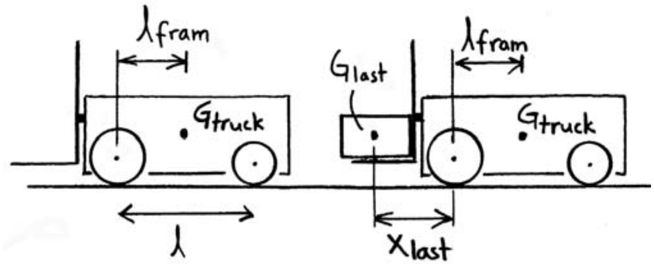
123)



<u>Givet:</u> $N_{\text{fram}}^{\text{tom}} = 53.4$ kN

$N_{\text{bak}}^{\text{tom}} = 55.2$ kN

$l = 2.1$ m

$m_{\text{last}} = 6300$ kg

$x_{\text{last}} = 1.3$ m

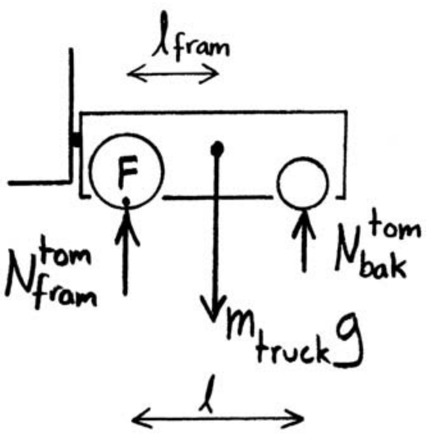
<u>Sökt:</u> a) m_{truck}

b) l_{fram}

c) $N_{\text{fram}}^{\text{full}}$, $N_{\text{bak}}^{\text{full}}$

d) m_{last} så ej tippar framåt

Frilägg den tomma gaffeltrucken:



Från avsnitt 9.4 har vi utnyttjat hur följande krafter ser ut: tyngdkraften mg samt kontaktkraften utan friktion.

Jämvikt, (9.8), $\overline{F} = \overline{0}$, $\overline{M}_{\mathcal{F}} = \overline{0}$:

I allmänhet är friktionskraften mellan ett däck och vägen nollskild: detta är fallet om man bromsar eller accelererar (jämför tal 114). Eftersom gaffeltrucken står stilla på ett horisontellt underlag kommer det inte finnas några friktionskrafter här.

$$\uparrow: \quad N_{\text{fram}}^{\text{tom}} + N_{\text{bak}}^{\text{tom}} - m_{\text{truck}} g = 0 \qquad (1)$$

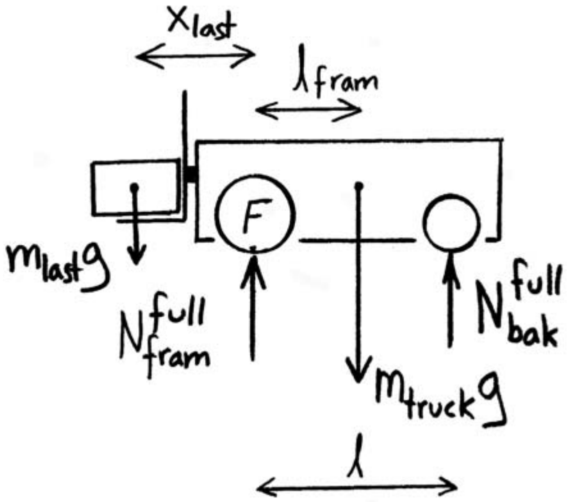
$$\overset{\curvearrowleft}{\mathcal{F}}: \quad N_{\text{bak}}^{\text{tom}} l - m_{\text{truck}} g l_{\text{fram}} = 0 \qquad (2)$$

Momentpunkten kan väljas godtyckligt. Vi väljer den här till framhjulets kontaktpunkt $\mathcal{F}$.

$$(1) \Rightarrow \quad \underline{\underline{m_{\text{truck}}}} = \frac{N_{\text{fram}}^{\text{tom}} + N_{\text{bak}}^{\text{tom}}}{g} = \underline{\underline{11.1 \text{ ton}}}$$

$$\text{Insättning i (2)} \Rightarrow \quad \underline{\underline{l_{\text{fram}}}} = \frac{N_{\text{bak}}^{\text{tom}}}{m_{\text{truck}} g} l = \underline{\underline{1.07 \text{ m}}}$$

Frilägg den lastade gaffeltrucken:



Jämvikt:

$$\uparrow: \quad N_{\text{fram}}^{\text{full}} + N_{\text{bak}}^{\text{full}} - m_{\text{truck}} g - m_{\text{last}} g = 0 \qquad (3)$$

$$\overset{\frown}{\mathcal{F}}: \quad N_{\text{bak}}^{\text{full}} l - m_{\text{truck}} g l_{\text{fram}} + m_{\text{last}} g x_{\text{last}} = 0 \qquad (4)$$

$$(4) \Rightarrow \quad N_{\text{bak}}^{\text{full}} = \frac{m_{\text{truck}} g l_{\text{fram}} - m_{\text{last}} g x_{\text{last}}}{l} \qquad (5)$$

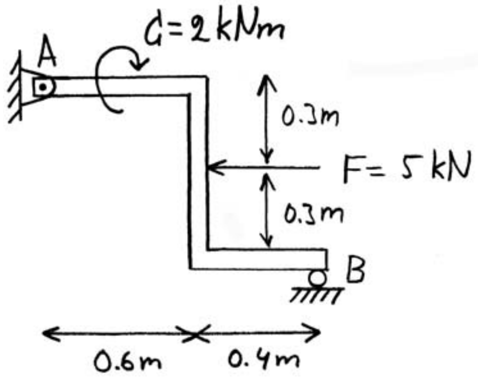
$$\therefore \quad \underline{\underline{N_{\text{bak}}^{\text{full}} = 16.9 \text{ kN}}}$$

Insättning i (3) $\Rightarrow$ $\underline{\underline{N_{\text{fram}}^{\text{full}}}} = m_{\text{truck}}g + m_{\text{last}}g - N_{\text{bak}}^{\text{full}} = \underline{\underline{153 \text{ kN}}}$

Gaffeltrucken tippar inte framåt så länge bakhjulet är i kontakt med underlaget, d.v.s. så länge $N_{\text{bak}}^{\text{full}} > 0$.

