



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

Eksamen i TFY4106 FYSIKK

Lørdag 17. desember 2011

09:00–13:00

Tillatte hjelpemidler: Alternativ C

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

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

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

Vedlegg: Formelliste for faget TFY4106 Fysikk høsten 2011.

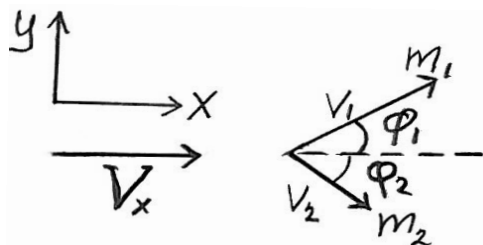
Dette oppgavesettet er på 4 sider.

Sensurfrist: 17. januar.

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

Oppgave 1. Mekanikk

a)



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 $m_2 = 2,4$ kg. Størrelsen på de tilhørende hastighetene er $v_1 = 18,0$ m/s og $v_2 = 8,0$ 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?

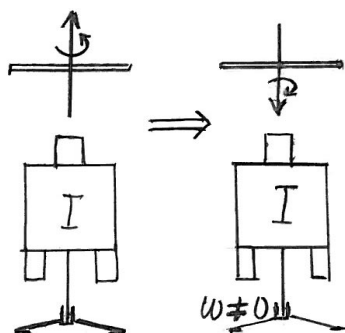
b) En sylinder med lengde l har en masse pr. volumenhet $\rho(r)$ gitt ved

$$\rho(r) = \rho_0 \frac{r}{R}$$

når $0 < r < R$. Bestem den totale massen m uttrykt ved ρ_0 , l og R . [Hint: Finn først volumet dV av et sylinderskall av lengde l mellom radiene r og $r + dr$, og finn deretter massen dm inneholdt i dette sylinderskallet.]

Trehetsmomentet om sylinderaksen gjennom sentrum av cylinderen vil kunne skrives på formen $I = \gamma m R^2$. Bestem I og med det γ .

c)



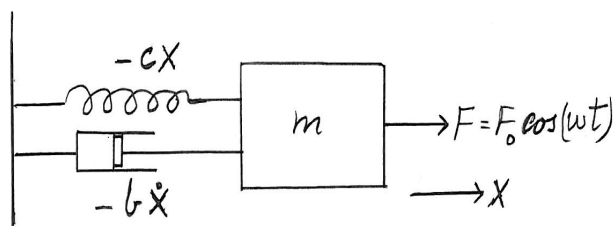
Et sykkelhjul roterer om en akse gjennom sentrum. Omløpstida eller tida for å rotere en runde er $T = 0,30$ s. Trehetsmomentet til hjulet (med bly innlagt) er $I_h = 0,32$ kg·m². Hva er dreieimpulsen L_h til hjulet?

En person, som sitter på en kontorstol, som kan rotere fritt om en vertikal akse, holder det roterende sykkelhjulet med rotasjonsaksen rettet vertikalt, som skissert på tegningen. Personen på kontorstolen snur så hjulet slik at rotasjonsaksen til hjulet blir rettet vertikalt i motsatt retning (uten at størrelsen på rotasjons-hastigheten endres). Anta at personen på kontorstolen

starter i ro og har (sammen med kontorstolen) et trehetsmoment $I = 8,0$ kg·m². Med hvilken vinkelhastighet ω vil personen på kontorstolen rotere etter at sykkelhjulet er snudd? (Personen er ikke i kontakt med golvet.)

Oppgave 2. Svingninger og bølger

a)



En masse m blir påvirket av ei fjærkraft $-cx$, friksjonskraft $-b\dot{x}$ og ei ytre kraft $F = F_0 \cos(\omega t)$, som vist på figuren. Bevegelsen beskrives av svingelikninga

$$\ddot{x} + 2\delta\dot{x} + \omega_0^2 x = a \cos \omega t.$$

Angi uten å sette opp utregning hva δ ,

ω_0 og a er uttrykt ved m , c , b og F_0 .

