

**FY1001/TFY4109/TFY4145. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2015.**  
**Øving 6. Tips.**

**Oppgave 1 og 2.**

Mekanisk likevekt, mhp translasjon og rotasjon.

**Oppgave 3.**

a) og b) Fire ukjente –  $\theta_0$ ,  $S$ ,  $f$ ,  $N$  – krever fire ligninger. Ved den etterlyste grensen,  $\theta = \theta_0$ , har friksjonskraften  $f$  sin maksimale verdi. Statisk likevekt betyr at du kan bruke Newtons 1. lov, for translasjon og rotasjon. Alternative korrekte uttrykk for snordraget:

$$S = \frac{MgR}{r + R} \sin \theta_0 = Mg (\sin \theta_0 - \mu_s \cos \theta_0).$$

c) Nå kan du regne vinkelen  $\theta$  som kjent. Det er da fire ukjente:  $a$ ,  $S_1$ ,  $f$ ,  $N$ . Det er ikke lenger statisk men kinetisk friksjon (glidende friksjon). Bruk N2 for translasjon og rotasjon, og pass på å bruke riktig rullebetingelse (evt "utrullingsbetingelse").

**Oppgave 4.**

a) Velg kulas massesenter som referansepunkt i denne deloppgaven. Eliminer størrelsen  $F\Delta t$  fra de to ligningene  $\Delta p = F\Delta t$  og  $\Delta L = \tau\Delta t$ .

c) Friksjonskraften  $f$  virker slik at bevegelsen går mot ren rulling. Du finner derfor retningen p  $f$  ved å vurdere om rotasjonen er for rask eller for langsom - eller motsatt: om translasjonen er for langsom eller rask (dvs i forhold til ren rulling).

d) Dreieimpulsen like etter støtet,  $L_0$ , må være den samme som ved ren rulling,  $L_r$ , pga dreieimpulsbevarelse. Spesialtilfellet med ren rulling umiddelbart skal gi  $V_r = V_0$ .

e) Translasjonshastigheten endres pga en konstant akselererende kraft. Finn akselerasjonen, og bruk denne til å bestemme  $t_r$ . Du kjenner start- og sluttshastigheten, eller i alle fall sammenhengen mellom disse, fra d). Sjekk at spesialtilfellet som gir ren rulling stemmer.

EKSTRA:

f) Total kinetisk energi er  $K_{\text{trans}} + K_{\text{rot}}$ . Ved ren rulling er  $\omega_r = V_r/R$ , og i starten er  $\omega_0$  funnet i punkt a). Finn uttrykk for total kinetisk energi  $K_0$  (rett etter støtet) og  $K_r$  (ved ren rulling). Det kan være informativt å regne ut og analysere forholdet  $K_r/K_0$ .

g) Forskjøvet lengde  $x_r$  kan finnes fra gjennomsnittsfart og tiden  $t_r$ :  $x_r = \langle V \rangle t_r$ . Fasitsvar:

$$\Delta K = K_r - K_0 = -\frac{1}{2}MV_0^2 \cdot \frac{2}{7} \left(1 - \frac{5h}{2R}\right)^2$$

$$x_r = \frac{2V_0^2}{49\mu_k g} \left(6 + \frac{5h}{2R}\right) \left|1 - \frac{5h}{2R}\right|$$