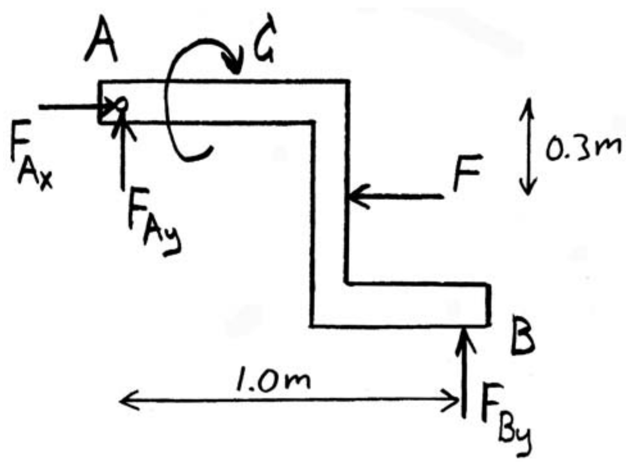
(5) $\Rightarrow$ $\underline{\underline{m_{\text{last}} <}} \dfrac{l_{\text{fram}}}{x_{\text{last}}} m_{\text{truck}} = \underline{\underline{9.09 \text{ ton}}}$

124)



<u>Sökt:</u> Reaktionskrafter vid $\mathcal{A}$ och $\mathcal{B}$

Frilägg balken:



Från avsnitt 9.4 har vi utnyttjat hur följande krafter ser ut: gångjärnskraften vid $\mathcal{A}$ samt rullekraften vid $\mathcal{B}$.

Jämvikt, (9.8), $\overline{F} = \overline{0}$, $\overline{M}_{\mathcal{A}} = \overline{0}$:

$\longrightarrow$: $\quad F_{\mathcal{A}_x} - F = 0 \qquad (1)$

$\uparrow$: $\quad F_{\mathcal{A}_y} + F_{\mathcal{B}_y} = 0 \qquad (2)$

$\overset{\curvearrowleft}{\mathcal{A}}$: $\quad F_{\mathcal{B}_y} \cdot (0.6 + 0.4) - C - F \cdot 0.3 = 0 \qquad (3)$

Momentpunkten kan väljas godtyckligt. Vi väljer den här till $\mathcal{A}$ så att de obekanta kraftkomponenterna vid $\mathcal{A}$ inte ger något bidrag till momentet.

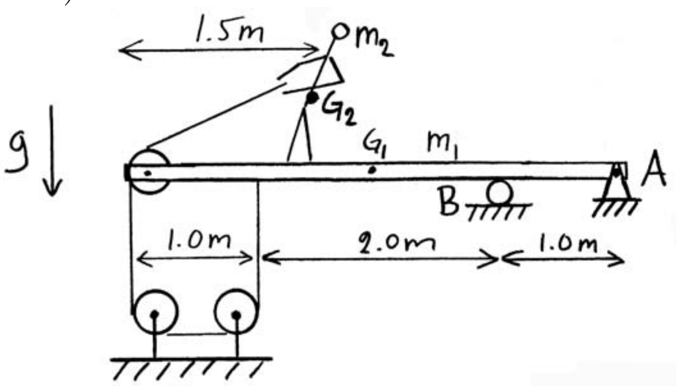
(3) $\Rightarrow$ $\quad \underline{\underline{F_{\mathcal{B}_y} = 3.5 \text{ kN}}}$

$F_{\mathcal{B}_y} > 0$ ok!

$$(1) \Rightarrow \quad \underline{\underline{F_{\mathcal{A}_x} = 5.0 \text{ kN}}}$$

$$(2) \Rightarrow \quad \underline{\underline{F_{\mathcal{A}_y} = -3.5 \text{ kN}}}$$

125)



<u>Givet:</u> Snörkraft $S = 200$ N

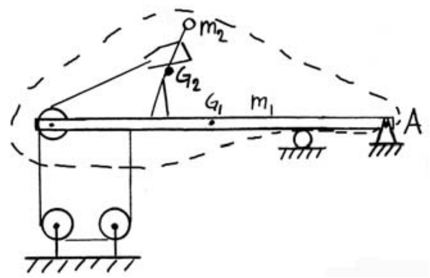
$m_1 = 100$ kg

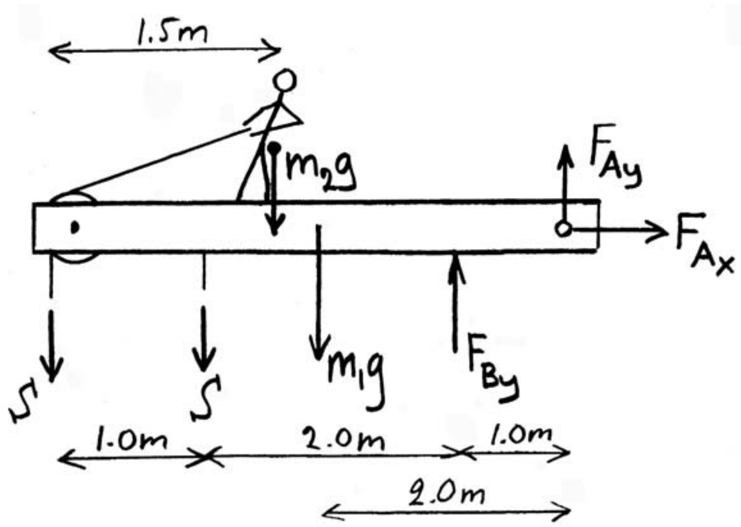
$m_2 = 60$ kg

<u>Sökt:</u> Reaktionskrafter vid $\mathcal{A}$ och $\mathcal{B}$

Frilägg balken inklusive personen som *ett* system:

Eftersom vi har två kroppar är det lämpligt att börja med att frilägga båda kropparna som *ett* system.





