

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: FYS-MEK1110 / FYS-MEF1110

Eksamensdag: Fredag 8. juni 2007

Tid for eksamen: Kl. 0900-1200

Oppgavesettet er på 3 sider

Tillatte hjelpemidler: Øgrim og Lian: Størrelser og enheter i fysikk og teknikk eller Angell, Lian, Øgrim: Fysiske størrelser og enheter: Navn og symboler
Rottmann: Matematisk formelsamling
To A4-ark med egne notater (kan beskrives på begge sider)
Elektronisk kalkulator av godkjent type.

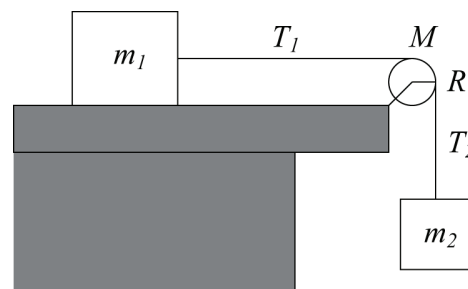
Kontrollér at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.

Ved sensur vil alle deloppgaver bli tillagt like stor vekt. Vi forbeholder oss retten til justeringer.

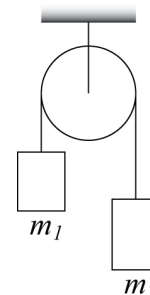
Oppgave 1

- a) En pendel består av en stiv, masseløs stav av lengde L med en kule med masse m festet i enden. Den andre enden er festet i et friksjonsfritt hengsel. Gjør rede for og tegn inn kreftene som virker på pendelen når den har et vinkelutslag θ fra vertikalen.

- b) En kloss med masse m_1 glir på et friksjonsfritt bord. Klossen er festet til et lodd med masse m_2 med en masseløs snor som løper over en trinse uten å gli. Trinsen har masse M og radius R . T_1 er kraften fra snoren på klossen, og T_2 er kraften fra snoren på loddet. Ranger T_1 , T_2 og $w_2 = m_2g$. Begrunn svaret.



- c) Atwoods fallmaskin består av to lodd festet i en masseløs snor som løper over en masseløs trinse som vist i figuren. Hvordan kan du bruke Atwoods fallmaskin til å måle tyngdens akselerasjon, g ? Hvorfor tror du man på Newtons tid brukte Atwoods fallmaskin til å måle g ?



- d) Vis at for en punktpartikkel med masse m og hastighet \vec{v} i posisjonen \vec{r} i forhold til punktet P , er kraftmomentet av de ytre kreftene om punktet P lik den tidsderiverte av spinnet, $\vec{L}_P = \vec{r} \times m\vec{v}$.

- e) Beskriv en fysisk prosess som kan beskrives av likningen:

$$\frac{1}{2}k(y_1 - y_0)^2 + mgy_1 = mgy_2 + \frac{1}{2}mv_2^2.$$

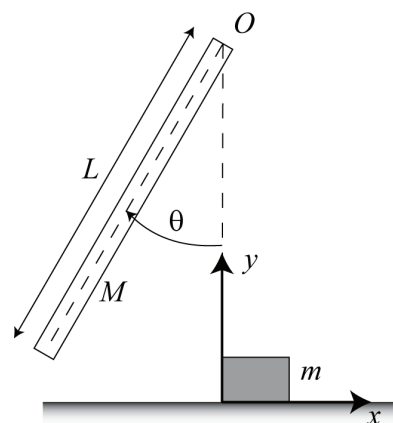
Lag en skisse av systemet og forklar symbolene.

- f) Vulkanene Hekla og Kerkla er 3 km fra hverandre. Ole som står midt mellom vulkanene ser at de bryter ut samtidig. Mari flyr i romskipet sitt med farten $v = 0.5c$. Hekla bryter ut idet Mari passerer den på vei mot Kerkla. For Mari, bryter Kerkla ut før, til samme tid, eller etter Hekla? Begrunn svaret.

