FY1001/TFY4145 Mekanisk fysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2014.
Øving 5. Tips.

Oppgave 1 og 2.

Mekanisk likevekt, mhp translasjon *og* rotasjon.

Oppgave 3.

c) Bruk definisjonen av dreieimpuls. Med impuls i x-retning bidrar ikke x-komponenten av $\boldsymbol{r}$.

d) Er dreieimpulsen mhp A bevart? Hvorfor, evt hvorfor ikke?

f) Bestem $\boldsymbol{p}_f$ og finn et uttrykk for det dimensjonsløse forholdet p_f/p_i. Med staven festet i A vil det generelt virke en "reaksjonskraft" fra akslingen på staven i festepunktet, men ikke alltid. Heng opp en stav, gi den en "kakk" på ulike steder, og se hva som skjer. Eller knips en blyant som ligger på bordet på ulike steder og observer bevegelsen til blyantens ende.

g) Stavens kinetiske energi rett etter sammenstøtet kan regnes ut med integrasjon, eller ganske enkelt skrives ned. (Ren rotasjon om A!)

Oppgave 4.

a) Fire ukjente – θ_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 uttrykk for snordraget:

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

Ekstra:
b) Nå kan du regne vinkelen θ 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").

Svar:

$$a = g\,\frac{\sin\theta - \mu_k\cos\theta\left(1+\frac{R}{r}\right)}{1+I/(Mr^2)}.$$

Oppgave 5.

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

b) 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. Fasitsvar:

$$V_r = \frac{5}{7}\left(1+\frac{h}{R}\right)V_0.$$

Spesialtilfellet med ren rulling umiddelbart ($h = 2R/5$) gir $V_r = V_0$, som det skal.

e) Translasjonshastigheten endres pga en konstant akselererende kraft. Finn akselerasjonen, og bruk denne til å bestemme t_r. Du kjenner start- og slutthastigheten, eller i alle fall sammenhengen mellom disse, fra *d*). Du må dele opp problemet for de to ulike retningene på den akselererende kraften. Løsningen kan sammenfattes til en løsning som gitt, med absoluttverdi. 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 ω_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 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:

$$\Delta K = K_r - K_0 = -\frac{1}{2} M V_0^2 \cdot \frac{2}{7} \left(1 - \frac{5h}{2R}\right)^2$$

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