Från avsnitt 9.4 har vi utnyttjat hur följande krafter ser ut: tyngdkrafterna, snörkraften, gångjärnskraften vid $\mathcal{A}$ samt rullekraften vid $\mathcal{B}$.

Vid friläggningen får vi, i denna uppgift, tre obekanta kraftkomponenter. Eftersom varje friläggning i 2D ger tre oberoende ekvationer (se avsnitt 9.5.2), kan vi få alltså fram alla obekanta utan att behöva frilägga de enskilda kropparna.

Från sid. 46 vet vi att kraften i ett snöre är den samma överallt. Snörkrafterna måste vara riktade som i figuren eftersom det är en *dragkraft* i snöret.

Jämvikt, (9.8), $\overline{F} = \overline{0}$, $\overline{M}_{\mathcal{A}} = \overline{0}$:

$$\uparrow: \quad F_{\mathcal{A}_y} - m_1 g - m_2 g - 2S + F_{\mathcal{B}_y} = 0 \qquad (1)$$

$$\rightarrow: \quad \underline{\underline{F_{\mathcal{A}_x} = 0}}$$

$$\overset{\curvearrowleft}{\mathcal{A}}: \quad S \cdot 4.0 + S \cdot 3.0 + m_2 g \cdot (4.0 - 1.5) +$$

$$+ m_1 g \cdot 2.0 - F_{\mathcal{B}_y} \cdot 1.0 = 0 \qquad (2)$$

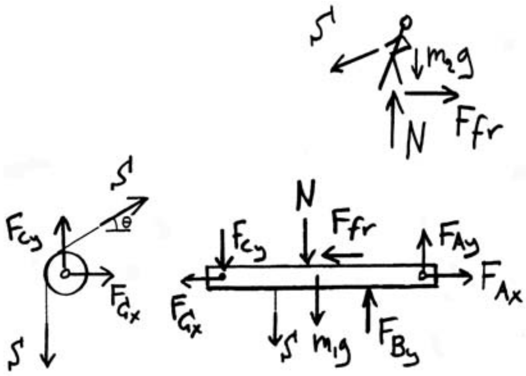
Momentpunkten kan väljas godtyckligt. Vi väljer den här till $\mathcal{A}$ så att de obekanta kraftkomponenterna vid $\mathcal{A}$ inte ger något bidrag till momentet.

$$(2) \Rightarrow \quad \underline{\underline{F_{\mathcal{B}y} = 4.8 \text{ kN}}}$$

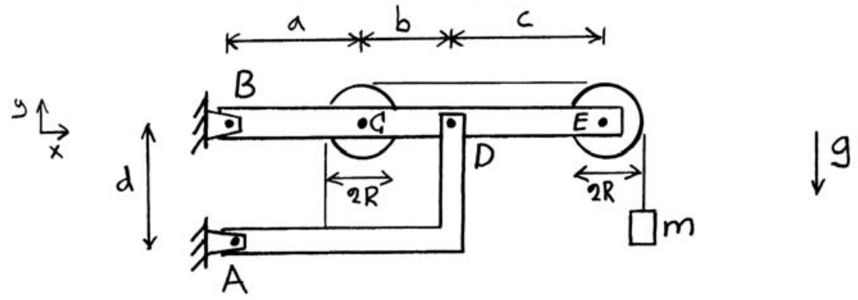
$F_{\mathcal{B}y} > 0$ ok!

$$\text{Insättning i (1)} \Rightarrow \quad \underline{\underline{F_{\mathcal{A}y} = -2.9 \text{ kN}}}$$

Alternativt hade vi naturligtvis kunnat frilägga de olika kropparna. Därvid kommer normalkraften och friktionskraften mellan person och balk med i friläggningsfiguren, vilka de inte gör vid friläggningen av systemet balk+person eftersom dessa krafter är interna i det systemet. Snörets vinkel θ kan elimineras ur jämviktsekvationerna (vår lösning är ju oberoende av θ).

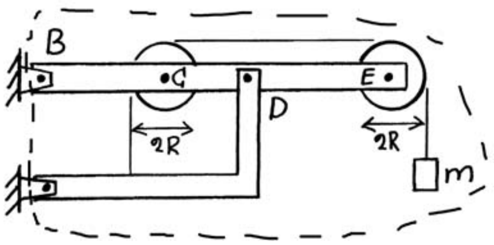


126)



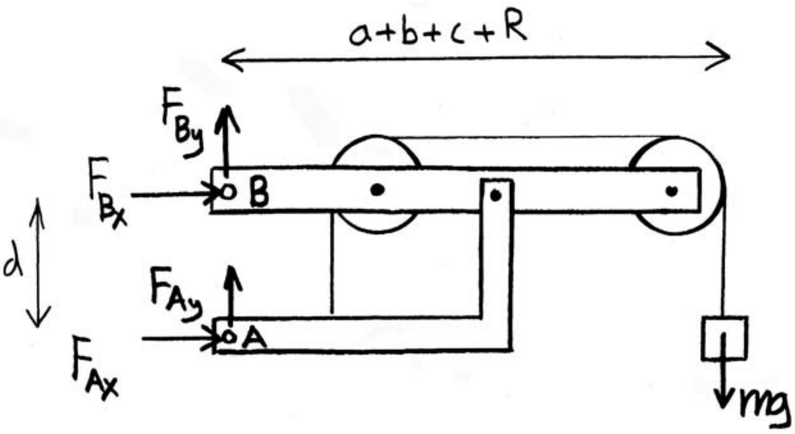
Sökt:
Reaktionskrafter vid $\mathcal{A}$ och $\mathcal{B}$

Eftersom vi har flera kroppar är det lämpligt att börja med att frilägga alla kroppar som *ett* system.



