengde l og diameter d er innspent i den ene enden mens den andre enden er belastet med ei homogen skive med treghetsmoment I om lengdeaksen til staven. For å vri staven en vinkel θ ut av likevektsposisjonen kreves et dreiemoment $\tau = -\kappa\theta$ der $\kappa = \mu\pi d^4/(32l)$ hvor μ er skjærelastisitetsmodulen. Svingelikninga for torsjonssvingninger av staven vil ha formen $\ddot{\theta} + \omega^2\theta = 0$. Finn denne likninga og bestem med det ω uttrykt ved I og κ .

Hva blir svingeperioden T når $\mu = 3,5 \cdot 10^{10}$ Pa, $l = 0,60$ m, $d = 1,2$ mm og $I = 2,3 \cdot 10^{-4}$ kg m²? [Hint: Regn ut κ numerisk først.]

b) To tog med samme hastighet v beveger seg mot hverandre (på dobbeltsporet jernbane) på en vindfri dag der lydhastigheten i luft er 340 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 2/3 av frekvensen før passering. Hva er hastigheten v til togene?

c)



To høyttalere som svinger i takt (uten faseforskjell), er plassert i en avstand $d = 2,0$ m fra hverandre som vist på figuren. Lyden fra de to høyttalerne vil interferere slik at lydintensiteten vil variere med retningen eller vinkelen θ for en gitt avstand. For hvilke vinkler θ foran høyttalerne (dvs. $0^\circ < \theta < 90^\circ$) vil en få destruktiv interferens (dvs. minst intensitet) når lyden beveger seg med hastigheten 340 m/s og har frekvensen 300 Hz? [Hint: Betrakt veiforskjellen.]

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

Oppgave 3. Termisk fysikk

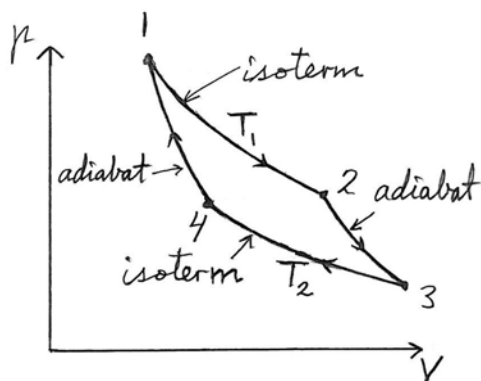
a) Sola har diameteren $d_0 = 1,392 \cdot 10^6$ km og har effektiv overflatetemperatur $T_0 = 5785$ K. Hva er utstrålt effekt pr. m^2 j når sola kan tilnærmes med en svart stråler?

Anta at temperaturen på soloverflata ble endret til $T_1 = 5600$ K. Hvilken diameter d_1 måtte da sola ha hatt for at mottatt effekt her på jorda skulle være uendret?

b) Vann kokes i en trykk-koker ved trykk 2 atm. Ved dette trykket er kokepunktet 120°C , fordampingsvarmen $2,2 \cdot 10^6$ J/kg, volumet av 1 kg vann er 1 l og volumet av 1 kg damp er $0,824 \text{ m}^3$. Beregn arbeidet W som utføres av dampen mot omgivelsene når 2,5 kg vann fordampes ved det gitte trykket.

Beregn økningen i indre energi $\Delta U (= U_{\text{damp}} - U_{\text{væske}})$ til vannet (fremdeles 2,5 kg) som går over til damp.

c)



Et mol av en ideell gass gjennomløper en Carnot-prosess som vist på figuren. Temperaturene T_1 og T_2 langs isothermene og volumene V_1 og V_2 i punktene 1 og 2 antas gitt.

Hva er forskjellen i indre energi ΔU_{12} mellom punktene 1 og 2 på figuren?

Beregn utført arbeid W_{12} langs isothermen mellom punktene 1 og 2 på figuren.

Hvor mye varme Q_t tilføres systemet ved denne Carnot-prosessen?

Ved beregning vil en finne at avgitt varme er gitt ved $Q_a = -(T_2/T_1)Q_t$ (< 0). Hva blir virk-

ningsgraden $\eta = W_n/Q_t$ der W_n er netto tilført arbeid?

Oppgitt: $j = \sigma T^4$, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ (Stefan-Boltzmanns konstant),
 $1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $W = \int p dV$.