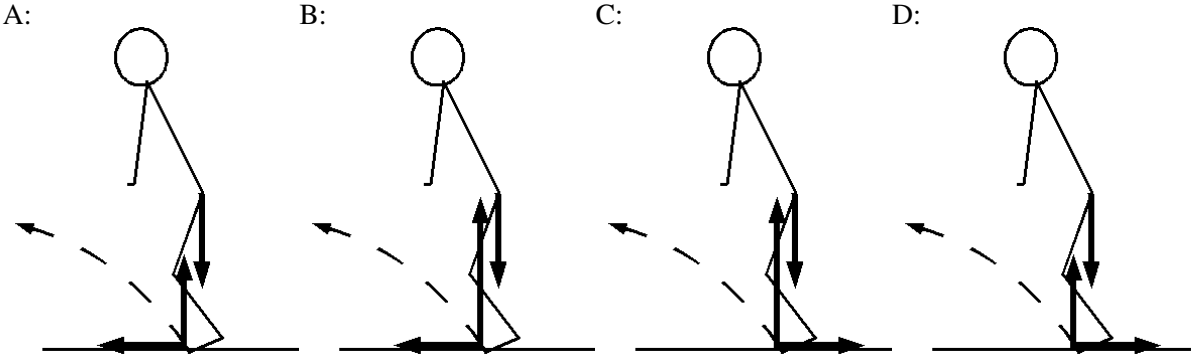
Seminaroppgaver 3

S 3.1 Hopp

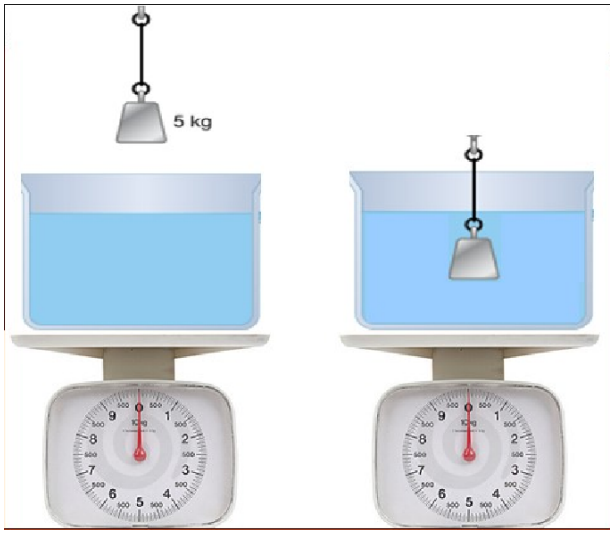
Du skal hoppe oppover og framover. Idet du satser, hvilken figur representerer best kreftene som virker på deg? Hvordan vet du det?

A: B: C: D:



Løsning: B: Normalkrafta må være større enn tyngdekrafta for at vi skal få akselerasjon oppover, og friksjonskrafta må virke framover for at vi skal få akselerasjon framover.

S 3.2 Kan vi presse gjennom vann?



Vekta til venstre viser 10 kg med vannbeholderen på. Hva viser den hvis et 5 kg lodd senkes ned i vannet uten å berøre sidene eller bunnen (Figuren til høyre).

a) Mer enn 10 kg

b) Fortsatt 10 kg

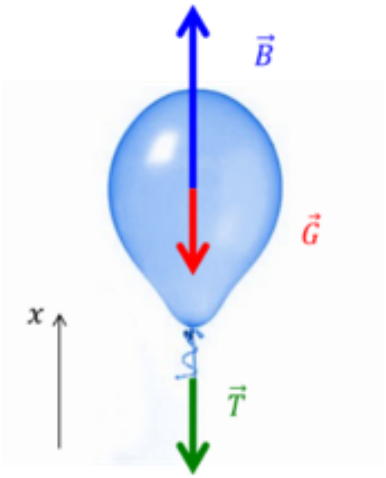
c) Mindre enn 10 kg

Løsning: a. Det vil virke en oppdrift på loddet. Da må det virke en motkraft fra loddet på vannet som presser dette nedover. For at vannet skal ligge i ro må da krafta opp fra vekta øke.

S 3.3 Ballong

Et barn står på Universitetsplassen 17. mai med en heliumballong i hånden. Tegn et frilegemediagram for ballongen og diskuter kreftene. (Anta at det ikke er noe vind.)