Från avsnitt 9.4 har vi utnyttjat hur följande krafter ser ut: tyngdkraften samt gångjärnskrafterna vid $\mathcal{A}$ och $\mathcal{B}$.

Frilägg alla kroppar som *ett* system:



Jämvikt, (9.8), $\overline{F} = \overline{0}$, $\overline{M}_{\mathcal{B}} = \overline{0}$:

$\rightarrow$: $\quad F_{\mathcal{A}} + F_{\mathcal{B}x} = 0 \qquad (1)$

$\uparrow$: $\quad F_{\mathcal{A}y} + F_{\mathcal{B}y} - mg = 0 \qquad (2)$

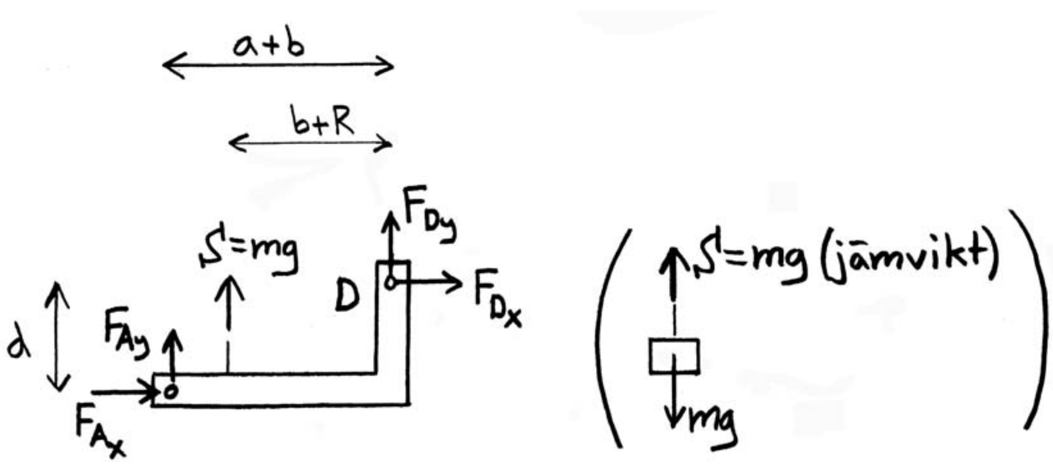
$\overset{\curvearrowright}{\mathcal{B}}$: $\quad mg(a+b+c+R) - F_{\mathcal{A}x}d = 0 \qquad (3)$

Momentpunkten kan väljas godtyckligt. Vi väljer den här till $\mathcal{B}$ så att de obekanta kraftkomponenterna vid $\mathcal{B}$ inte ger något bidrag till momentet.

$$(3) \Rightarrow \quad \underline{\underline{F_{\mathcal{A}x} = \frac{mg(a+b+c+R)}{d}}}$$

Insättning i (1) $\Rightarrow$ $$\underline{\underline{F_{\mathcal{B}x} = -\frac{mg(a+b+c+R)}{d}}}$$

Frilägg kropp $\mathcal{AD}$:



För att hitta fler ekvationer frilägger vi även kropp $\mathcal{AD}$. Från avsnitt 9.4 har vi utnyttjat hur följande krafter ser ut: snörkraften samt gångjärnskrafterna vid $\mathcal{A}$ och $\mathcal{D}$. Från sid. 46 vet vi att kraften i ett snöre är den samma överallt.

Snörkraften måste vara mg eftersom tyngden mg hänger i vila (jämför dock exempel 2.4).

Jämvikt:

$$\overset{\curvearrowright}{\mathcal{D}}: \quad mg(b+R) + F_{\mathcal{A}y}(a+b) - F_{\mathcal{A}x}d = 0 \quad \Leftrightarrow$$

Genom att välja momentpunkten till $\mathcal{D}$ ger de obekanta kraftkomponenterna vid $\mathcal{D}$ inte något bidrag till momentet.

$$\underline{\underline{F_{\mathcal{A}y}}} = \frac{F_{\mathcal{A}x}d - mg(b+R)}{a+b} =$$

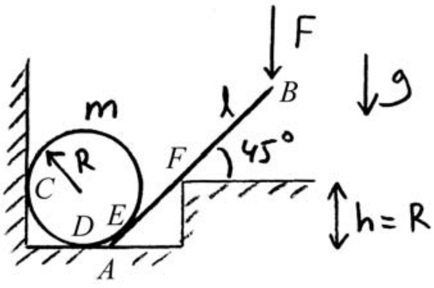
$$= \frac{mg(a+b+c+R) - mg(b+R)}{a+b} = \underline{\underline{\frac{mg(a+c)}{a+b}}}$$

Insättning i (2) $\Rightarrow$

$$\underline{\underline{F_{\mathcal{B}y}}} = mg - F_{\mathcal{A}y} = \frac{mg(a+b) - mg(a+c)}{a+b} = \underline{\underline{\frac{mg(b-c)}{a+b}}}$$

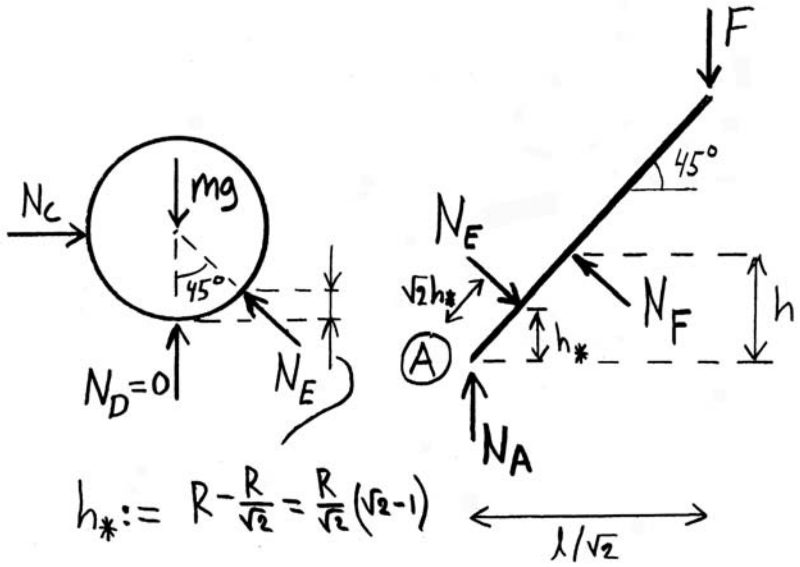
Dimensionen ok!

