FYS1100 Mekanikk og modellering, vår 2025
Seminar uke 11: Rullebetingelsen, kraftmoment, Newtons 2. lov for rotasjoner

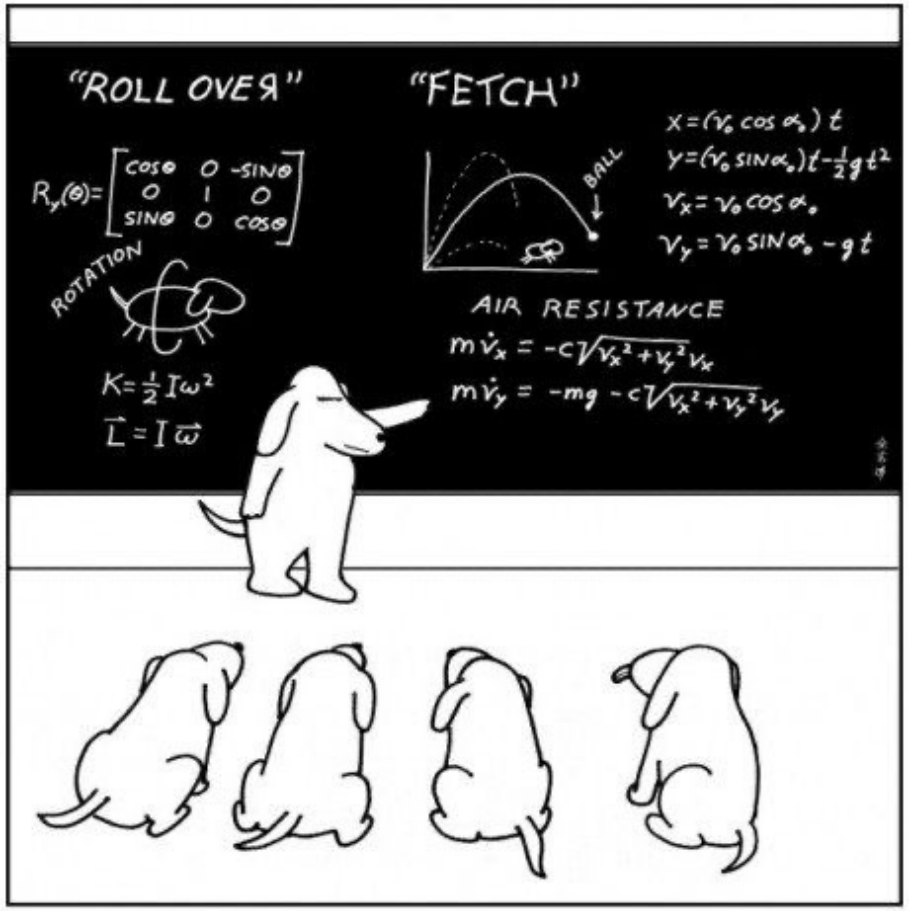
(AMS 15.5, 16.1, 16.2)

Læringsmål: Vite hva ***rullebetingelsen*** er og bruke den. Definisjon på ***kraftmoment*** og hvordan det regnes ut, ***Newtons 2. lov for rotasjoner***.

Beskjeder:

- ✓ Forelesningslysbilder fra i går: la også til skriblerier for «Rullebetingelsen versjon 2» side 8 – bare spør om noe er uklart 😊
- ✓ Jeg er vikar for Benedetta på ekstrahjelp-gruppa på fredag. Send gjerne spørsmål & temaer for gjennomgang på forhånd på e-post: a.c.larsen@fys.uio.no

Tirsdag 08.04.2025



Fra https://summer-well.tumblr.com/post/24851161931/fisicapura-its-all-about-physics

Dagens program 

Fortsettelse fra forelesning i går, deretter seminaroppgaver.

Først diskuterer vi en nyhetssak fra i går, deretter tar vi noen Mentimeteroppgaver og et eksempel (trille ned et skråplan)

Seminaroppgavene ligger på semestersiden (Undervisningsplan uke 11)

- Blir dere ferdige med seminaroppgavene, start gjerne på oblig 4 😊

Fra gårsdagens Aftenposten 

Er det noe rart her? 🤔



Er det rekkevidde og drivstoff å tjene på valg av sommerdekk?

Mange ting påvirker forbruk og rekkevidde, ikke minst hvor hard du er på gassen. Men alle monner drar, også valg av dekk:

➜ Vurder et dekk med lav rullemotstand. Alle dekk er merket etter en energieffektivitetsskala som går fra A til E.

