TFY4115 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2013.
Øving 6. Veiledning: 1. oktober. Innleveringsfrist: 4. oktober kl 14.

Oppgave 1: Treghetsmoment

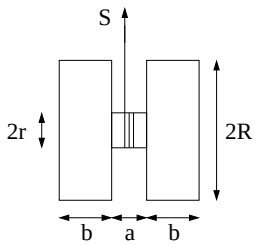
Bestem treghetsmomentet I_0 om en akse gjennom tyngdepunktet til

a) et kjerrehjul med N eiker (spiler), hver med masse m og lengde R, og der selve hjulet (felgen) har masse M. Du kan betrakte felgen som en tynn ring med radius R. (Aksen står normalt på hjulets plan.)

b) et tynt kuleskall med radius R og masse M.

c) ei kompakt kule med radius R og masse M.

Oppgave 2: Jojo

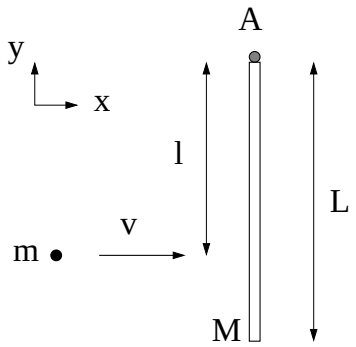


Figuren viser en jojo som er satt sammen av tre kompakte skiver, to med radius R og tykkelse b og en ("akslingen") med radius $r \leq R$ og tykkelse a. Jojoen har uniform massetetthet og total masse M.

a) Vis at jojoens treghetsmoment om symmetriaksen er $I_0 = c \cdot MR^2/2$, med $c = (2\alpha + \beta^4)/(2\alpha + \beta^2)$. Her er $\alpha = b/a$ "tykkelsesforholdet" og $\beta = r/R$ "radiusforholdet". Er uttrykket for c rimelig i de tre spesialtilfellene $\beta = 1$, $a = 0$ og $b = 0$? (Oppgitt: Treghetsmoment om symmetriaksen for skive med masse m og radius ρ er $m\rho^2/2$.)

b) Ei tynn snor er viklet rundt akslingen som vist i figuren. Jojoen slippes fra en høyde h med null starthastighet og faller mens snora vikles av. Hvor lang tid tar det for jojoen å nå gulvet dersom $h = 1$ m, $R = 32$ mm, og $r = a = b = 4$ mm?

Oppgave 3: Kollisjon mellom stav og kule



En stav med lengde L og masse M kan rotere friksjonsfritt om sin ene ende (A). Ei kule med masse m og hastighet $\boldsymbol{v}$ kolliderer fullstendig uelastisk med staven i avstand l fra A.

a) Hva er treghetsmomentet I til systemet stav + kule etter sammenstøtet, mhp aksen gjennom A?

b) Hva er systemets impuls $\boldsymbol{p}_i$ før sammenstøtet?

c) Hva er systemets dreieimpuls $\boldsymbol{L}_i$ om A før sammenstøtet?

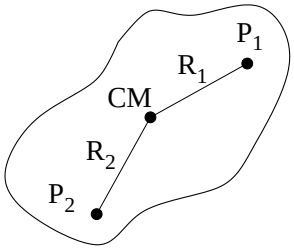
d) Hva er systemets dreieimpuls $\boldsymbol{L}_f$ om A umiddelbart etter sammenstøtet?

e) Hva er systemets vinkelhastighet $\boldsymbol{\omega}$ umiddelbart etter sammenstøtet?

f) Hva er systemets impuls $\boldsymbol{p}_f$ umiddelbart etter sammenstøtet? For hvilke verdier av l er hhv $p_f < p_i$ og $p_f > p_i$?

g) Finn et uttrykk for $\Delta K = K_f - K_i$, dvs endringen i systemets kinetiske energi i sammenstøtet. Hva er den prosentvise endringen i K for grensetilfellene $m \gg M$ og $m \ll M$?

Oppgave 4: Flervalgsoppgaver



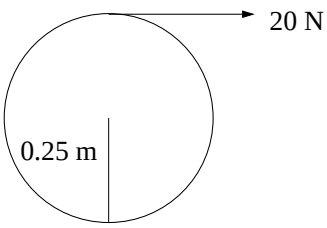
a) For legemet i figuren er $R_1 = R_2$, og CM angir tyngdepunktet. Treghetsmomentene om parallelle akser gjennom CM, P_1 og P_2 er hhv I_0, I_1 og I_2. (Punktene CM, P_1 og P_2 ligger alle i papirplanet, og de tre aksene står normalt på papirplanet.) Da er

A) $I_0 = I_1 = I_2$.
B) $I_0 > I_1 = I_2$.
C) $I_0 < I_1 = I_2$.
D) $I_0 < I_1 < I_2$.

http://www.kaosdesign.no/photogallery.htm

b) Du kjører en liten personbil rett østover fra Trondheim og holder omtrent fartsgrensen på 90 km/h. Hva er da bilens dreieimpuls relativt Oslo sentrum, sånn omtrent, angitt i SI-enheter?

A) Eksakt null.
B) 10^5.
C) 10^{10}.
D) 10^{20}.



c) Ei tynn, masseløs snor er trukket rundt en slipestein med radius 0.25 m. Steinen kan rotere friksjonsfritt om symmetriaksen. En konstant kraft på 20 N i snora får steinen til å øke vinkelhastigheten fra null til 60 rad/s på 12 sekunder. Da er slipesteinens treghetsmomentet, i enheten kg m^2,

A) 1.00.
B) 3.00.
C) 5.00.
D) 7.00.

Noen svar: $1b: 2MR^2/3$; $1c: 2MR^2/5$; $2b$: ca 2.6 s; $3f: l > 2L/3 \Rightarrow p_f > p_i$