

TFY4108 Fysikk

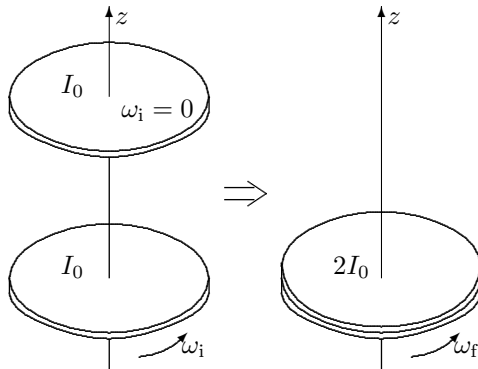
Øving 7

Veiledning: Tirsdag 8 okt. kl 10:15-12.

Innlevering: Fredag 11. okt. kl. 14:00.

Sentrale begreper ved løsning av oppgavene:

Trehetsmoment, spinn, egenspinn, Newtons 2. lov, statisk friksjon, ren rulling, bevegelsesmengde, massesenter, kinetisk og potensiell energi, sentripetalakselerasjon.



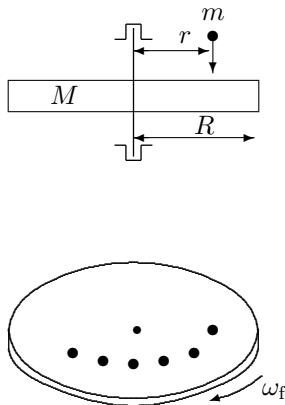
Oppgave 1. Klutsj.

Ei sirkulær skive i et horisontalt plan roterer fritt og uten friksjon om en vertikal akse gjennom sentrum. Vinkelhastigheten er ω_i . Ei likedan skive, som til å begynne med ikke roteter, plasseres oppå den første slik at den akkurat dekker denne.

a. Hva blir den felles vinkelhastigheten ω_f til de to skivene?

b. Hva blir endringen i kinetisk energi?

Dette er prinsippet for en mekanisk bilklutsj, da er skivene kopla videre til henholdsvis motor og drivhjul.



Oppgave 2. Egenspinn til prosjektil.

Figuren viser ei sirkulær horisontal skive som er opplagret slik at den kan dreie friksjonsfritt om en vertikal akse gjennom midtpunktet. Skiva er uniform, har masse M og radius R . Skiva treffes av prosjektil som kommer ovenfra parallelt med aksene. Prosjektilene har et *egenspinn* L_0 parallelt med hastigheten. De treffer alle skiva i avstanden r fra aksene og blir sittende i godset, nederste figur illustrerer det. Massen av et prosjektil er m . Skiva var opprinnelig i ro, og prosjektilene har liten utstrekning i forhold til avstanden r .

a. Hva blir det totale trehetsmomentet for skiva når n prosjektil er absorbert i skiva?

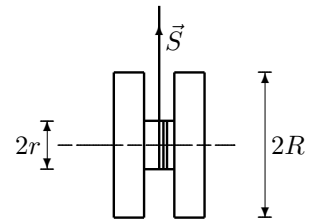
b. Hva er skivas vinkelhastighet når n prosjektil er absorbert?

Apparaturen kan brukes til å måle (gjennomsnittlig) egenspinn til prosjektil.

Oppgave 3. Jojo i lufta og på bordet.

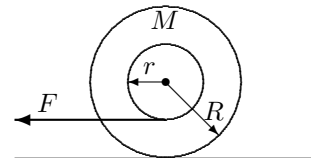
En jojo har masse M og ytre radius R . Senterpinnen, med neglisjerbar masse, har radius r . Treghetsmomentet om tyngdepunktaksen er derfor, i rimelig tilnærming, $I_0 = \frac{1}{2}MR^2$.

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.)

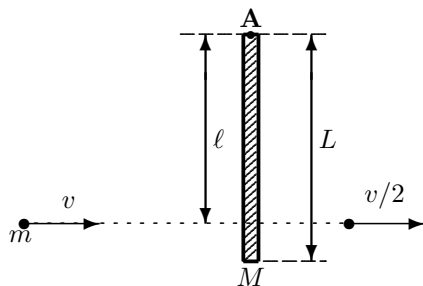


b. I neste forsøk hviler jojoen på en horisontal flate, og tråden dras horisontalt på undersiden av senterpinnen med konstant kraft F . Se figuren.

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 4. Kollisjon mellom kule og stav som kan rotere.



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. Like før kollisjonen har kula hastigheten v , mens kulas hastighet like etter kollisjonen er $v/2$. Vi regner stavens og kulas masse som de samme etter kollisjonen som før.

a. Anta treghetsmomentet for en tynn stav om en akse gjennom massesenteret som kjent: $I = \frac{1}{12}ML^2$. Bruk parallellaksesteoremet (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 spinnen 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 aksa A idet staven igjen passerer likevektsposisjonen etter å ha svingt ut 90° .

Utvalgte fasitsvar:

$$1a: \omega_f = \frac{\omega_i}{2}; \quad 2a: I_{\text{tot}} = \frac{1}{2}MR^2 + nmr^2; \quad 3a: S = Mg \frac{1}{1+2r^2/R^2}; \quad 3b: F \leq \mu_s Mg \cdot 3R/(R+2r);$$

$$4d: \omega_0 = \frac{m}{M} \cdot \frac{3v\ell}{2L^2}; \quad 4g: F = 5Mg/2.$$