➜ Jo større dekkdimensjon, desto høyere forbruk. Stikkord: økt luftmotstand. ??

➜ Riktig dekktrykk: For lavt dekktrykk gir økt rullemotstand og dermed økt energiforbruk og kortere rekkevidde. Det reduserer også levetiden på dekkene.

Fra Viking Redningstjenestes hjemmeside:

Hva betyr dekkdimensjon?

Dekkdimensjon er nok de aller viktigste merkene på dekket.

Det består av tre tall og én bokstav og forteller deg størrelsen på dekket (dekkbredde, dekkprofil og hjuldiameter) og hva slags dekk det er.

Kanskje ikke luftmotstand er så viktig her...

Mentimeter To hjul 🚴

www.menti.com kode 1752 8185

sylinderskall

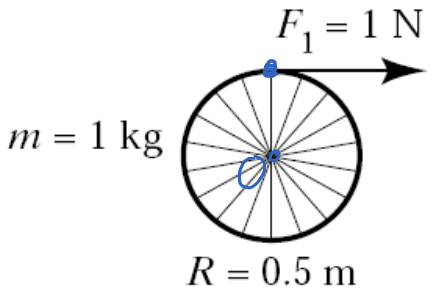
$\tau_O = I_O \alpha$

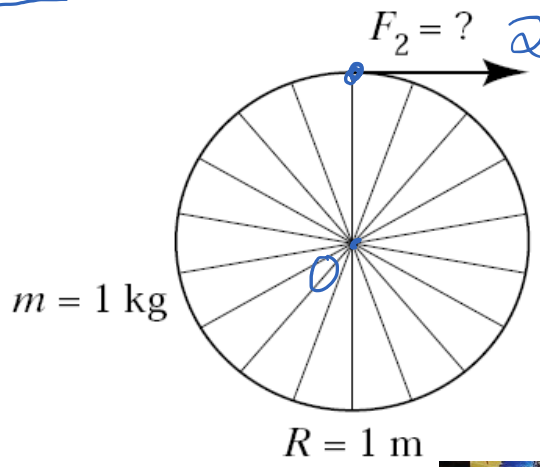
To hjul med fiksert nav har begge massen 1.0 kg. Anta at navet og eikene er masseløse slik at treghetsmomentet er $I = mR^2$. Hvor stor må F_2 være for at hjulene skal få samme vinkelakselerasjon?

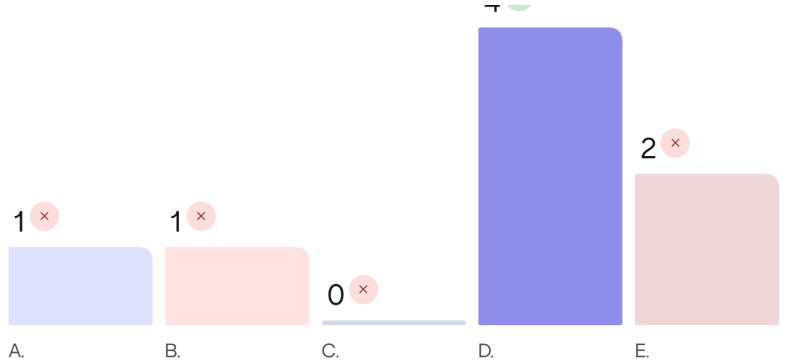
2N

Svar D 😎

A. 0.25 N
B. 0.50 N
C. 1.0 N
D. 2.0 N
E. 4.0 N







$\tau_O = I_O \alpha = mR^2 \alpha$

$F_T R = mR^2 \alpha$

$\Rightarrow \alpha = \frac{F_T}{mR}$

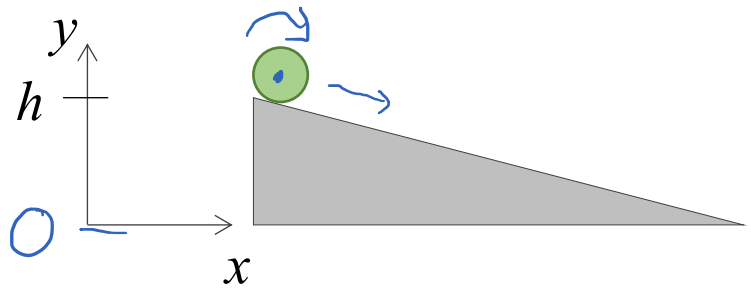
Moral: store hjul er ikke lurt!



