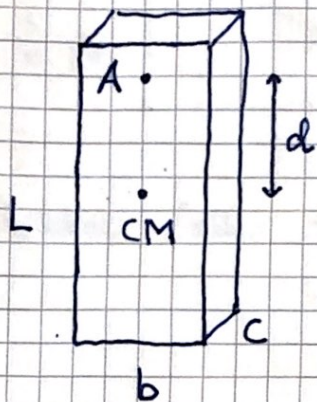


## Øvingstimer 1/11-21

- Tregghetsmoment for planke.

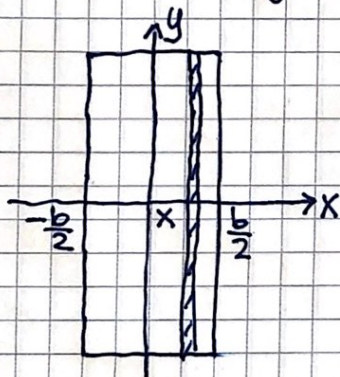


(a) Finn  $I_0$  mhp akse  $\perp$  planet  $L \times b$

(b) Finn  $I$  mhp aksen A i avstand  $d$  fra CM

- (a) Tykkelsen  $c$  er uten betydning; jf. tynn ring vs hul sylinder ( $I_0 = MR^2$ ) og skive vs kompakt sylinder ( $\frac{1}{2}MR^2$ ).

Del opp i tynne stenger med lengde  $L$  og bredde  $dx$  (og tykkelse  $c$ ) i avstand  $x$  fra CM:



Fra før; og med Steiners sats:

$$dI_0 = \frac{1}{12} dm \cdot L^2 + dm \cdot x^2$$

med  $dm = M \cdot dx/b$  = massen til den tynne stanga

$$\text{Dermed: } I_0 = \int dI_0 = \int_{-b/2}^{b/2} \left\{ \frac{ML^2}{12b} dx + \frac{M}{b} x^2 dx \right\}$$

$$= \frac{1}{12} ML^2 + \frac{1}{12} Mb^2$$

Som ventet inngår  $L$  og  $b$  på samme måte i  $I_0$

- (b) Steiners sats gir

$$I = I_0 + Md^2 = \frac{1}{12} M(L^2 + b^2) + Md^2$$

- Millikans oljedråpeforsøk (Univ. of Chicago 1909; Nobelpris fysikk 1923)

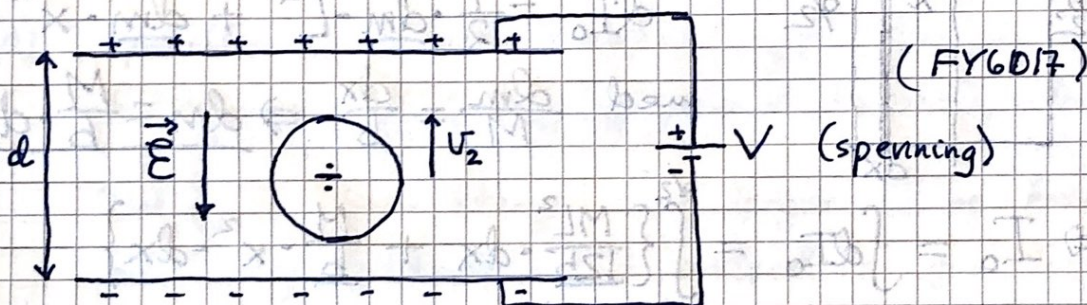
$$f_1 = 6\pi\eta R v_1; \quad m = \rho \cdot \frac{4\pi}{3} \cdot R^3$$



Måling av terminalfart  $v_1$  gir dråpens radius:  $f_1 = mg$

$$\Rightarrow 6\pi\eta R v_1 = \frac{4\pi}{3} \rho R^3 g \Rightarrow R = \sqrt{9\eta v_1 / 2\rho g}$$

Deretter "skruer" man på et elektrisk felt  $\vec{E}$  ved hjelp av to horisontale elektroder (metallplater) med innbyrdes avstand  $d$ :