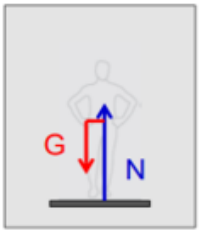
Løsning: Vi kan bruke Arkimedes' prinsipp for å forklare oppdrift: oppdrift er like stor som vekten til luften som ballongen fortrenger. Siden helium er lettere enn luft er oppdriften større enn gravitasjonskraften. Det trengs et snordrag i tillegg for at ballongen ikke stiger opp.



S 3.4 Vekt i heis

En mann på 70 kg står på en vekt i en heis som beveger seg oppover med akselerasjon $a = 2{,}0$ m/s^2. Hvor stor er normalkrafta? Hva viser vekten hvis den er kalibrert for å vise vekt i kg?

Løsning:



Vi bruker N2L:

$$N - mg = ma$$

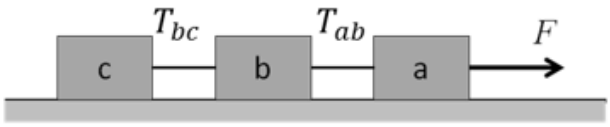
$$\Rightarrow N = m(g+a) = 70\,\text{kg} \cdot 11.81\,\text{m/s}^2 = 826.7\,\text{N}$$

Vekten måler normalkraften, og dersom vekten er kalibrert for å vise kg når man er i et ikke-akselerert system, så viser vekten

$$m = \frac{N}{g} = \frac{826.7\,\text{N}}{9.81\,\text{m/s}^2} = 84\,\text{kg}$$

S 3.5 Tre klosser

Tre legemer på en friksjonsfri flate er forbundet med vektløse snorer som vist i figuren.



Den fremste klossen dras med en kraft F slik at akselerasjonen blir $a = 2,0\,\text{m/s}^2$. Massene til klossene er $m_a = 2,0$ kg, $m_b = 1,0$ kg, $m_c = 2,0$ kg. Vi antar at all friksjon kan neglisjeres. Finn kraften F og snordragene T_{ab} og T_{bc} i snorene som forbinder klossene. (Hint: se først på systemet som består av alle tre klosser, abc, så på systemet som består av bc, og til slutt bare på kloss c.)

Løsning: Alle de tre klossene beveger seg med samme akselerasjon. Først ser vi på systemet som består av alle tre klossene. Snordragene er i så fall indre krefter, og den eneste ytre kraften er F.

$$F = (m_a + m_b + m_c)a = 5\,\text{kg} \cdot 2\,\text{m/s}^2 = 10\,\text{N}$$

Nå ser vi på systemet som består av klosser b og c. Den eneste ytre kraften som virker på systemet er T_{ab}, snordraget T_{bc} er en indre kraft.

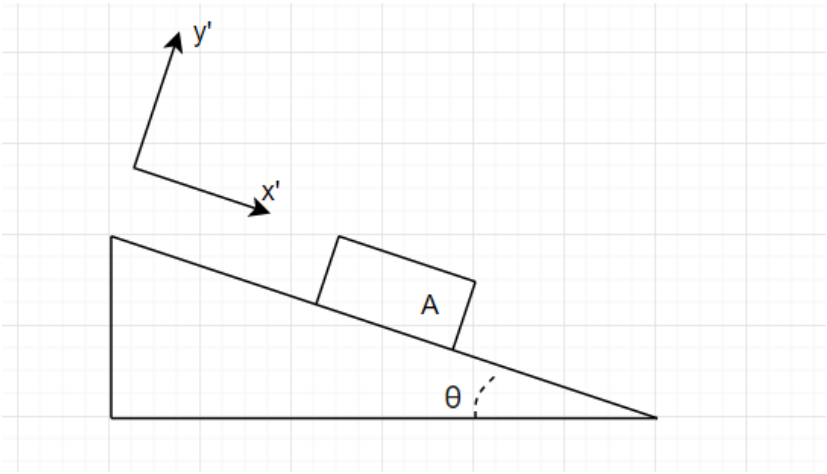
$$T_{ab} = (m_b + m_c)a = 3\,\text{kg} \cdot 2\,\text{m/s}^2 = 6\,\text{N}$$

Til slutt ser vi på kloss c. Den eneste kraften som virker er T_{bc} :

