# Øving 5

IFYKJT1001 - Fysikk/Kjemi

Gunnar Myhre, BIELEKTRO

24. februar 2022

## Oppgåve 1

### a)

Kulas starthøgde er gitt som

$$h = Lsin(\theta) \tag{1}$$

kulas potensielle energi i øverste posisjon er

$$U = mgh \rightarrow U = mgLsin(\theta) \tag{2}$$

i botnen av skråplanet har kula ingen potensiell energi, og all energien er omgjort til kinetisk energi

$$U_1 = K_2 \tag{3}$$

den kinetiske energien på botnen er gitt som

$$K_2 = \frac{1}{2}mv^2 \tag{4}$$

setter saman likningene og finner farta i botnen av skråplanet

$$U_1 = K_2 \rightarrow mgLsin(\theta) = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{2gLsin(\theta)} = 3,67[m/s] \tag{5}$$

finner den kinetiske energien på botnen av skråplanet

$$K_2 = \frac{1}{2}mv^2 = 18,87[J] \tag{6}$$

## b)

### 1)

Vi kan bruke den tidlause bevegelseslikninga for konstant akselerasjon for å finne farta til kulas massesentrum i botnen av skråplanet

$$v^2 = 2as \rightarrow v = \sqrt{2as} = 3,11[m/s] \tag{7}$$

ut ifrå denne farta kan vi finne vinkelfarta sidan kula ikkje glir eller spinner

$$\omega = \frac{v}{R} \rightarrow \omega = 207[rad/s] \tag{8}$$

### 2)

Vi veit at den kinetiske energien til kula i botnen av planet $K_2$ er lik den potensielle energien $U_1 = mgLsin\theta$ på toppen av planet, som vi fant i oppgåve **a**. Finner formel for treghetsmoment for massiv kule i formelsamlinga $I = \frac{2}{5}MR^2$ og setter opp likninga

$$K_2 = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}I_{cm}\omega^2 \longrightarrow mgLsin(\theta) = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}\frac{2}{5}mR^2\omega^2 \tag{9}$$

Sidan kula ikkje spinner eller glir er kontaktpunktet mellom kula og skrårampa i ro, då stemmer forholdet $V_{cm} = R\omega$. Setter inn for $V_{cm}$ og forenkler algebraisk

$$gLsin(\theta) = \frac{1}{2}R^2\omega^2 + \frac{1}{5}R^2\omega^2 \tag{10}$$

finner uttrykk for $\omega$

$$\omega = \sqrt{\frac{gLsin(\theta)}{\frac{1}{2}R^2 + \frac{1}{5}R^2}} = 207[rad/s] \tag{11}$$

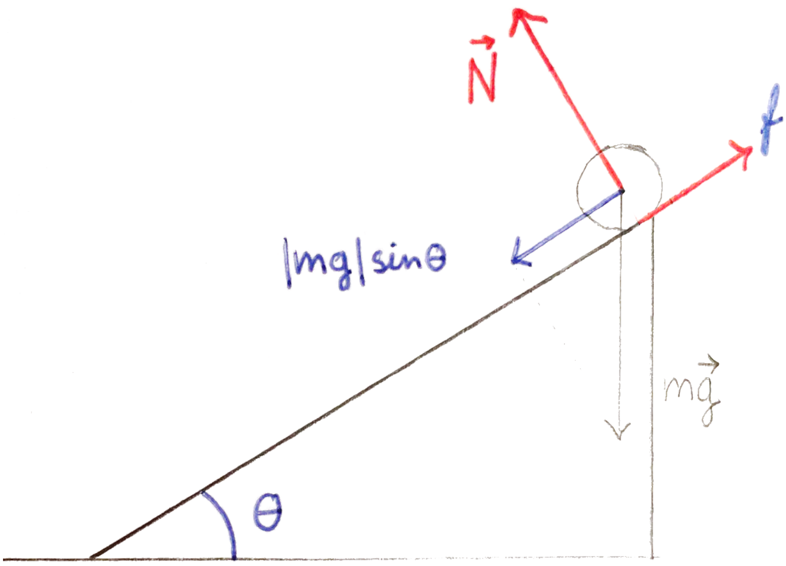
setter inn i $V = R\omega$ for å finne massesentrumets fart

$$V_{cm} = R\omega = 3,11[m/s] \tag{12}$$

dette stemmer overeins med svara frå oppgåve **b1**.

## c)

Definerer x-retning langs skråplanet.




