Opgave 3

De vandrette rør har hver længden *l* og massen m

$$l = 0{,}60m$$

$$m = 1{,}2kg$$

a) Bestem en tilnærmet værdi for inertimomentet af indgangsslusen, og forklar hvilke tilnærmelser du gør.

Jeg antager at rørene er skubbet helt ind så deres ende ligger lige op af rotations aksen. Samtidig antager jeg også at de har konstant densitet og form.

For en stang som roterer om sin ende kan inertimomentet *I* beregnes med formlen

$$I_{enkel} = \frac{1}{3} \cdot m \cdot l^2$$

Dermed beregnes inertimomentet af et enkelt rør som

$$I_{enkel} = \frac{1}{3} \cdot m \cdot l^2 = 0{,}0144\ kg \cdot m^2$$

Inertimomentet *I* for alle rørene kan beregnes som denne værdi gange fire

$$I = I_{enkel} \cdot 4 = 0.576\ kg \cdot m^2$$

Inertimomentet for systemet er dermed $0{,}576\ kg \cdot m^2$ ved de forklarede tilnærmelser. Dette virker som et ret realistisk svar da det stemmer nogenlunde overens med den givne værdi i opgaven og den er mindre fordi der ikke er taget højde for at rørene er flyttet længere ud og roterer dermed ikke om deres ender.

Efter videoen er startet snurre slusen i tiden *t* og tager i denne periode et antal omgange *O* og slusen har inertimomentet *I*

$$t = 9s$$

$$O = 1{,}5$$

$$I = 0{,}60\ kg \cdot m^2$$

b) Bestem størrelsen af det kraftmoment som slusen bremses med

Vinkelhastighed ω bestemmes ved formlen

$$\omega = \frac{O}{t} \cdot 2\pi = \frac{\pi}{2} \cdot s^{-1}$$

Med vinkelhastigheden bestemt kan rotationsenergien E_{rot} bestemmes med formlen

$$E_{rot} = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 = 0{,}74J$$

Kraftmomentet M som bremser skal fjerne hele rotationsenergien hvilket betyder at de to er lig med hinanden dermed er

$$M = E_{rot} = 0{,}74J$$

Kraftmomentet er dermed 0,74J hvilket virker ret lavt fordi 0,74J ikke er særlig meget men meget af massen er selfølgelig tæt på midten så det har nok ikke så meget energi igen.

Opgave 5

En dåse som har massen *m* står på et underlag med en statisk gnidningskoefficient μ_s

$$m = 0{,}092kg$$

$$\mu_s = 0{,}18$$

a) Vis at den størst mulige værdi af gnidningskraften mellem dåsen og underlaget er ca. 0,16 N

Den størst mulige værdi for gnidningskraften F_g kan bestemmes med formlen

$$F_g = \mu_s \cdot F_N$$

Hvor F_N er normalkraften på dåsen

Normalkraften beregnes ved først at beregne tyngdekraften og da disse udligner hinanden må de have samme længde dermed virker formlen

$$F_t = g \cdot m = F_N$$

Hvor *g* er tyngdekraften

$$g = 9{,}82 \frac{N}{kg}$$

Normalkraften beregnes

$$F_N = g \cdot m = 0{,}903N$$

Gnidningskraften beregnes

$$F_g = \mu_s \cdot F_N = 0{,}16N$$

Den størst mulige gnidningskraft er dermed vist at være 0,16N, hvilket er realistisk når det netop er det der skal vises samt at den ikke vejer særlig meget og det dermed er nemt at forestille sig at den kan glide.

Dåsen har højden *h* og diameteren *d* samt en formfaktor c_w, samtidig med dette har luften densiteten ρ.

$$h = 0{,}180m$$

$$d = 0{,}086m$$

$$c_w = 0{,}72$$

$$\rho = 1{,}2\frac{kg}{m^3}$$

b) Bestem den højeste vindhastighed, som dåsen kan udsættes for uden at begynde at glide hen ad underlaget. Det oplyses at dåsen ikke vælter.

Vindmodstanden F_v kan beregnes med formlen

$$F_v = \frac{1}{2}c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$$

Hvor *A* er arealet af legemet som set lige på så der ser set bort fra den krumme flade og den og dåsen opfattes som rektangulær, og v er hastighedsforskellen mellem luften og dåsen.

Arealet beregnes som diameteren gange højden fordi der som sagt bliver set bort fra at den krummer.

$$A = d \cdot h = 0{,}01548m^2$$

Den højeste mulige vindhastighed er den vindhastighed der gør at

$$F_g = F_v = \frac{1}{2}c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$$

Hastigheden kan dermed beregnes

$$v = \sqrt{\frac{F_g \cdot 2}{c_w \cdot \rho \cdot A}} = \pm 4{,}93\frac{m}{s}$$

Der ses bort fra det negative svar da en negativ vindhastighed bare vil være en vindhastighed fra en anden retning som i princippet har den samme hastighed bare ikke retning.

Den højest mulige vindhastighed er dermed 4,93$\frac{m}{s}$, hvilket virker rigtigt nok fordi det er en normal vindhastighed som man godt kan se også i virkeligheden, og man godt kan forestille sig at et vindpust vælter en dåse.

c) Bestem den mindste kraft som vinden på figur 5.3 skal påvirke dåsen med for at den vælter.

Vippe punktet er placeret ved den forreste kant af dåsen og kraftmomentet for tyngdekraften M_t kan beregnes om dette punkt

$$M_t = F_t \cdot r$$

Hvor *r* er afstanden fra vippepunktet til massemidtpunktets placering langs grundfladen denne afstand er lig med diameteren divideret med 2

$$r = \frac{d}{2} = 0{,}043m$$

Tyngdekraftens kraftmoment beregnes

$$M_t = F_t \cdot r_t = 0{,}388N \cdot m$$

Vinden har angrebspunkt midt på dåsen så afstanden r_v findes fra dette punkt til omdrejningspunktet set fra vindhastighedens side altså den lodrette afstand.

$$r_v = \frac{h}{2} = 0{,}09m$$

Vindens kraftmoment M_v skal være bare en lille smule større end tyngdekraftens kraftmoment så kraften fra vinden for at de udligner hinanden bestemmes.

$$M_t = M_v = F_v \cdot r_v$$

$$F_v = \frac{M_t}{r_v} = 0{,}43N$$

Vinden skal dermed påvirke dåsen med en kraft der en smule højere end 0,43N for at få dåsen til at vælte. Resultatet virker realistisk fordi en dåse er nem at vælte og en kræft på 0,43N ikke er særlig stor.