115)



<u>Sökt:</u> F så lyfter.

Frilägg cylindern respektive spettet:



Jämvikt:

Cylinder:

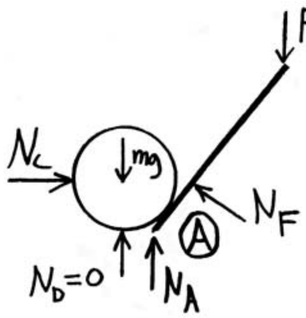
$$\uparrow: \quad \frac{N_{\mathcal{E}}}{\sqrt{2}} - mg = 0 \quad \Leftrightarrow$$

$$N_{\mathcal{E}} = \sqrt{2}mg$$

Cylindern förlorar kontakten mot marken då normalkraften vid $\mathcal{D}$ blir noll. Vi kan tänka oss två alternativa lösningsstrategier:
i) Sätt redan från början $N_{\mathcal{D}} = 0$ och bestäm F.
ii) Bestäm $N_{\mathcal{D}} = N_{\mathcal{D}}(F)$, och kontrollera för vilket F som $N_{\mathcal{D}} = 0$.

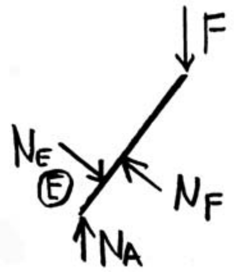
Alternativ *ii)* ger mer insikt, medan alternativ *i)* ger kortast lösning. Vi väljer här alternativ *i)*.

Eftersom vi har två kroppar är vår första idé att frilägga kropparna som ett enda system:



Från avsnitt 9.4 har vi utnyttjat hur följande krafter ser ut: tyngdkraften samt kontaktkraften utan friktion.

Vi har här fyra obekanta ($N_{\mathcal{A}}$, $N_{\mathcal{C}}$, $N_{\mathcal{F}}$ och F. Vi kan ställa upp tre jämviktsekvationer, exempelvis $\rightarrow$, $\uparrow$ och $\widehat{\mathcal{A}}$.



Vi kan få en fjärde ekvation utan att föra in någon extra obekant genom att teckna momentjämvikt $\widehat{\mathcal{E}}$ för spettet. Med hjälp av dessa ekvationer kan vi alltså bestämma F.

Men om vi i stället frilägger cylindern och spettet var för sig, visar det sig bli enklare att "nysta upp" alla obekanta krafter. Detta inses genom att betrakta friläggningsfigurerna och betänka att varje friläggningsfigur ger tre oberoende jämviktsekvationer. I friläggningsfiguren för cylindern har vi två obekanta krafter ($N_{\mathcal{C}}$ och $N_{\mathcal{E}}$), så dessa kan bestämmas. För spettet har vi tre nya obekanta ($N_{\mathcal{A}}$, $N_{\mathcal{F}}$ och F) – vid $\mathcal{E}$ fås ingen ny obekant eftersom kraften där enligt lagen om verkan och motverkan (Newton III) är lika stor som kraften vid $\mathcal{E}$ på cylindern, men motriktad. Följaktligen kan vi från jämviktsekvationerna för spettet bestämma F. Vi väljer därför här att redan från början frilägga cylindern och spettet var för sig.

Spett:

$$\rightarrow: \quad \frac{N_{\mathcal{E}}}{\sqrt{2}} - \frac{N_{\mathcal{F}}}{\sqrt{2}} = 0 \quad \Leftrightarrow \quad N_{\mathcal{F}} = \sqrt{2}mg$$

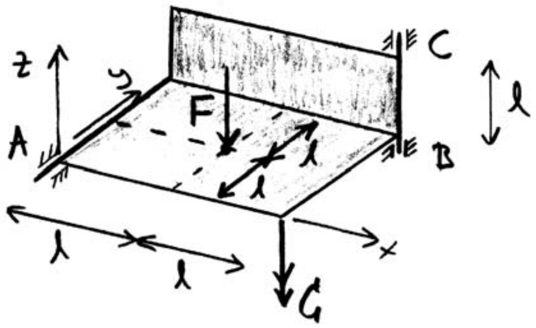
$$\overset{\curvearrowright}{\mathcal{A}}: \quad N_{\mathcal{E}}R(\sqrt{2}-1) - N_{\mathcal{F}}\sqrt{2}h + F\frac{l}{\sqrt{2}} = 0 \quad \Leftrightarrow$$

$$\sqrt{2}mgR(\sqrt{2}-1) - \sqrt{2}mg\sqrt{2}h + \frac{Fl}{\sqrt{2}} = 0 \quad \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \Big/ h = R \Big/ \Leftrightarrow \quad \underline{\underline{F = \frac{2mgR}{l}}}$$

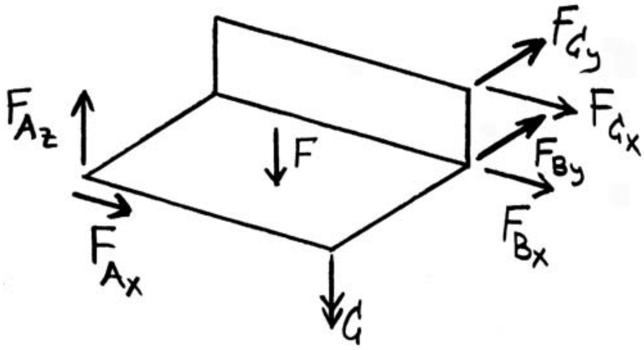
Om vi i stället hade tecknat ett allmänt uttryck för $N_{\mathcal{D}} = N_{\mathcal{D}}(F)$, hade vi fått $N_{\mathcal{D}} = mg - \frac{Fl}{2R}$. Cylindern är i kontakt med marken om $N_{\mathcal{D}} > 0$, d.v.s. för $F < \frac{2mgR}{l}$.

