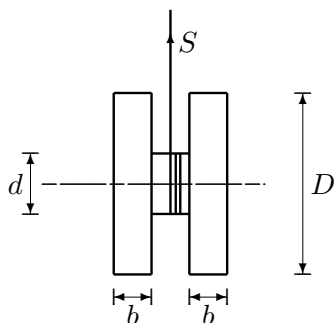


### Regneøving 4.

(Veiledning: Onsdag 18. september kl. 16.15-18.00.)

Denne øvinga fortsetter der den forrige øvinga slapp – og skal igjen gi trening i å behandle rotasjonsbevegelser og dermed forbundne vanskeligheter.

#### Oppgave 1.



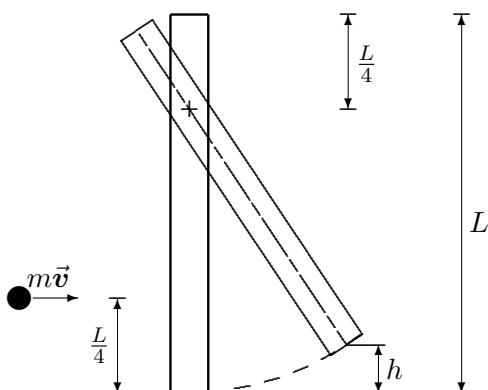
En jo-jo er laget av to jevntykk skiver med diameter  $D$ , tykkelse  $b$  og massetetthet  $\rho$ , festet til hverandre med en lett aksel med diameter  $d$ .

Ei lett snor er viklet flere ganger rundt akselen. Snora holdes fast, og jo-jo'en slippes og faller, mens snora vikles av akselen.

Finn uttrykk for akselerasjonen til jo-jo'en,  $a$ , og strekket i snora,  $S$ . (Tregghetsmomentet om akselen for en massiv sylinder med masse  $M$  og radius  $R$  er  $I_T = \frac{1}{2}MR^2$ ).

Sett så inn  $D = 5$  cm,  $b = 1$  cm,  $d = 7.5$  mm,  $\rho = 0.8$  g/cm<sup>3</sup> (tre) og tyngdens akselerasjon  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup>, og finn  $a$  og  $S$  numerisk.<sup>1</sup>

#### Oppgave 2.



En bjelke med lengde  $L$  og masse  $M$  er hengt opp på en horisontal aksel en lengde  $L/4$  fra bjelkens topp-punkt. Ei kule med masse  $m$  og hastighet  $\vec{v}$  skytes horisontalt inn i bjelken, i en avstand  $L/4$  fra bjelkens nederste ende, og blir sittende fast i bjelken (se figuren). Dette får bjelkeenden til å svinge opp en høyde  $h$  – som skal beregnes.

Anta at bjelketykkelse og kulediameter kan neglisjeres i forhold til bjelkelengden  $L$ , og at  $m \ll M$ .

Vis først at bjelkens tregghetsmoment om rotasjonsaksen blir  $I = \frac{7}{48}ML^2$ .

Finn så vha. lov om dreieimpulsbevarelse uttrykk for vinkelhastigheten til bjelken rett etter at kula har slått inn,  $\omega_0$ .

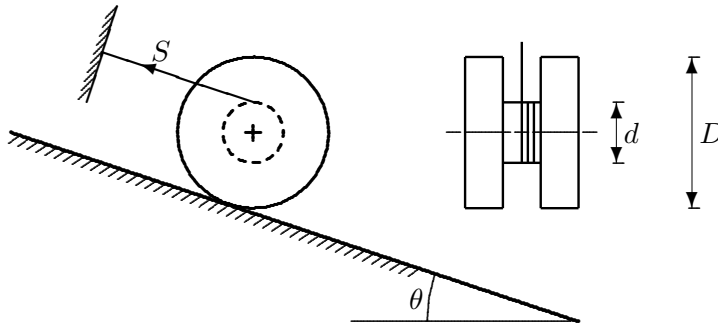
Bruk deretter lov om energibevarelse til å finne et uttrykk for høyden  $h$ .

Sett til slutt inn  $L = 2$  m,  $M = 10$  kg,  $m = 100$  g og  $v = 100$  m/s, og beregn  $h$  numerisk.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Svar:  $a = 0.42$  m/s<sup>2</sup>,  $S = 0.29$  N.

<sup>2</sup>Svar:  $h = 0.26$  m.

### Oppgave 3



Ei snelle – to hjul med diameter  $D$  forbundet med en aksel med diameter  $d$  (jfr. jo-jo'en i oppgave 1) – ligger på et skråplan med helningsvinkel  $\theta$ . Ei snor er viklet om akselen, og strukket parallellt med skråplanet til et festepunkt  $P$ . Snellas treghetsmoment om akselen er  $I_T$ , massen er  $M$ , statisk friksjonskoeffisient mot skråplanet er  $\mu_S$  og kinetisk friksjonskoeffisient (glidende friksjon) er  $\mu_K$  ( $\mu_K < \mu_S$ ).

Skråplanet bikkes (helningsvinkelen økes) til snella begynner å gli – ved en helningsvinkel  $\theta = \theta_0$ .

Finn uttrykk for vinkelen  $\theta_0$  og for strekket  $S$  i snora rett før snella begynner å gli<sup>3</sup>.

Utrykkene skal kunne skrives på formen  $\theta_0 = \arctg [\mu_S(1+D/d)]$  og  $S = M g \cdot [(D/d)\mu_S \cos \theta_0]$ .

Finn så uttrykk for strekket  $S_1$  i snora når snella har begynt å gli – dvs. å bevege seg lineært nedover samtidig som den roterer.<sup>4</sup>

<sup>3</sup>Både total kraft langs skråplanet og totalt dreiemoment om akselen må være lik null – dette skulle gi tilstrekkelig med likninger.

<sup>4</sup>Nå er total kraft og totalt dreiemoment forbundet med lineær akselerasjon og vinkelakselerasjon – som henger enkelt sammen – mens friksjonskrafta er kjent.