

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
 Institutt for fysikk

Faglig kontakt under eksamen:

Navn: Steinar Raaen

Tlf.: 93635

EKSAMEN I FAG SIF4010 - FYSIKK 1

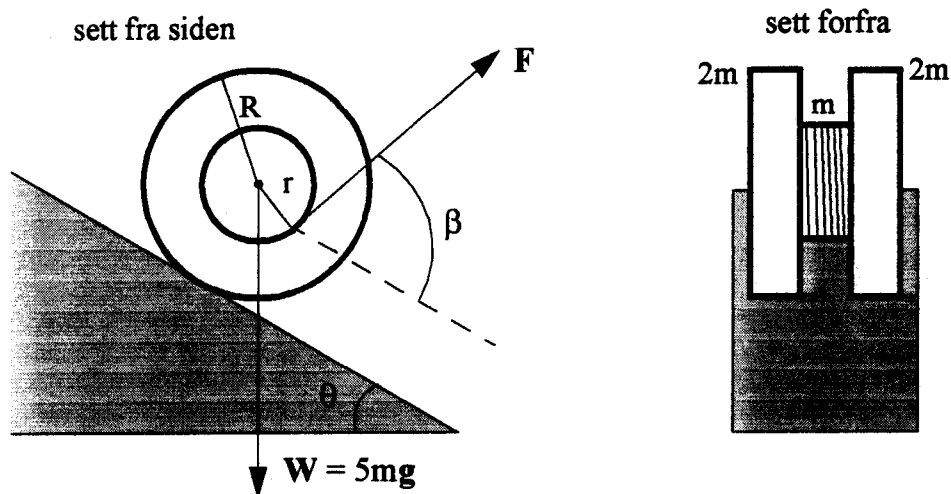
Fakultet for fysikk, matematikk og informatikk

Mandag 14. desember 1998

Tid: 0900-1300

Tillatte hjelpemidler: - B2 - Typegodkjent kalkulator, med tomt minne,
 i henhold til liste utarbeidet av NTH.
 - K. Rottmann: Matematisk formelsamling
 - Formler i fag SIF 4010 Fysikk 1

Oppgave 1



Figur 1

En jo-jo kan bevege seg på et skråplan som vist i figuren til venstre. Jo-jo'en består av to skiver, hver med masse $2m$ og radius R , og av en aksling med masse m og radius r som forbinder de to skivene. En snor er surret rundt akslingen som vist, og snordraget er F når det trekkes i snora, som kan antas å være masseløs. Tregghetsmomentet om sin aksling for en skive med radius R og masse M er:

$$I = \frac{1}{2}MR^2$$

Anta at det virker en friksjons-kraft mellom jo-jo'en og underlaget som er stor nok til at bevegelsen blir en ren rullebevegelse.

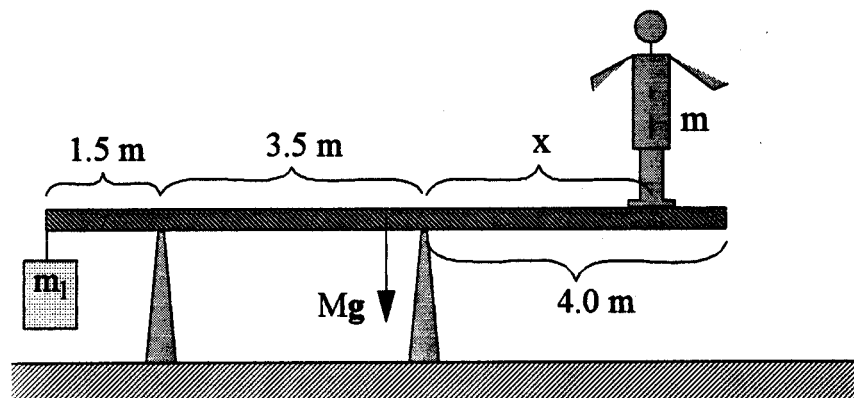
- a) Anta først at jo-jo'en ruller fritt ned skråplanet. Hva er forholdet mellom vinkelhastighet og hastigheten til et punkt på periferien til jo-jo'en? Hva blir hastigheten til massemiddelpunktet?

Oppgave 1 (forts).

- b) Anta så at vi trekker i snora med kraft F . Finn et uttrykk for vinkelakselerasjonen til jo-jo'en uttrykt ved: F , β , θ , r , R , og m .

Benytt så følgende relasjoner: $R = 2r$, $F = 2mg$, og $\theta = 30^\circ$.

- c) For hvilke verdier av vinkelen β beveger jo-jo'en seg oppover skråplanet? Forklar.
- d) Forklar forskjellen på statisk og dynamisk friksjon.
Anta at friksjonskraften $F' = \mu N$, hvor μ = statisk friksjonskoeffisient og N er resulterende kraft på jo-jo'en normalt på skråplanet. Hvor stor må friksjonskoeffisienten μ være for at jo-jo'en ikke skal begynne å skli når vinkelakselerasjonen $\alpha = 0$?