118)



<u>Sökt:</u> Reaktionskrafter vid $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$ och $\mathcal{C}$

Frilägg plåten:



Från avsnitt 9.4 har vi utnyttjat hur följande krafter ser ut: radiallagerkrafterna vid $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$ och $\mathcal{C}$.

Kraftjämvikt, $\overline{F} = \overline{0}$:

$$\hat{x}: \quad F_{\mathcal{A}x} + F_{\mathcal{B}x} + F_{\mathcal{C}x} = 0 \qquad (1)$$

$$\hat{y}: \quad F_{\mathcal{B}y} + F_{\mathcal{C}y} = 0 \qquad (2)$$

$$\hat{z}: \quad -F + F_{\mathcal{A}z} = 0 \qquad (3)$$

Momentjämvikt, $\overline{M}_{\mathcal{A}} = \overline{0}$:

$$(l\,\hat{x} + l\hat{y}) \times (-F\,\hat{z}) + (-C\,\hat{z}) +$$

Moment av en kraft enligt (9.1). Kraftparsmoment fri vektor enligt sid. 184.

$$+(2l\,\hat{x}+2l\,\hat{y})\times(F_{\mathcal{B}}\,\hat{x}+F_{\mathcal{B}_y}\,\hat{y})+$$

$$+(2l\,\hat{x}+2l\,\hat{y}+l\,\hat{z})\times(F_{\mathcal{C}}\,\hat{x}+F_{\mathcal{C}_y}\,\hat{y})\;=$$

$$=\;Fl\,\hat{y}-Fl\,\hat{x}-C\,\hat{z}+2lF_{\mathcal{B}_y}\,\hat{z}-2lF_{\mathcal{B}_x}\,\hat{z}+$$

$$+2lF_{\mathcal{C}_y}\,\hat{z}\;-\;2lF_{\mathcal{C}_x}\,\hat{z}\;+\;lF_{\mathcal{C}_x}\,\hat{y}\;-\;lF_{\mathcal{C}_y}\,\hat{x}\;=\;\overline{0}$$

Identifiera:

$$\hat{x}:\quad -Fl\;-\;lF_{\mathcal{C}_y}\;=\;0\qquad(4)$$

$$\hat{y}:\quad Fl\;+\;lF_{\mathcal{C}_x}\;=\;0\qquad(5)$$

$$\hat{z}:\quad -C\;+\;2lF_{\mathcal{B}_y}\;-\;2lF_{\mathcal{B}_x}\;+\;2lF_{\mathcal{C}_y}\;-\;2lF_{\mathcal{C}_x}\;=\;0\qquad(6)$$

$$(4)\Rightarrow\quad \underline{\underline{F_{\mathcal{C}_y}\;=\;-F}}$$

$$(5)\Rightarrow\quad \underline{\underline{F_{\mathcal{C}_x}\;=\;-F}}$$

$$(3)\Rightarrow\quad \underline{\underline{F_{\mathcal{A}_z}\;=\;F}}$$

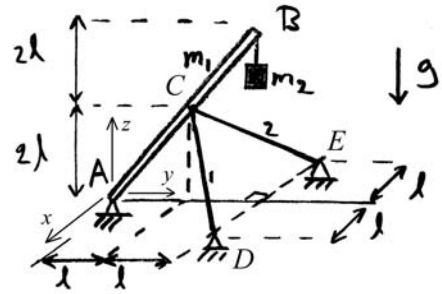
$$(2)\Rightarrow\quad \underline{\underline{F_{\mathcal{B}_y}}}\;=\;-F_{\mathcal{C}_y}\;=\;\underline{\underline{F}}$$

$$(6)\Rightarrow\quad \underline{\underline{F_{\mathcal{B}_x}}}\;=\;F_{\mathcal{B}_y}\;+\;F_{\mathcal{C}_y}\;-\;F_{\mathcal{C}_x}\;-\;\frac{C}{2l}\;=\;\underline{\underline{F\;-\;\frac{C}{2l}}}$$

$$(1) \Rightarrow \quad \underline{\underline{F_{\mathcal{A}_x}}} = -F_{\mathcal{B}_x} - F_{\mathcal{C}_x} = \underline{\underline{\frac{C}{2l}}}$$

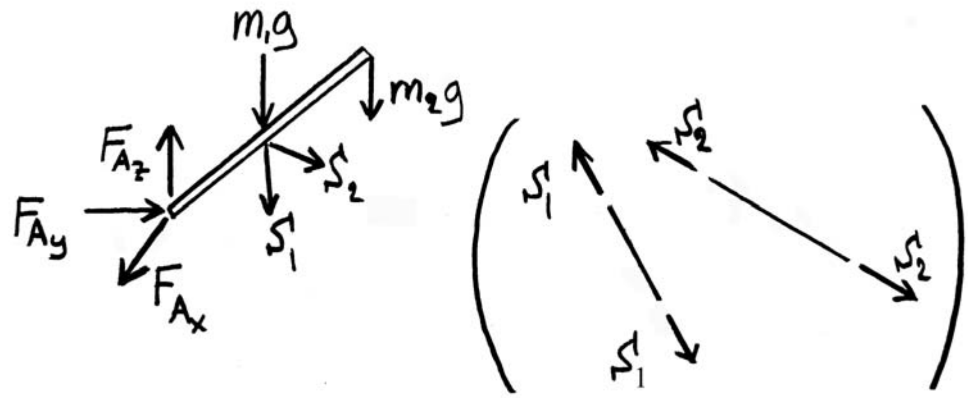
Dimensionen ok!