Oppgave 2

I denne oppgaven skal vi studere et støt mellom en stang og en liten kloss. Stangen er homogen og har masse M og lengde L . Stangen er festet med et friksjonsfritt hengsel til punktet O slik at det kan rotere som vist i figuren. Klossen er liten sammenliknet med stangen. Klossen har masse m og ligger til å begynne med i ro på et friksjonsfritt underlag. Stangen holdes i ro med vinkelutslaget θ_0 og slippes. Stangen treffer klossen idet stangen henger rett ned, det vil si idet $\theta = 0$. Stangens treghetsmoment om massesenteret er

$$I_{cm} = \frac{1}{12}ML^2.$$



- a) Vis at stangens treghetsmoment om punktet O er

$$I_O = \frac{1}{3}ML^2$$

- b) Finn stangens kinetiske energi som funksjon av vinkelen θ . Se bort fra luftmotstand.
c) Finn stangens vinkelhastighet, ω_0 , umiddelbart før den treffer klossen.

Anta at støtet er fullstendig elastisk.

- d) (Noe vanskelig) Vis at klossens hastighet umiddelbart etter støtet er

$$v_1 = \frac{2\omega_0 L}{1 + mL^2 / I_O}$$

- e) Vis at stangens vinkelhastighet umiddelbart etter støtet er

$$\omega_1 = \omega_0 \left(1 - \frac{2}{1 + I_O / mL^2} \right)$$

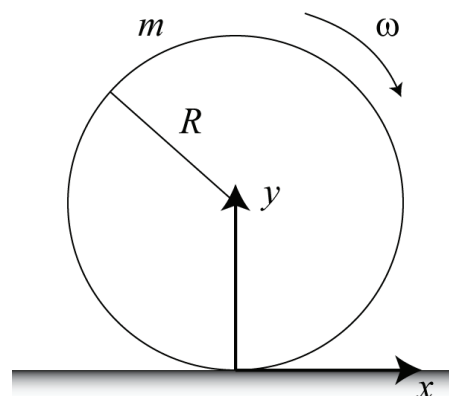
- f) Diskuter bevegelsen til klossen og stangen etter støtet for tilfellene $m \ll M$ og $m \gg M$. Hva skjer når $m = M/3$?

Anta nå at støtet er fullstendig uelastisk

- g) Finn vinkelhastigheten til stangen og hastigheten til klossen umiddelbart etter støtet.

Oppgave 3

I denne oppgaven skal vi studere oppførselen til et spinnende hjul som settes ned på et plant, horisontalt underlag. Hjulet har masse m , radius R og treghetsmomentet om massesenteret er I . Vi lar x-aksen være parallell med underlaget og velger positiv rotasjonsretning med klokken, som illustrert i figuren. Den dynamiske friksjonskoeffisienten mellom underlaget og hjulet er μ . Tyngdens akselerasjon er g . Hjulet settes på underlaget ved tiden $t = 0$ s i posisjonen $x(0) = x_0 = 0$. Den initiale hastigheten til hjulet er $v(0) = v_0 = 0$, og den initiale vinkelhastigheten til hjulet er ω_0 .



- Tegn et frilegemediagram for hjulet. Finn alle kreftene uttrykt ved m , g og μ .
- Finn posisjonen til hjulet som funksjon av tiden frem til bevegelsen blir ren rulling.
- Finn vinkelhastigheten til hjulet som funksjon av tiden frem til bevegelsen blir rulling.
- Vis at tiden det tar til bevegelsen blir ren rulling er gitt ved

$$t = \frac{\omega_0 R}{\mu g} \frac{1}{(1 + mR^2 / I)}$$

I resten av oppgaven antar vi at underlaget er dekket av vann. Hjulet blir da ikke påvirket av en friksjonskraft, men blir i stedet utsatt for en viskøs kraft, f , som avhenger av hastigheten, v_s , til den delen av hjulet som er i kontakt med underlaget:

$$f = -kv_s$$

- Finn v_s uttrykt ved hjulets hastighet, v , og vinkelhastighet, ω .
- (Noe vanskelig) Vis at bevegelseslikningen for v_s kan skrives som

$$\frac{dv_s}{dt} = -\frac{kv_s}{m} \left(1 + \frac{mR^2}{I} \right)$$

- Finn tidsutviklingen til v_s og tolk resultatet. Når vil bevegelsen til hjulet bli ren rulling i dette tilfellet?

Dette er siste ark i oppgavesettet. Lykke til med oppgavene!