Dersom den ytre krafta F svinger med resonansfrekvensen, vil bevegelseslikninga ha stasjonær løsning

$$x = x_0 \sin(\omega t)$$

(med ω lik resonansfrekvensen). Vis ved innsetting i bevegelseslikninga at dette er riktig, og bestem med det utsvinget x_0 .

b) En streng er festet i begge ender med en avstand på 35 cm mellom endepunktene, og den er strekt med ei kraft på 105 N. Strengen er laget av stål med massetetthet $7,8 \text{ g/cm}^3$ og skal ha en grunnfrekvens på 396 Hz. Hva er bølgelengden λ til grunnfrekvensen og hva er bølgehastigheten c til bølger som beveger seg langs strengen?

Hva er massen pr. lengdeenhet μ til strengen?

Hva er tverrsnittet A til strengen?

c) En lydbølge har intensitet $I_1 = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2$. Hvor mange dB (decibel) er intensitetsnivået?

Lydbølgen med den gitte intensiteten I_1 møter en annen bølge som har samme frekvens. De to bølgene interfererer konstruktivt slik at en får maksimal intensitet $I_M = 7,6 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2$. Hva er intensiteten I_2 til den andre bølgen alene før de interfererer? [Hint: Benytt at $I = b^2 A^2$ der b er en konstant og A er amplituden til bølgen.]

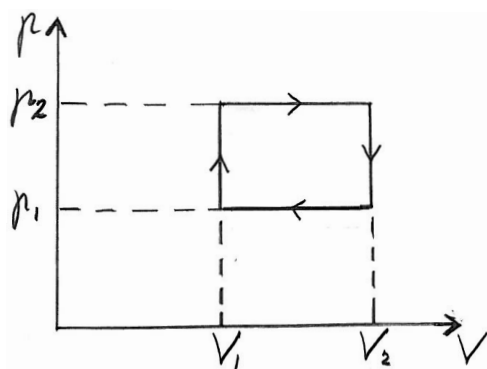
Oppgitt: $\beta = 10 \log_{10}(I/I_0)$, $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$.

Oppgave 3. Termisk fysikk

a) En tømmervegg av tre har midlere tykkelse 15 cm. Arealet til veggen er 50 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 $\lambda_t = 0,090 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$?

En ønsker å isolere veggen bedre ved å legge på et lag mineralull på denne. 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 $I = (2/5) \cdot I_0$ når temperaturene på inner- og yttervegg er uendret? [Hint: Finn først temperaturfallet gjennom treveggen.]

b)



En ideell gass med adiabatkonstant $\gamma = 1,4$ gjennomløper en prosess ved konstante trykk $p_1 = 2,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ og $p_2 = 3,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ og ved konstante volum $V_1 = 5,0 \text{ dm}^3$ og $V_2 = 7,6 \text{ dm}^3$ som vist på figuren. Hvor mye netto arbeid W utføres av gassen når den gjennomfører én syklus (et omløp)?

Hvor mye varme tilføres prosessen med konstant trykk p_2 mellom volumene V_1 og V_2 ?

c) Ei varmekraftmaskin arbeider mellom to varmereservoar (omgivelser) som har temperaturene $T_h = 540^\circ\text{C}$ og $T_c = 50^\circ\text{C}$. Maskina har virkningsgrad $\eta = 0,40$. Beregn total entropiendring ΔS i reservoarene når maskina har utført arbeidet $W = 3,6 \cdot 10^4 \text{ kJ}$ etter et helt antall omløp.

Oppgitt: $I = \lambda A \frac{\Delta T}{\Delta x}$, $C_V = \frac{1}{\gamma - 1} nR$, $\frac{C_p}{C_V} = \gamma$, $pV = nRT$, $dQ = T dS$.