119)



Sökt: Reaktionskraften vid $\mathcal{A}$ samt stångkrafterna

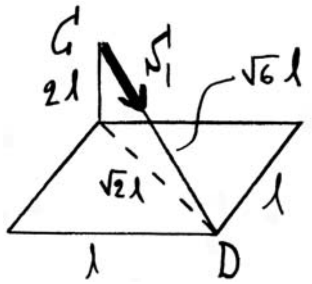
Frilägg balken:



Stängerna $\mathcal{CD}$ och $\mathcal{CE}$ är bara belastade med krafter i ändpunkterna (och inga kraftparsmoment). De är alltså tvåkraftskroppar så att stångkrafterna S_1 och S_2 är parallella med stängerna (se sid. 195).

Symmetri $\Rightarrow \quad S_1 = S_2$

Stångkrafterna på vektorform:



$$\overline{S}_1 = S_1 \left(\frac{1}{\sqrt{6}}\,\hat{x} + \frac{1}{\sqrt{6}}\,\hat{y} - \frac{2}{\sqrt{6}}\,\hat{z} \right)$$

$$\overline{S}_2 = \underbrace{S_2}_{S_1}\left(-\frac{1}{\sqrt{6}}\,\hat{x} + \frac{1}{\sqrt{6}}\,\hat{y} - \frac{2}{\sqrt{6}}\,\hat{z}\right)$$

Kraftjämvikt, $\overline{F} = \overline{0}$:

$$\hat{x}: \quad F_{\mathcal{A}x} + \frac{S_1}{\sqrt{6}} - \frac{S_1}{\sqrt{6}} = 0 \quad \Leftrightarrow \quad \underline{\underline{F_{\mathcal{A}x} = 0}}$$

$$\hat{y}: \quad F_{\mathcal{A}y} + \frac{2S_1}{\sqrt{6}} = 0 \qquad (1)$$

$$\hat{z}: \quad F_{\mathcal{A}z} - \frac{4S_1}{\sqrt{6}} - m_1 g - m_2 g = 0 \qquad (2)$$

Momentjämvikt, $\overline{M}_{\mathcal{A}} = \overline{0}$:

$$\overline{M}_{\mathcal{A}} = (l\,\hat{y} + 2l\,\hat{z}) \times (-m_1 g\,\hat{z}) +$$

$$+ (2l\,\hat{y} + 4l\,\hat{z}) \times (-m_2 g\,\hat{z}) + (l\,\hat{y} + 2l\,\hat{z}) \times (\overline{S}_1 + \overline{S}_2) =$$

$$= -m_1 g l\,\hat{x} - 2m_2 g l\,\hat{x} - \frac{4S_1 l}{\sqrt{6}}\,\hat{x} - \frac{4S_1 l}{\sqrt{6}}\,\hat{x} = \overline{0} \quad \Leftrightarrow$$

$$\underline{\underline{S_1 = -\frac{\sqrt{6}(m_1 + 2m_2)g}{8}}}$$

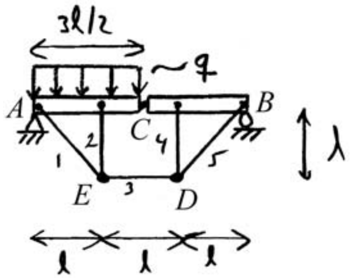
$S_1 < 0$ ok, ty stängerna trycks.

$$(1) \Rightarrow \quad \underline{\underline{F_{\mathcal{A}y}}} = -\frac{2S_1}{\sqrt{6}} = \underline{\underline{\frac{(m_1 + 2m_2)g}{4}}}$$

$$(2) \Rightarrow \quad \underline{\underline{F_{\mathcal{A}_z}}} = \frac{4S_1}{\sqrt{6}} + m_1 g + m_2 g =$$

$$= -\frac{m_1 g}{2} - m_2 g + m_1 g + m_2 g = \underline{\underline{\frac{m_1 g}{2}}}$$

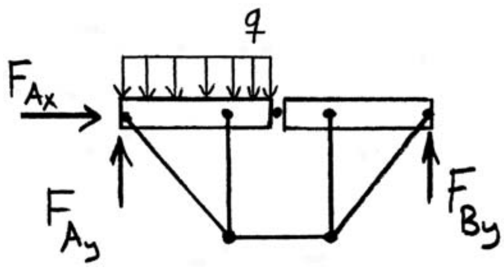
117)



Sökt: Stångkrafterna $S_i, \; i = 1, \ldots, 5$

Vi ser direkt ur figuren att samtliga stänger bara är belastade med krafter i sina ändpunkter (och inte av något kraftparsmoment). Stängerna är alltså tvåkraftskroppar så att stångkrafterna S_i är parallella med stängerna (se sid. 195).

Frilägg hela konstruktionen:



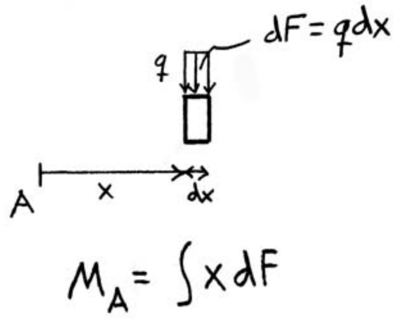
Eftersom konstruktionen består av flera delar är det lämpligt att börja med att frilägga hela konstruktionen som *ett* system.

