FY1001/TFY4145 Mekanisk fysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2012.
Veiledning: 6. - 9. november. Innleveringsfrist: Onsdag 14. november kl 14.

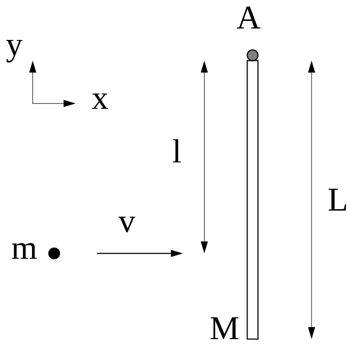
Øving 11

Oppgave 1: Taperull

I øving 10 rullet en taperull med indre radius aR og ytre radius R nedover en kvartsirkel. Vis at taperullens treghetsmoment om symmetriaksen er

$$I_0 = \frac{a^2+1}{2} MR^2.$$

Oppgave 2: Kollisjon mellom stav og kule



En stav med lengde L og masse M kan rotere friksjonsfritt om sin ene ende (A). En 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?

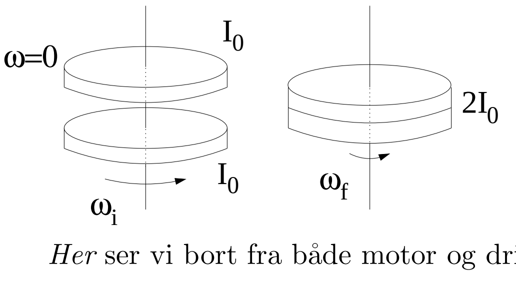
d) Hva er systemets dreieimpuls $\boldsymbol{L}_f$ om A umiddelbart etter sammenstøtet?

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 $p_f > p_i$? (Tips: Heng opp en stav, gi den en "kakk" på ulike steder og se hva som skjer!)

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 3: Clutch

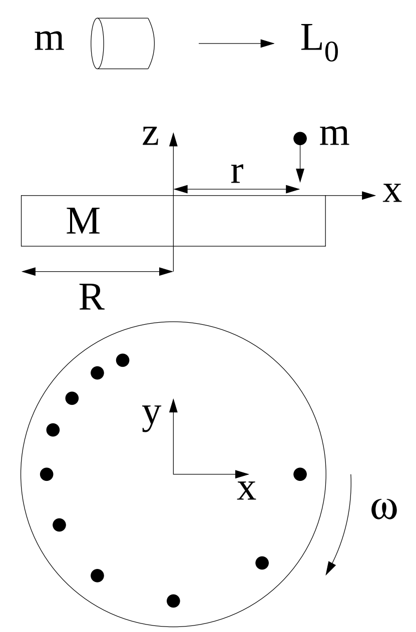


Figuren illustrerer prinsippet for clutchen på en bil. Den ene skiva er da koblet videre til motoren (her: den nederste skiva) og den andre - via girkassa - til drivhjulene (her: den øverste skiva). Situasjonen i figuren, med øverste skive i ro og nederste skive med vinkelhastighet ω_i, representerer forholdene når vi kjører av gårde. Clutchpedalen slippes ut og resulterer i at de to skivene føres sammen i et fullstendig uelastisk "støt", slik at de får en felles vinkelhastighet ω_f.
Her ser vi bort fra både motor og drivhjul og betrakter kun de to skivene før og etter sammenstøtet.

a) Hva blir den felles vinkelhastigheten ω_f?

b) Hva blir endringen i kinetisk energi?

Oppgave 4: Prosjektilspinn



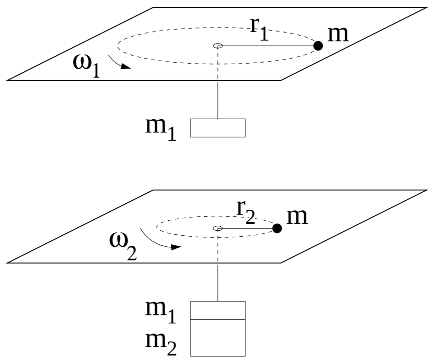
Figuren viser ei sirkulær horisontaltstilt skive som kan dreie praktisk talt friksjonsfritt om en vertikal akse gjennom skivas sentrum. Skiva har uniform massetetthet, total masse M og radius R. Den skal benyttes til å måle spinn L_0 og vinkelhastighet ω_0 til .44 Winchester prosjektiler.

a) Anta at prosjektilene er kompakte sylindre med uniform massetetthet, masse $m = 13.0$ g og diameter 10.0 mm. Regn ut treghetsmomentet I_0 (mhp sylinderaksen).

b) Det avfyres N skudd vertikalt ovenfra slik at prosjektilene treffer skiva i avstand r fra sentrum, og der blir de sittende fast. Finn et uttrykk for treghetsmomentet I til skiva med N absorberte prosjektil (mhp aksen gjennom skivas sentrum). Du kan anta at r er mye større enn prosjektilenes diameter.

c) Skiva roterer nå med omløpstid $T = 43.6$ s. Finn et uttrykk for prosjektilenes (gjennomsnittlige) spinn L_0 og tilhørende vinkelhastighet ω_0. Bruk tallverdiene $M = 1.00$ kg, $R = 60.0$ cm og $r = 50.0$ cm, og regn ut de ti avfyrte prosjektilenes gjennomsnittlige RPM ("revolutions per minute").

Oppgave 5: Akselererende rotasjon



Ei lita kule med masse m beveger seg i en sirkelformet bane på et friksjonsfritt underlag ved hjelp av ei snor som er tredd gjennom et hull slik figuren viser. Snora er masseløs, og du kan neglisjere friksjonen mellom snora og bordet.

a) Ved hvilken radius r_1 roterer kula dersom det henger et lodd med masse m_1 i snora, og kulas vinkelhastighet er ω_1?

b) Et ekstra lodd, med masse m_2, festes i enden av snora. Ved hvilken radius r_2 og med hvilken vinkelhastighet ω_2 roterer kula nå? (Lodd nr to festes under det første og slippes meget forsiktig, slik at vi unngår at kula begynner å svinge radielt omkring den nye radien r_2.)

c) Finn et uttrykk for arbeidet W_s som snora har utført på kula. (Dvs i prosessen der radien reduseres fra r_1 til r_2.)

Noen svar:
$2f : l > 2L/3 \Rightarrow p_f > p_i$;
$3b : \Delta K = -K_i/2$;
$4c : 1.8 \cdot 10^5$ RPM.
$5c : W_s = m_1^2 g^2(((m_1 + m_2)/m_1)^{2/3} - 1)/2m\omega_1^2$