Summen av kreftene i x-retning er gitt ved Newtons andre lov som massa gonger akselerasjonen i x-retning. Kreftene som verker i x-retning er den dekomponerte gravitasjonskrafta og friksjonskrafta.

$$\Sigma F_x = ma_{cm} \rightarrow mgsin(\theta) - f = ma_{cm} \rightarrow f = 4,50[N] \tag{13}$$

Alternativt kan vi finne $f$ ved Newtons andre lov for rotasjon.

$$\Sigma\tau = I\alpha \rightarrow fR = \frac{2}{5}mR^2\alpha \rightarrow f = 4,50[N] \tag{14}$$

## d)

Veldig generelt kan vi seie at

$$U_A = U_B + K_B \tag{15}$$

Sidan $h_A > h_B$, og sidan den einaste krafta som verker på kula er gravitasjonen vil kula gå ei heil runde rundt loopen. Vidare kan vi bryte den kinetiske delen av energien opp i translasjon og rotasjon

$$U_A = U_B + \frac{1}{2}mv_{cm}^2 + \frac{1}{2}I_{cm}\omega^2 \tag{16}$$

Vi kan sette inn for treghetsmomentet $I = \frac{2}{5}mR^2$ og uttrykk for dei potensielle energiane, som gitt av kulas høgde over nullnivået

$$mgLsin\theta = mgy + \frac{1}{2}mv_{cm}^2 + \frac{1}{5}mR^2\omega^2 \tag{17}$$

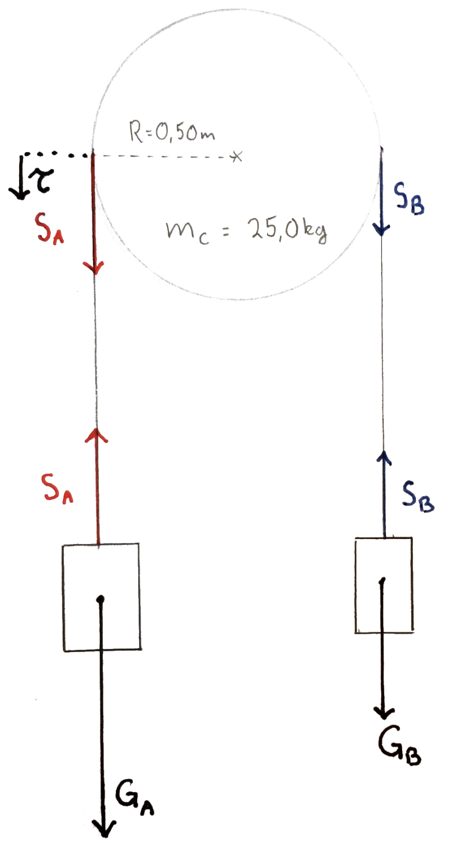
der $y$ er høgda kula har over nullnivået. Sidan vi antar at kula ikkje glir eller spinner stemmer forholdet $V_{cm} = R\omega$. Vi ser også at modellen er uavhengig av massa til kula

$$gLsin\theta = gy + \frac{1}{2}v_{cm}^2 + \frac{1}{5}v_{cm}^2 \tag{18}$$

sidan det ikkje er definert noko spesifikt mål med å sette opp denne likninga velger eg å stoppe her.

# Oppgåve 2

## a)



## b)

- $G_A - S_A = m_A a \rightarrow S_A = G_A - m_A a$
- $S_B - G_B = m_B a \rightarrow S_B = m_B a + G_B$
- $(\Sigma\tau)_{ytre} = I\alpha \rightarrow (S_A - S_B)R = I\alpha$

Løyser likningssettet algebraisk

$$(G_A - m_A a - m_B a - G_B)R = I\alpha \tag{19}$$

Vi kan beskrive treghetsmomentet til trinsa som ein massiv sylinder $I = \frac{1}{2}mR^2$.

$$(G_A - m_A a - m_B a - G_B)R = \frac{1}{2}m_c R^2 \alpha \tag{20}$$

vi veit at $\alpha = \frac{a}{R}$

$$(G_A - m_A a - m_B a - G_B) = \frac{1}{2}m_c R \frac{a}{R} \tag{21}$$

gravitasjonskreftene er gitt som $G = mg$

$$(m_A g - m_A a - m_B a - m_B g) = \frac{1}{2}m_c a \tag{22}$$

forenkler algebraisk for å finne uttrykk for akselerasjonen

$$a = \frac{(m_A - m_B)g}{\frac{1}{2}m_C + m_A + m_B} \rightarrow a = 2,00[m/s^2] \tag{23}$$