Eksempel: en sylinder triller ned et skråplan

[✏️ lysbilde med skriblerier på iPad ✏️]

Du holder en sylinder med radius *R* og masse *m* på toppen av et skråplan. Sylinderen slippes og den ruller uten å skli. Finn hastigheten til sylinderen ved bunnen av skråplanet. (Se bort fra luftmotstand)



Kinetisk energi, translasjonsbevegelse: $K_t = \frac{1}{2}mv_{cm}^2$

Kinetisk energi, rotasjonsbevegelse: $K_{rot} = \frac{1}{2}I_{cm}\omega^2$

Potensiell energi i tyngdefeltet: $U = mgy_{cm}$

Rullebetingelsen: $|\vec{v}_{cm}| = \omega R \Rightarrow \omega = \frac{v_{cm}}{R}$

Treghetsmoment, sylinder: $I_{cm} = \frac{1}{2}mR^2$

Bevaring av mekanisk energi (hvorfor kan vi bruke det her? 🤔): $U_0 + K_0 + K_{r,0} = U_1 + K_1 + K_{r,1}$ ($U_1 = K_0 = K_{r,0} = 0$)

$$mgh = \frac{1}{2}mv_{cm}^2 + \frac{1}{2}I_{cm}\omega^2 = \frac{1}{2}mv_{cm}^2 + \frac{1}{2}I_{cm}\left(\frac{v_{cm}}{R}\right)^2 = \frac{1}{2}mv_{cm}^2\left(1 + \frac{I_{cm}}{mR^2}\right)$$

$$\Rightarrow 2gh = v_{cm}^2\left(1 + \frac{I_{cm}}{mR^2}\right) \Rightarrow v_{cm} = \sqrt{\frac{2gh}{1 + I_{cm}/mR^2}}$$

Sylinder: $v_{cm} = \sqrt{\frac{2gh}{1+\frac{1}{2}}} = \sqrt{\frac{4}{3}gh}$

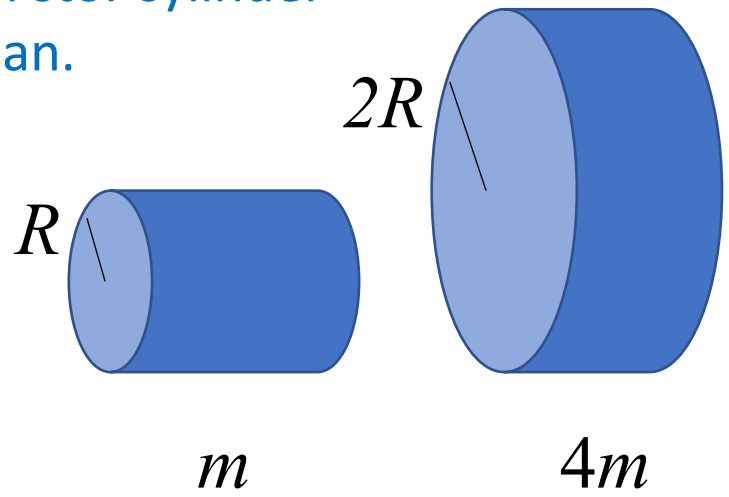
Sylinderskall: $I_{cm} = mR^2 \Rightarrow v_{cm} = \sqrt{gh}$

Mentimeter Sylindere på et skråplan

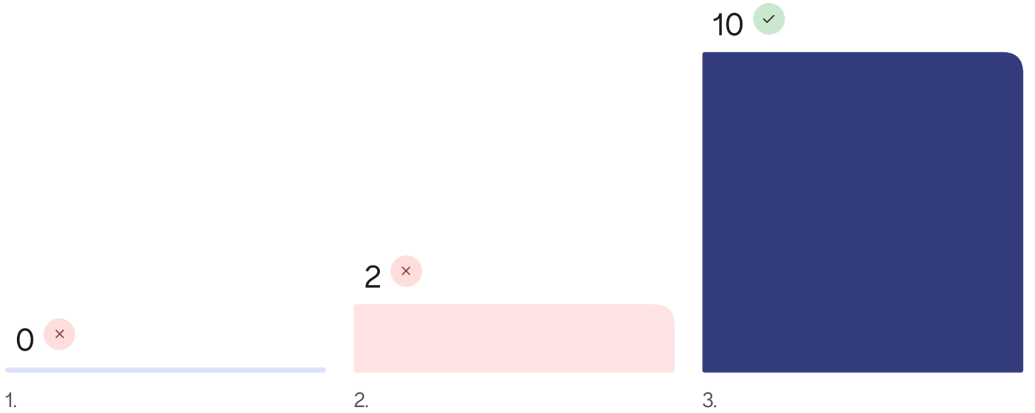
www.menti.com kode 1752 8185

En liten sylinder med radius *R* og masse *m* og en stor sylinder med radius 2*R* og masse 4*m* ruller ned et skråplan.
Hvilken når bunnen først?

