

TFY4108 Fysikk

Øving 8

Veiledning: Tirsdag 15. okt. kl 10:15-12:00.

Innlevering: Fredag 18. okt. kl. 14:00.

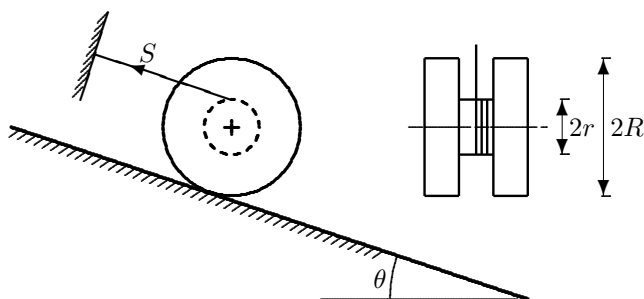
Sentrale begreper ved løsning av oppgavene:

Treghetsmoment, mekanisk likevekt, Newtons 2. lov, friksjonskrefter, sluring, rulling, spinn, kraftmoment.

Oppgave 1. Treghetsmoment fra integrasjon.

Ei *hul* kule (dvs. all masse er i kuleskallet) har radius R og masse M . Vis ved integrasjon at treghetsmomentet om en akse gjennom sentrum er $I = \frac{2}{3}MR^2$.

Oppgave 2. Snelle med snor på skråplan.



Ei snelle – to hjul med radius R forbundet med en aksel med radius r – ligger på et skråplan med helningsvinkel θ . Ei snor er vikla om akselen, og strukket parallellt med skråplanet til et festepunkt P på oversida av det lille hjulet.

Snellas treghetsmoment om akselen er I , massen er M , statisk friksjonskoeffisient mot skråplanet er μ_s og kinetisk friksjonskoeffisient (glidende friksjon) er μ_k , der $\mu_k < \mu_s$.

Skråplanet bikkes (helningsvinkelen økes) og ved en helningsvinkel $\theta = \theta_0$ begynner snella å gli (slure) nedover.

a. Ved $\theta = \theta_0$ **like før** den starter å slure er snella i likevekt (i ro). Bruk likevektsbetingelser til å finne uttrykk for vinkelen θ_0 og for strekket S i snora.

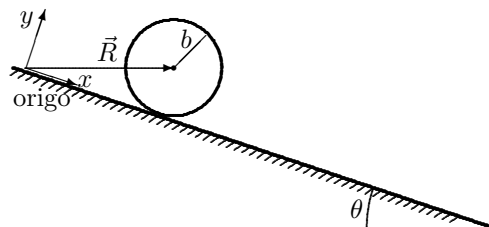
b. Finn akselerasjonen a når snella slurer nedover skråplanet. Helningsvinkelen holdes på fast vinkel θ litt større enn θ_0 .

Oppgave 3. Rullende kule på skråplan.

Figuren viser ei kule med masse m og radius b som ruller nedover et skråplan med helning θ . Vi velger referansepunktet (for spinn og kraftmoment) i et punkt på skråplanet ovenfor kula (origo i figuren) og legger inn et koordinatsystem xy som vist i figuren med x parallell med skråplanet og z -aksen ut av papirplanet. Spinnet er gitt ved uttrykket (utledet i forelesningene, men ikke diskutert i YF):

$$\vec{L} = m\vec{R} \times \vec{V} + I_0 \vec{\omega}.$$

Her er $\vec{R}$ massesenterets posisjon, $\vec{V}$ massesenterets hastighet, $I_0 = (2/5)mb^2$ kulas treghetsmoment om akselen gjennom tyngdepunktet og $\vec{\omega}$ er den roterende kulas vinkelhastighet.



a. Hva er *netto*-krafta på kula?

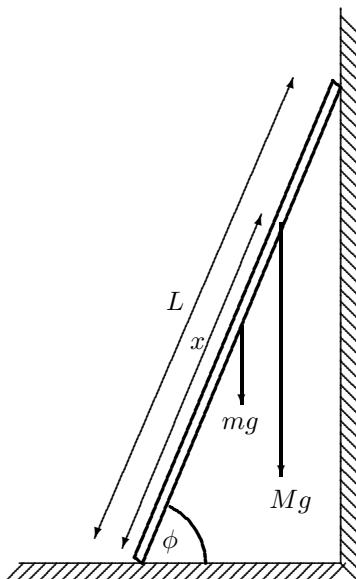
b. Forklar *hvorfor* det er hensiktsmessig å velge referansepunktet for $\vec{\tau}$ og $\vec{L}$ som et punkt på skråplanet.

c. Hva er *netto*-kraftmoment $\vec{\tau}$ på kula? Finn uttrykk og retning.

d. Finn uttrykk for spinnet $\vec{L}$, uttrykk og retning. Hva er retningen for $\vec{\omega}$?

e. Bruk det du har funnet i c. og d. til å bestemme akselerasjonen a til kulas tyngdepunkt nedover langs skråplanet.

Oppgave 4. Person på stige.



Figuren viser en stige satt opp mot en vegg. Stigen har massen m og lengden L , med tyngdepunktet midt på. Stigen settes opp med en vinkel ϕ relativt horisontalplanet. Den bolde maler, med masse M , klatrer opp i stigen og står på et trinn i avstand x fra stigen nedre ende. I realiteten vil både friksjon mellom stige og underlag, og mellom stige og vegg, bidra til å stabilisere situasjonen. Vi skal her neglisjere hjelpen fra friksjon mot veggen, og regne som om det eneste som hindrer kollaps, er den statiske friksjonskoeffisienten μ_s mellom stige og gulv. Her er det likevel mye som kan variere: μ_s , x og ϕ . Hva må til for at stigen blir stående i ro?

- a. Skriv ned likevektsbetingelsene for stige pluss maler, og vis at minimumskravet for stabil likevekt er

$$\tan \phi \geq \frac{\frac{x}{L}M + \frac{1}{2}m}{\mu_s(M + m)}.$$

- b. La $m = 12,0 \text{ kg}$ og $M = 80 \text{ kg}$. Hva er minimumsvinkelen som tillater maleren å gå helt til topps i stigen (som vi definerer er $x/L = 9/10$), når μ_s har henholdsvis verdiene 0,50, 0,40 og 0,30?

- c. Noen HMS-kommentarer til dette?

Utvalgte fasitsvar:

2a: $\theta_0 = \arctan [\mu_s (1 + R/r)]$; 3d: $-\hat{\mathbf{z}} \frac{7}{5} mbV$; 3e: $\frac{5}{7} g \sin \theta$; 4b: $60^\circ, 65^\circ$ og 71° .