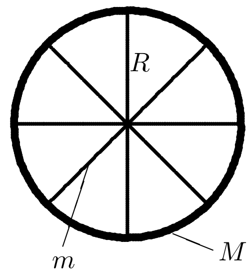
Inst. fysikk 2011

TFY4115 Fysikk (MTEL/MTTK/MTNANO)
Øving 6

Veiledning: Torsdag 6 okt. kl 10:15-12.
Innlevering: Tirsdag 11. okt. kl. 13:00

Oppgave 1. Kjerrehjul.

Et hjul består av åtte eiker (spiler) og felgen. Eikene har hver en masse på $m = 0,30$ kg, lengde $R = 0,30$ m og går radielt. Felgens masse er $M = 1,00$ kg, og vi betrakter den som en tynn ring uten radiell utstrekning slik at radien er R. Hjulet gjør én rotasjon per sekund.

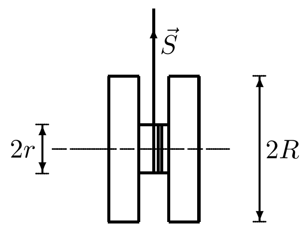


a. Finn hjulets treghetsmoment om hjulaksen ved å se på eikene og felgen hver for seg. Bruk definisjon av treghetsmomentet og integrasjon.

b. Hvor stor er hjulets kinetiske rotasjonsenergi?

Oppgave 2. Jojo i lufta og på bordet.

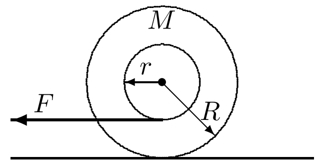
En jojo har masse M og ytre radius R. Senterpinnen, med neglisjerbar masse, har radius r. Treghetsmomentet om tyngdepunktaksen er derfor, i rimelig tilnærmelse, $I_0 = \frac{1}{2}MR^2$.



a. Jojoen slippes vertikalt med null starthastighet mens øvre ende av snora holdes fast. Hvilken akselerasjon får jojoen nedover og hva blir snordraget S? (Vi forutsetter at snora ikke glir på pinnen.)

b. I neste forsøk hviler jojoen på en horisontal flate, og tråden dras horisontalt på undersiden av senterpinnen med konstant kraft F. Se figuren.

Hva er den største verdien F kan ha for at jojoen skal rulle, og ikke skli, når den statiske friksjonskoeffisienten mot underlaget er μ_s?



Oppgave 3. Rakettlikningen

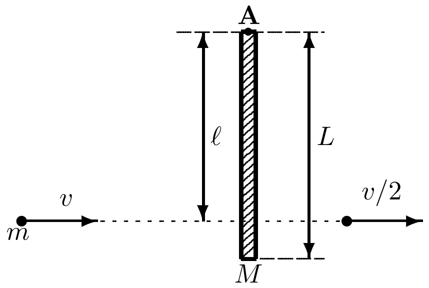
En rakett befinner seg ute i verdensrommet et sted, tilstrekkelig langt unna himmellegemer til at gravitasjonskreftene på raketten kan neglisjeres. Kapteinen er fornøyd med retningen, men synes rakettens hastighet er i minste laget. Han lar derfor motoren brenne i 50 s. Rakettens masse er $2,55 \cdot 10^5$ kg, hvorav $1,81 \cdot 10^5$ kg er brennstoff. Motoren forbruker 480 kg brennstoff pr. sekund, og relativhastigheten til den utbrente gassen er 3,27 km/s.

a. Hvor stor er rakettens skyvkraft?

b. Hvor stor er rakettens masse etter forbrenningen?

c. Hvilke hastighetsøkning er oppnådd etter de 50 sekundene?

Oppgave 4. Bevaring av spinn.



Figuren viser en tynn, homogen stav med masse M og lengde L som kan rotere friksjonsfritt om en fast horisontal akse A (som står normalt på staven/papirplanet). Staven henger i ro vertikalt.

Ei geværkule med masse m passerer i løpet av et meget kort tidsrom, Δt, gjennom staven i avstand ℓ fra opphenget A. Før kollisjonen hadde kula hastigheten v, mens kulas hastighet etter kollisjonen er $v/2$. Vi regner stavens og kulas masse som de samme etter kollisjonen som før. Luftmotstanden kan vi, for det som her skal beregnes, i god tilnærmelse se bort fra.

a. Anta treghetsmomentet for en tynn stav om en akse gjennom massefellespunktet som kjent (formelark). Bruk parallellakseteoremet (Steiners sats) til å finne treghetsmomentet til staven om akse A.

b. Finn bevegelsesmengden p til systemet (stav+kule) like før kula treffer staven. Er bevegelsesmengden til systemet bevart under støtet?

c. Finn systemets spinn (dreieimpuls) L om A like før kula treffer staven. Er systemets spinn om A bevart under støtet? Hva er betingelsene for at spinnet om en akse skal være bevart?

d. Med grunnlag i dine svar i b. og c. bruk den rette konserveringsloven til å finne vinkelhastigheten ω_0 for staven like etter kula har passert.

e. Hvilken konserveringslov kan du bruke for å fastlegge stavens bevegelse *etter* kollisjonen? Hva er stavens vinkelhastighet $\omega(\theta)$ når den danner en vinkel θ med vertikalen?

f. Hvor stor må hastigheten til kula være for at stavens maksimumsutslag skal være akkurat 90°?

g. Finn krafta på staven fra aksen A idet staven igjen passerer likevektsposisjonen etter å ha svingt ut 90°.

Utvalgte fasitsvar:
1a: $0,16\ \mathrm{kg\,m^2}$; 1b: $3,2$ J;
2b: $F \le \mu_s Mg \cdot 3R/(R+2r)$;
3a: 1,57 MN; 3b: $2,31 \cdot 10^5$ kg; 3c: $323\ \mathrm{m/s}$;
4d: $\omega_0 = \frac{m}{M} \cdot \frac{3v\ell}{2L^2}$; 4g: $F = 5Mg/2$;