## c)

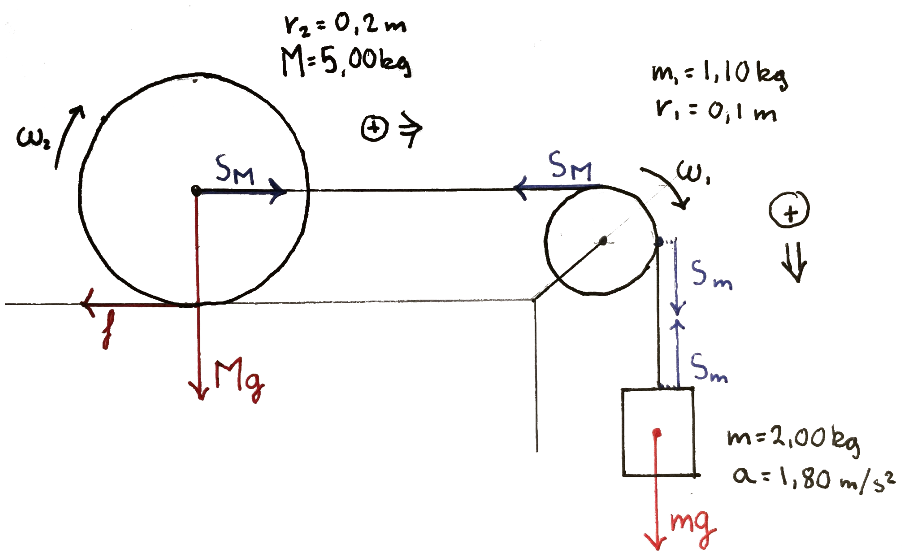
Vi kan finne numeriske størrelsar for snordraga

- $S_A = G_A - m_A a \rightarrow S_A = 273[N]$
- $S_B = m_B a + G_B \rightarrow S_B = 248[N]$

## d)

Dei to snordraga $S_A$ og $S_B$ er ikkje eit kraftpar i dette tilfellet, sidan dei verker på trinsa og ikkje på kvarandre. Dette overholdast nettop av at tråden ligger over trinsa i eit tilfelle av statisk friksjon, som oppgitt i oppgåveteksten. I tilfellet det ikkje er nokon friksjon mellom tråden og trinsa vil $S_A$ og $S_B$ vere eit kraftpar og Newtons tredje lov til gjelde.

## Oppgåve 3




### a)

Gravitasjonskrafta

$$mg = 2,00kg \cdot 9,81m/s^2 = 19,6[N] \tag{24}$$

og snordraget

$$S_m = G_m - ma = 16,0[N] \tag{25}$$

### b)

snordraget mot loddet

$$S_m = G_m - ma = 16,0[N] \tag{26}$$

snordraget mot tønna kan vi finne ved Newtons andre lov for rotasjon

$$(\Sigma\tau)_{ytre} = I\alpha \rightarrow (S_m - S_M)r_1 = \frac{1}{2}m_1 r_1^2 \alpha \tag{27}$$

vi veit at $\alpha = \frac{a}{r}$

$$S_m - S_M = \frac{1}{2}m_1 r_1 \frac{a}{r_1} \rightarrow S_M = S_m - \frac{1}{2}m_1 a \rightarrow S_M = 15,0[N] \tag{28}$$

### c)

Vi har gravitasjonskrafta

$$Mg = 49,1[N] \tag{29}$$

og snordraget mot trinsa

$$S_M = 15,0[N] \tag{30}$$

og friksjonskrafta i kontaktpunktet mellom tønna og bakken, denne kan vi finne med Newtons andre lov

$$\Sigma F = ma \longrightarrow S_M - f = Ma \rightarrow f = S_M - Ma = 6,01[N] \tag{31}$$

Treghetsmomentet til tønna kan vi finne nå som vi kjenner friksjonskrafta

$$\Sigma\tau = I\alpha_z \rightarrow f \cdot r_2 = I\frac{a}{r_2} \rightarrow I = \frac{fr_2^2}{a} \rightarrow I = 0,134[kgm^2] \tag{32}$$

## Oppgåve 4

Først er all energien potensiell, vi setter punktet $l$ som nullpunkt

$$U = mgl \tag{33}$$

deretter, i punktet $l$, er all energien kinetisk. Denne er vi ikkje interesserte i nå. Etter punktet $l$ går energien igjen over i potensiell energi i strikken, dette medfører at hopparen bremser ned. Denne potensielle energien er gitt som $U = \frac{1}{2}kx^2$. Energibevaringslikninga ser slik ut

$$mgl = \frac{1}{2}kx^2 \tag{34}$$

som er alternativ **A**.