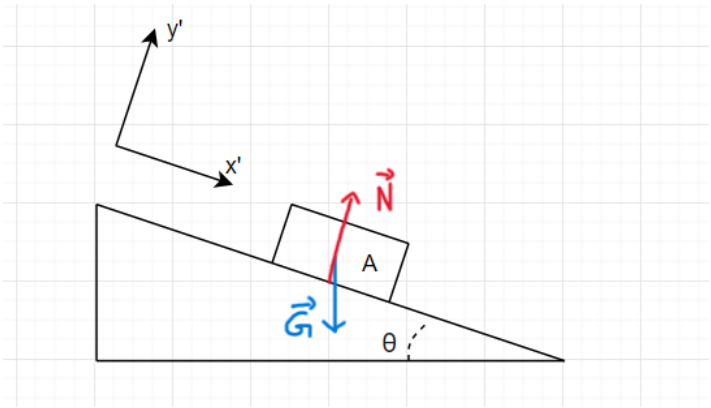
$$T_{bc} = m_c a = 2\,\text{kg} \cdot 2\,\text{m/s}^2 = 4.0\,\text{N}$$

S 3.6 Kloss på skråplan 1

Finn kreftene som virker på klossen som ligger på skråplanet og dekomponer dem (uttrykk dem i det merkede koordinatsystemet). Vi ser bort fra friksjon. Skriv også kreftene opp på vektorform i det merkede koordinatsystemet. (Her står y' normalt på hypotenusen, og x' er parallell med hypotenusen).



Løsning: Her kan det være smart å tegne et frilegemediagram. Det er to krefter som virker på klossen:



Vi har normalkraften som virker normalt på skråplanet samt gravitasjonen som virker i negativ y-retning (obs! ikke y'!). Vi ser at N er parallel med y', så vi trenger ikke å dekomponere den noe videre. Normalkraften blir da på vektorform

$$\vec{N} = N\hat{e}_{y'}$$

Da gjenstår det bare å dekomponere gravitasjonen $G = mg$. Fra formlikhet mellom skråplanet og dekomponerings-trekanten til gravitasjonskraften, så kan man uttrykke G i x' og y' ved vinkelen θ. Fra dette får vi da at

$$G_{x'} = G\sin\theta$$

$$G_{y'} = -G\cos\theta.$$

På vektorform blir dette da

$$\vec{G} = G(\sin\theta\hat{e}_{x'} - \cos\theta\hat{e}_{y'})$$

S 3.7 Kloss på skråplan 2

En kloss med masse 2,2 kg ligger på et skråplan med vinkel 29 grader over horisontalen. Overflaten på skråplanet er friksjonsløs. Hvor mye horisontal kraft må man bruke for å holde denne klossen i ro?

Løsning: De eneste kreftene som virker på klossen er normalkraften N fra skråplanet og gravitasjonen G. Vi gjør dette med sistnevnt metode, men det kan være lærerikt å gjør det på begge måter. Vi begynner med å skrive opp N2L i x- og y-retning, vi vet også at klossen ikke beveger seg, derfor må akserelasjonen være lik 0:

$$\begin{aligned}\sum F_x &= N_x + F = 0\\ \sum F_y &= -G + N_y = 0\end{aligned}$$

Vi bruker formlikhet av trekanter til å dekomponere normalkraften med samme vinkel som skråplanet, dette gir oss at

$$N_x = N\sin 29^\circ, \quad N_y = N\cos 29^\circ$$

Dersom det er vanskelig å se for seg hvordan man skal dekomponere, så er det veldig lurt å lage en tegning.

Setter vi disse inn i N2L for x- og y-retning hver for seg, får vi at

$$\begin{aligned}F &= -N\sin 29^\circ\\ N &= \frac{G}{\cos 29^\circ}\end{aligned}$$

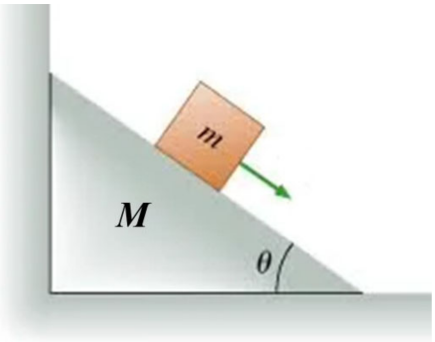
Videre uttrykker vi F ved G og får at

$$F = -mg\tan 29^\circ = 2.2\,\text{kg}\cdot 9.81\,\text{m/s}^2\tan(29^\circ) \approx -12\,\text{N}$$

Vi ser da at den ukjente horisontale kraften F må virke med ca $F = -12$ N for at klossen skal ligge i ro.