Oppgave 2

Figur 2

En homogen bjelke med masse $M = 50$ kg og som er 9.0 m lang og 10 cm tykk, er støttet opp på to punkter som vist i figuren. En person med masse $m = 60$ kg står på bjelken i en avstand x fra høyre støttepunkt. Et lodd med masse $m_1 = 30$ kg henger fra venstre ende av bjelken.

- a) Anta at systemet er i likevekt, og skriv opp ligningene som beskriver likevekten. Gi en kort forklaring.
- b) Hvor langt ut kan personen gå før bjelken begynner å vippe (dvs. finn avstanden x)? Anta at det er nok friksjon mellom bjelken og støttepunktene til å hindre at bjelken glir.
- c) Hva er vinkelakselerasjonen med det samme bjelken starter å vippe?

Oppgitt:

Trehetsmomentet om en akse gjennom massemiddelpunktet og vinkelrett på tykkelsen for en homogen bjelke med masse M og lengde L og tykkelse h er:

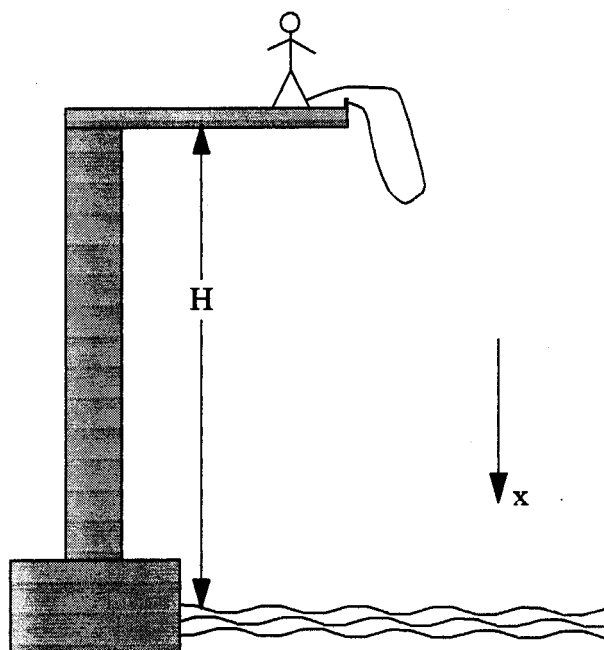
$$I_{CM} = M \frac{L^2 + h^2}{12}$$

Steiners sats for trehetsmoment om en rotasjonsakse er:

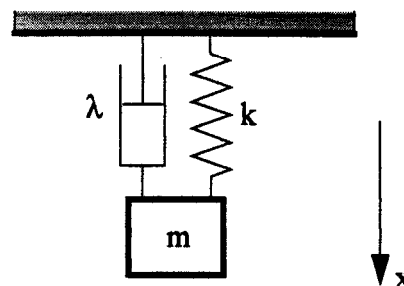
$$I = I_{CM} + MR^2$$

hvor R = avstand fra rotasjonsaksen til en akse gjennom massemiddelpunkt som er parallell med rotasjonsaksen.

Oppgave 3



Figur 3



Figur 4

En strikk-hopper med masse $m = 60 \text{ kg}$ hopper fra et stillas som er $H = 30 \text{ meter}$ over et vannbasseng, som vist i figur 3. Vi antar at strikket kan betraktes som en parallellkopling av en masseløs fjær og et dempningsledd som vist i figur 4. Dempningskonstanten for strikket $\lambda = 30 \text{ Ns/m}$. Vi antar at luftmotstanden er neglisjerbar.

- a) Finn svingeligningen til systemet i figur 4 ved å se på kraftbalanse. Denne ligningen har generell løsning som kan skrives:

$$x = Ae^{-\gamma t} \cos(\omega t + \alpha)$$

Finn uttrykk for γ , ω , og finn perioden P for svingebevegelsen (Uttrykk svarene med k , λ , og m).

- b) Bestem konstantene A og α ved å benytte grensebetingelsene $x(t=0) = x_0$ og $v(t=0) = v_0$.

Lengden av strikket er $L_0 = 15 \text{ m}$ når det ikke strekkes. Likevekts-lengden til strikket når strikk-hopperen henger i det er $L = 20 \text{ m}$.

Vis at fjærkonstanten $k = 117.6 \text{ N/m}$?

- c) Hvor nært vannet kommer strikk-hopperen ved å hoppe fra stillaset ? Anta at hodet til strikk-hopperen er 1.7 m lavere enn enden av strikket (dvs. han/hun har høyde $h = 1.7 \text{ m}$).
- d) En annen strikk-hopper med masse $M = 80 \text{ kg}$ og høyde $h = 1.8 \text{ m}$ skal også prøve å hoppe. Vis ved utregning at strikk-hopperen blir våt i håret .

Finn tilnærmet hastigheten som denne strikk-hopperen treffer vannet med. (Hint: Finn tilnærmet tiden det tar for å treffe vannet ved å regne ut x for forskjellige verdier av tiden t).