TFY4115 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2013.
Øving 7. Tips.

Oppgave 1.

Ta den utledete ligningen for tyngdepunktbevegelsen på alvor (notatene s. 38).

Oppgave 2.

b) Problemet ble løst på forelesning ved hjelp av energibevarelse. Vi foreslår at du bruker en av to alternative metoder:

1. Bruk N2 (translasjon) for hver av massene m_1 og m_2, samt N2 for skivas rotasjon. Dette gir 3 ligninger for de 3 ukjente: massenes akselerasjon a og snordragene S_1 og S_2.

2. Bruk $\tau_z = dL_z/dt$ for hele systemet (to lodd pluss skive), med skivas massesenter som referansepunkt. (z-aksen ut av planet.) Husk at både loddene og skiva har dreieimpuls med dette referansepunktet. For å bestemme τ_z må du kartlegge ytre krefter som virker på systemet, og hvilke av disse som har et dreiemoment mhp det valgte referansepunktet.

Oppgave 3.

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 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 $\Delta L = \tau\Delta t$.

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:

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

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