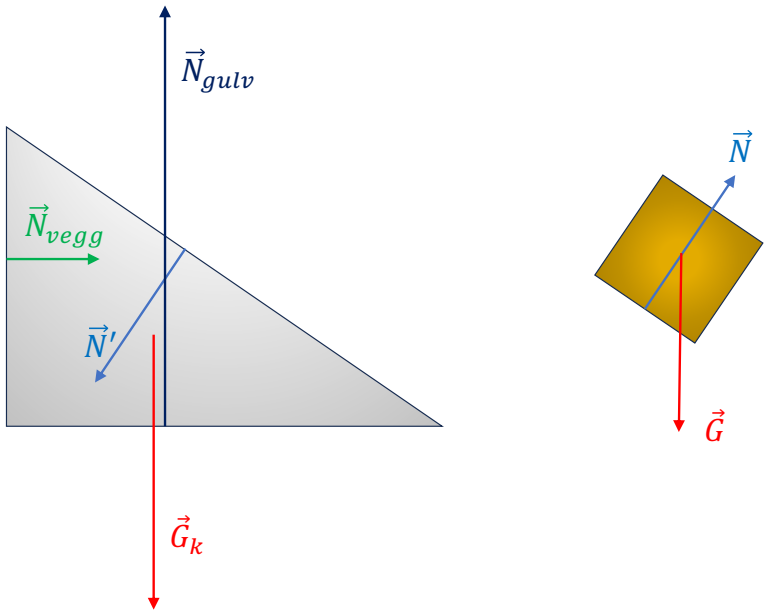
S 3.8 En kloss sklir på en kile [Eksamen H2023]

En kile med masse M og med en helningsvinkel θ er plassert inntil en vegg som vist i figuren. En kloss med masse m sklir ned helningen. Alle overflater på klossen, kilen og gulvet er friksjonsløse, og vi ser bort fra luftmotstand.



a) Tegn to frilegemediagram: ett for klossen og ett for kilen. Husk å definere alle krefter og symboler du bruker i frilegemediagrammene.

Løsning: Se figur. Venstre del er frilegemediagram for kilen, høyre del for klossen.
Symboler:
$\vec{N}$: normalkraft fra kilen på klossen
$\vec{G}$: tyngdekraft fra Jorda på klossen
$\vec{N}_{\text{gulv}}$: normalkraft fra gulvet på kilen
$\vec{N}_{\text{vegg}}$: normalkraft fra veggen på kilen
$\vec{N}'$: normalkraft fra klossen på kilen (motkraft til $\vec{N}$)
$\vec{G}_k$: tyngdekraft fra Jorda på kilen



b) Mens klossen sklir ned helningen, blir kilen trykket mot veggen til venstre. Forklar med ord *hvorfor* kilen blir trykket mot veggen (henvis gjerne til frilegemediagrammene du tegnet i forrige oppgave). Finn også et uttrykk for kraften som kilen blir trykket mot veggen med.

Løsning: Kilen blir trykket mot veggen pga. at normalkraften fra klossen på kilen, $\vec{N}'$, har en komponent i horisontal retning. For at kilen skal være i ro og ikke bevege seg mot venstre må veggen ha en normalkraft på kilen som er akkurat like stor men motsatt rettet. Vi kan bruke Newtons 2. lov på klossen og kilen for å finne et uttrykk for $\vec{N}_{\text{vegg}}$. Klossen beveger seg kun nedover helningen. Newtons 2. lov på klossen for kreftene normalt på helningen gir:

$$N - G = 0 \Rightarrow N = mg\cos\theta.$$

Newtons 2. lov på kilen for kreftene i horisontal retning gir:

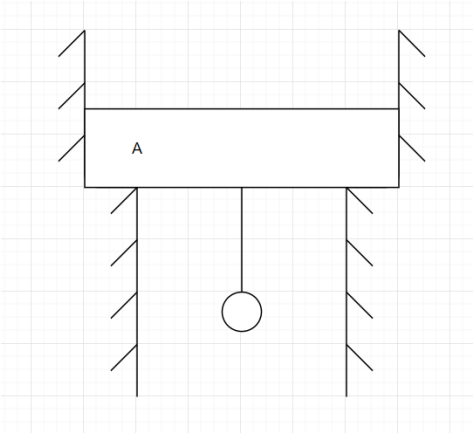
$$N_{\text{vegg}} - N'\sin\theta = 0 \Rightarrow N_{\text{vegg}} = N'\sin\theta = mg\cos\theta\sin\theta = \frac{mg}{2}\sin 2\theta.$$

c) Nå antar vi at det legges et tynt lag sandpapir på den nederste halvdelen av helningen. Det vil si at det fortsatt ikke er friksjon den første halve delen av helningen, men når klossen har sklidd ned halve lengden ("hypotenusen") på kilen, vil klossen skli på sandpapiret. Sandpapiret har en stor dynamisk friksjonskoeffisient μ_d. Vil de følgende størrelsene øke, minke, eller forbli den samme? (Husk å begrunne svarene dine.)
(*i*) akselerasjonen til klossen ned helningen;
(*ii*) normalkraften fra klossen på kilen;
(*iii*) kraften fra kilen på veggen;
(*iv*) normalkraften fra kilen på gulvet.