Jämvikt:

$$\rightarrow: \quad F_{\mathcal{A}x} = 0$$

$$\uparrow: \quad F_{\mathcal{A}y} + F_{\mathcal{B}y} + \underbrace{\int_0^{3l/2} q \, dx}_{3ql/2} = 0 \qquad (1)$$

Linjelaster beskrivs på sid. 185–186.



$$\overset{\curvearrowleft}{\mathcal{A}}: \quad -F_{\mathcal{B}y}3l + \int_0^{3l/2} x \, q \, dx = 0 \quad \Leftrightarrow$$

$$-F_{\mathcal{B}y}3l + \frac{q}{2}\Big[x^2\Big]_0^{3l/2} = 0 \quad \Leftrightarrow$$

$$-F_{\mathcal{B}y}3l + \frac{9ql^2}{8} = 0 \quad \Leftrightarrow$$

Momentpunkten kan väljas godtyckligt. Vi väljer den här till $\mathcal{A}$ så att de obekanta kraftkomponenterna vid $\mathcal{A}$ inte ger något bidrag till momentet.

$$F_{\mathcal{B}y} = \frac{3ql}{8} \qquad (2)$$

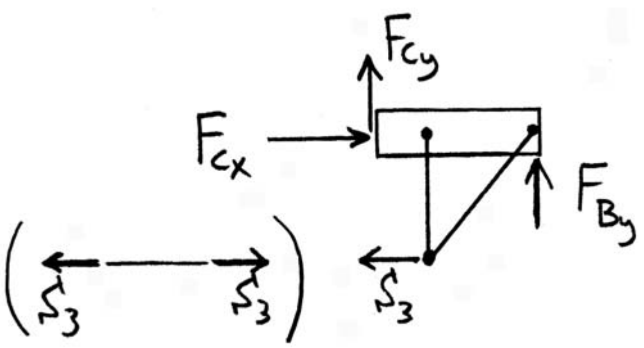
Insättning i (1) $\Rightarrow$

$$F_{\mathcal{A}y} = \frac{3ql}{2} - \frac{3ql}{8} = \frac{9ql}{8}$$

Frilägg högra halvan:

Vi försöker nu hitta något delsystem av kroppar där vi kan hitta ekvationer som gör det möjligt att få fram de sökta stångkrafterna. Alternativt kan man, naturligtvis, frilägga varje kropp i konstruktionen och ställa upp tre jämviktsekvationer för varje kropp, men det leder här till väldigt många ekvationer att lösa.

Vi ser att om vi frilägger den högra halvan av konstruktionen kommer det bara in tre nya obekanta (om vi utnyttjar att stångkraften S_3 är horisontell eftersom stång 3, liksom alla andra stänger i konstruktionen, är en tvåkraftskropp). Dessa tre obekanta kan alltså bestämmas genom att teckna jämviktsekvationerna för den högra halvan av konstruktionen (eftersom ledkrafterna $F_{\mathcal{C}x}$ och $F_{\mathcal{C}y}$ inte efterfrågas, och inte behövs i de fortsatta räkningarna ska det visa sig, struntar vi i att teckna kraftjämvikt).



$$\overset{\curvearrowright}{\mathcal{C}}: \quad S_3 l - F_{\mathcal{B}y}\frac{3l}{2} = 0 \quad \Leftrightarrow$$

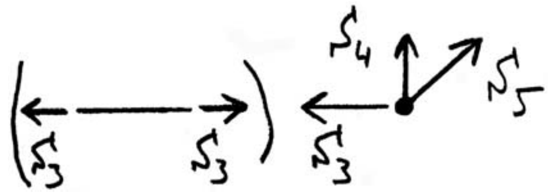
$$\underline{\underline{S_3}} = \frac{3}{2}F_{\mathcal{B}y} \overset{(2)}{=} \underline{\underline{\frac{9ql}{16}}} \qquad (3)$$

Eftersom vi, helt godtyckligt, valt att definiera S_3 som en dragkraft, och $S_3 > 0$, har vi verkligen en dragkraft i stång 3.

Frilägg pinnen vid $\mathcal{D}$:

Konstruktionen är ett fackverk där alla stänger är tvåkraftskroppar. För sådana är det ofta en bra idé att försöka hitta lämpliga ekvationer genom att frilägga själva pinnarna mellan delarna, se exempel 9.8.

Friläggning av en pinne ger två ekvationer genom att teckna kraftjämvikt (momentjämvikt ger bara att $0 = 0$ eftersom pinnen saknar utsträckning).



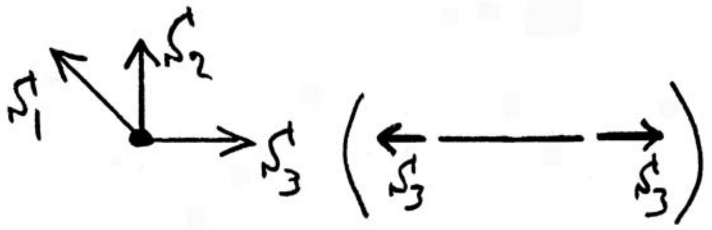
Jämvikt:

$$\uparrow: \quad S_4 + \frac{S_5}{\sqrt{2}} = 0 \qquad (4)$$

$$\rightarrow: \quad \frac{S_5}{\sqrt{2}} - S_3 = 0 \quad \Leftrightarrow \quad \underline{\underline{S_5 = \frac{9\sqrt{2}ql}{16}}}$$

$$(4) \Rightarrow \quad \underline{\underline{S_4}} = -\frac{S_5}{\sqrt{2}} = \underline{\underline{-\frac{9ql}{16}}}$$

Frilägg pinnen vid $\mathcal{E}$:



Jämvikt:

$$\rightarrow: \quad S_3 - \frac{S_1}{\sqrt{2}} = 0 \qquad (5)$$

$$\uparrow: \quad S_2 + \frac{S_1}{\sqrt{2}} = 0 \qquad (6)$$

$$(5) \Rightarrow \quad \underline{\underline{S_1}} = \sqrt{2} S_3 \overset{(3)}{=} \underline{\underline{\frac{9\sqrt{2}ql}{16}}}$$

$$(6) \Rightarrow \quad \underline{\underline{S_2}} = -\frac{S_1}{\sqrt{2}} = \underline{\underline{-\frac{9ql}{16}}}$$

Dimensionen ok!