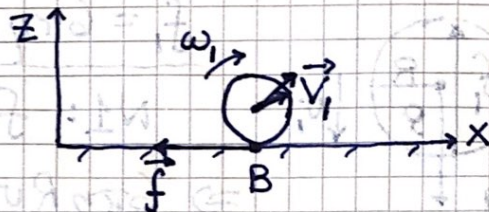
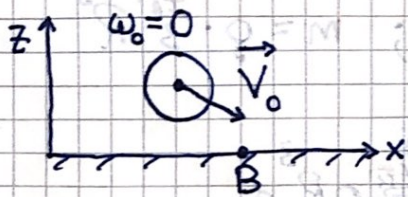


Med ladning  $q$  på oljedråpen påvirkes den av en elektrisk kraft  $\vec{F} = q\vec{E}$ , der  $E = |\vec{E}| = V/d$  (volt pr meter). Hvis  $q$  er negativ, virker  $\vec{F}$  oppover, og ny terminalfart  $v_2$  bestemmes ved at  $f_2 + mg = qV/d$ . Dvs, måling av  $v_2$  gir dråpens ladning  $q$ :

$$\begin{aligned} qV/d &= f_2 + mg = f_2 + f_1 = 6\pi\eta R (v_2 + v_1) \\ &= 6\pi\eta \sqrt{9\eta v_1 / 2\rho g} (v_2 + v_1) \\ \Rightarrow \underline{q} &= \frac{6\pi\eta d}{V} \sqrt{9\eta v_1 / 2\rho g} (v_2 + v_1) \end{aligned}$$

Millikan fant  $q = \pm e, \pm 2e, \pm 3e, \dots$  med  $e = 1.59 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  (med litt feil verdi for luftas viskositet  $\eta$ ). (Positive  $q$  ved å snu spenningen)

- "Elementær" bordtennis ( $I_0 = \frac{2}{3} MR^2$ )



Anta kortvarig kollisjon, og stor nok friksjon  $f$  i berøringspunktet B til at ballen forlater bordet i "rullemodus", dvs  $V_{1x} = \omega_1 R$ .

Vertikalt er kollisjonen elastisk, dvs  $V_{1z} = -V_{0z}$ .

- Er ballens dreieimpuls bevart, med B som ref.punkt? Hvorfor, evt. hvorfor ikke?
- Bestem  $V_{1x}$  og  $\omega_1$  (rett) etter støtet.
- Hvor ~~mye~~ mye mekanisk energi gikk tapt?
- Hvor mye mek. energi tapes i påfølgende støt?

(a) Alle krefter,  $\vec{f}$ ,  $\vec{N}$  og  $M\vec{g}$ , går gjennom B og har null arm mhp B. Da er  $\vec{\tau}_{\text{ext}} = 0$  og  $\vec{L}$  bevart.

(b) Rett før støtet:  $\vec{L}_0 = RMV_{0x} \cdot (+\hat{y})$  (dvs ~~inn i~~ i planet)

$$\begin{aligned} \text{Rett etter "": } \vec{L}_1 &= RMV_{1x} \cdot (+\hat{y}) + I_0 \omega_1 \cdot \hat{y} \\ &= \hat{y} \cdot (RMV_{1x} + \frac{2}{3} MR^2 \cdot V_{1x}/R) \\ &= \frac{5}{3} RMV_{1x} \cdot (+\hat{y}) \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \underline{V_{1x} = \frac{3}{5} V_{0x}} \quad (\text{og} \quad \underline{\omega_1 = \frac{3}{5} V_{0x}/R})$$

$$\begin{aligned} (c) \Delta E &= E_0 - E_1 = K_0 - K_1 = \frac{1}{2} MV_0^2 - \frac{1}{2} MV_1^2 - \frac{1}{2} I_0 \omega_1^2 \\ &= \frac{1}{2} M (V_{0x}^2 - (\frac{3}{5} V_{0x})^2) - \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} MR^2 \cdot (\frac{3}{5} V_{0x}/R)^2 \\ &= \frac{1}{2} MV_{0x}^2 \left\{ 1 - \frac{9}{25} - \frac{6}{25} \right\} = \underline{\underline{\frac{1}{5} MV_{0x}^2}} \end{aligned}$$

(d) Null! Pga  $v_{\text{rel}} = 0$ ,  $\frac{10}{25} = \frac{2}{5}$