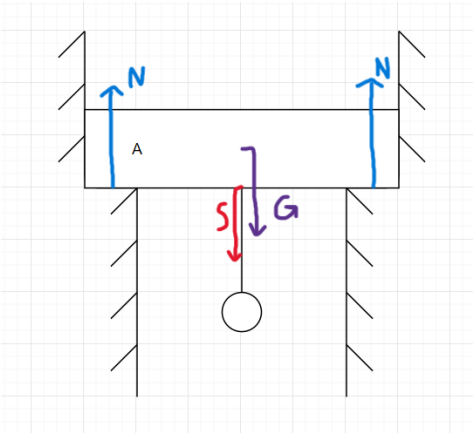
Løsning:
(*i*) Akselerasjonen til klossen ned helningen må *minke* siden friksjonen vil bremse bevegelsen.
(*ii*) Normalkraften fra klossen på kilen *forblir den samme*, siden tyngdekraften på klossen ikke forandrer seg.
(*iii*) Kraften fra kilen på veggen vil *minke* siden friksjonen $\vec{f}$ på klossen virker opp langs helningen, og den tilhørende motkraften $\vec{f}'$ på kilen er like stor men motsatt rettet, og har en horisontal komponent mot høyre. Dermed blir N_{vegg} mindre.
(*iv*) Normalkraften fra kilen på gulvet vil *øke*, igjen pga. at $\vec{f}'$ på kilen også får en komponent i vertikal retning som peker nedover. Dermed må N_{gulv} bli større for å kompensere, og tilsvarende blir normalkraften fra kilen på gulvet større.

S 3.9 Kloss med lodd

Tegn kreftene på rektangel A i figuren. Rektangelet er påvirket av tyngekraft, og koblet til en stav som igjen er koblet til en pendel. Vi kan anta at veggene ikke påvirker rektangelet med en kraft i horisontal retning, dvs. det virker ingen kraft på de korteste sidene fra veggen.



Løsning:



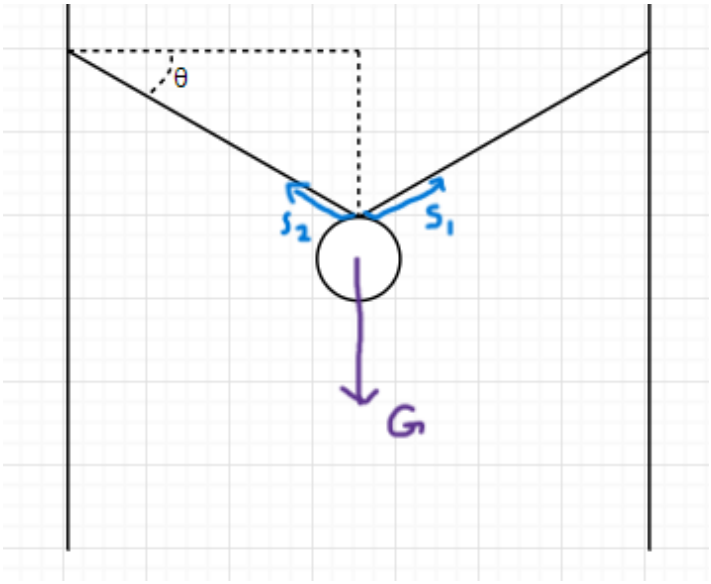
Kreftene som virker på rektangelet er tyngdekraft (som virker nedover), snorkraften som kommer av at pendelen er festet i rektangelet, og normalkraften fra hellen som rektangelet ligger på som virker fra to punkter i positiv retning.

S 3.10 Kule i snorer

a Tegn frilegemediagrammet til en kule som er festet like høyt til to parallelle vegger med to snorer. Pass på at kraftvektorene har omtrent riktig størrelse.

b Finn en annen gruppe som har kommet gjennom denne oppgaven og sammenlign frilegemediagrammet du/dere har tegnet med deres.

Løsning:



I denne figuren ser vi kulen som er festet like høyt i begge veggene med to utstrakte snorer. Kreftene som virker på kulen er gravitasjon, og de respektive snordragene. NB: De to snordragene skal ha omlag like lange vektorer.