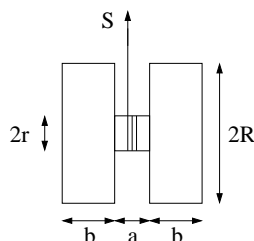


### Oppgave 1: Trehetsmoment

Bestem treghetsmomentet  $I_0$  om en akse gjennom tyngdepunktet til

- 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.)
- et tynt kuleskall med radius  $R$  og masse  $M$ .
- ei kompakt kule med radius  $R$  og masse  $M$ .

### Oppgave 2: Jojo

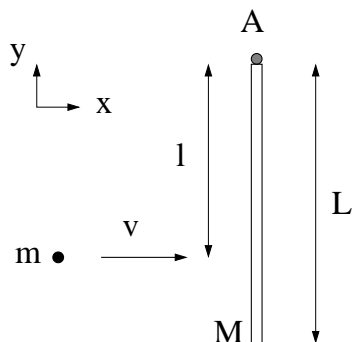


Figuren viser en jojo som er satt sammen av tre kompakte skiver, to med radius  $R$  og tykkelse  $b$  og en ”akslingen” med radius  $r \leq R$  og tykkelse  $a$ . Jojoen har uniform massetetthet og total masse  $M$ .

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: Trehetsmoment om symmetriaksen for skive med masse  $m$  og radius  $\rho$  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



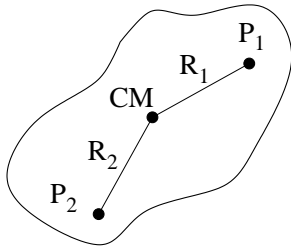
En stav med lengde  $L$  og masse  $M$  kan rotere friksjonsfritt om sin ene ende (A). Ei kule med masse  $m$  og hastighet  $v$  kolliderer fullstendig uelastisk med staven i avstand  $l$  fra A.

- Hva er treghetsmomentet  $I$  til systemet stav + kule etter sammenstøtet, mhp aksens gjennom A?
- Hva er systemets impuls  $\mathbf{p}_i$  før sammenstøtet?
- Hva er systemets dreieimpuls  $\mathbf{L}_i$  om A før sammenstøtet?
- Hva er systemets dreieimpuls  $\mathbf{L}_f$  om A umiddelbart etter sammenstøtet?
- Hva er systemets vinkelhastighet  $\boldsymbol{\omega}$  umiddelbart etter sammenstøtet?

f) Hva er systemets impuls  $\mathbf{p}_f$  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. Trehetsmomentene 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

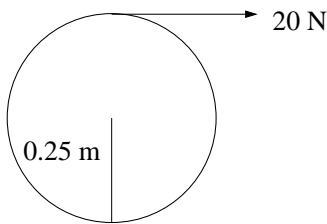
- A)  $I_0 = I_1 = I_2$ .
- B)  $I_0 > I_1 = I_2$ .
- C)  $I_0 < I_1 = I_2$ .
- D)  $I_0 < I_1 < I_2$ .



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)  $10^{20}$ .

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



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  $\text{kg m}^2$ ,

- 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 :  $l > 2L/3 \Rightarrow p_f > p_i$