1. Den lille sylinderen
2. Den store sylinderen
3. De kommer samtidig ned.



Vi fant: $v_{cm} = \sqrt{\frac{4}{3}gh}$



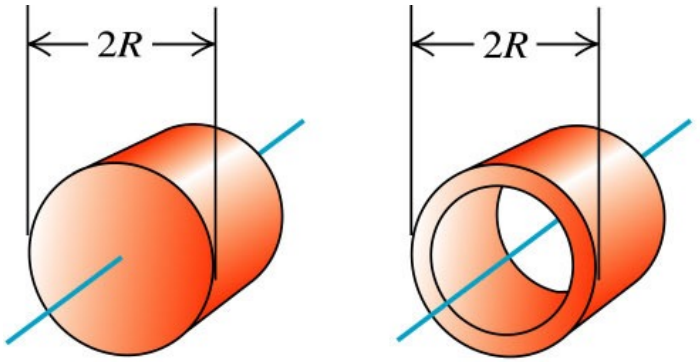
Hastigheten v_{cm} er uavhengig av *R* og m.
→ De kommer ned samtidig (svar 3) 😎

Mentimeter En sylinder og et sylinderskall

www.menti.com kode 1752 8185

En sylinder og et sylinderskall med samme masse og radius ruller nedover et skråplan. Hvilken når bunnen først?

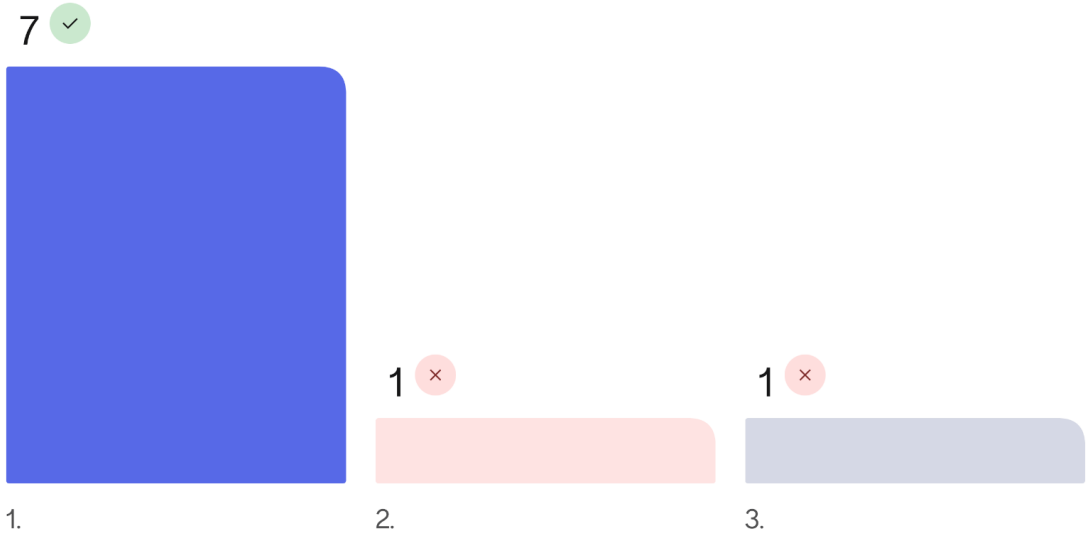
1. Sylinderen
2. Sylinderskallet
3. De kommer samtidig ned.



Sylinder: $I_z = \frac{1}{2}mR^2$

Sylinderskall: $I_z = \frac{1}{2}m(R_2^2 + R_1^2) \approx mR^2$

Sylinderskallet har større treghetsmoment,
og er derfor vanskeligere å få til å rotere
⇒ svar 1. 😎



En sylinder og et sylinderskall

Samme masse (dvs. forskjellig materiale) og samme radius

Fra eksempelet tidligere:

$$v_{cm} = \sqrt{\frac{2gh}{1+C}}$$

Sylinder:

$$C = \frac{I_{cm}}{mR^2} = \frac{1}{2}$$

$v_{cm} = \sqrt{\frac{4gh}{3}}$

Sylinderskall:

$$C = \frac{I_{cm}}{mR^2} = 1$$

$v_{cm} = \sqrt{gh}$



https://www.youtube.com/watch?v=CHQOctEvtTY

Takk for i dag! 😀