

Introhäfte Fysik II


för


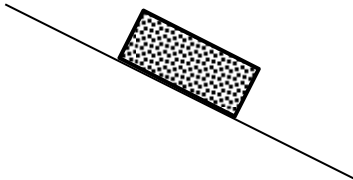

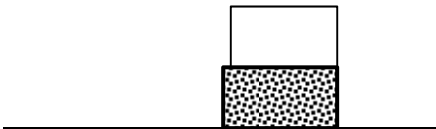
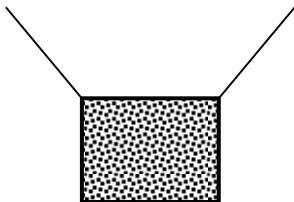

Teknisk bastermin ht 2018

Innehåll

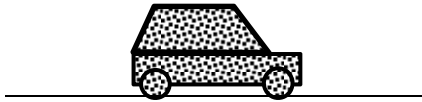
- Krafter sid. 2
- Resultant och komponenter sid. 5
- Kraft och acceleration sid. 12
- Interna krafter, friläggning sid. 15

Kraftövningar

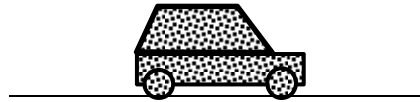
De föremål du ska betrakta är markerade med en prickig fyllning: . Rita pilar som visar samtliga krafter som verkar *på dessa föremål*. Rita bara verkliga krafter, inga resultanter, komponenter eller liknande. Rita heller inga krafter som verkar på andra föremål än de markerade. Pilarnas längder ska vara proportionella mot krafternas storlekar.

<p>1. Låda ligger på golvet.</p> 	<p>2. Låda ligger stilla på lutande plan.</p> 
<p>3. Magnet sitter fast på kylskåpsdörr.</p> 	<p>4. Två lådor ligger på varandra. Betrakta den undre lådan.</p> 
<p>5. Skylt hänger i två snören.</p> 	<p>6. Bil kör på plan väg med konstant hastighet.</p> 

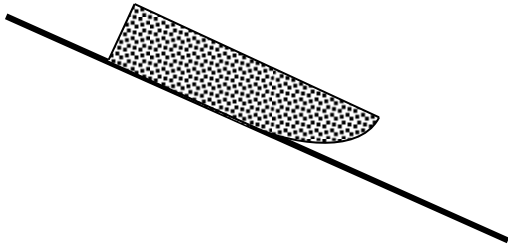
7. Bil kör på plan väg med ökande hastighet



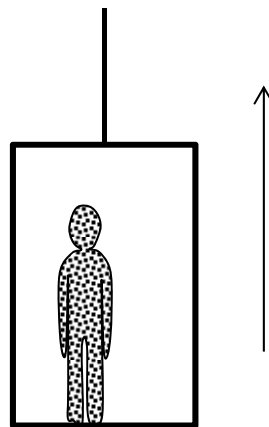
8. Bil gör en inbromsning på plan väg.



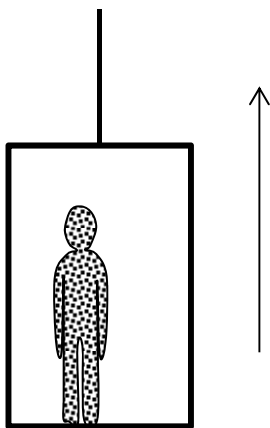
9. Pulka glider nedför sluttande plan med ökande fart.



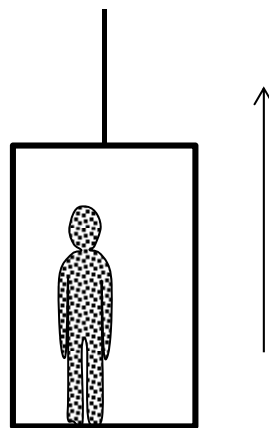
10. Person står i hiss. Hissen rör sig uppåt med konstant hastighet.



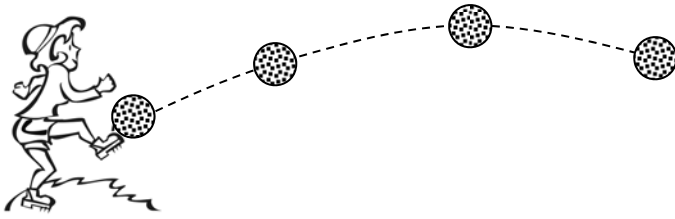
11. Person står i hiss. Hissen rör sig uppåt med ökande hastighet.



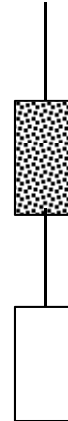
12. Person står i hiss. Hissen rör sig uppåt med minskande hastighet.



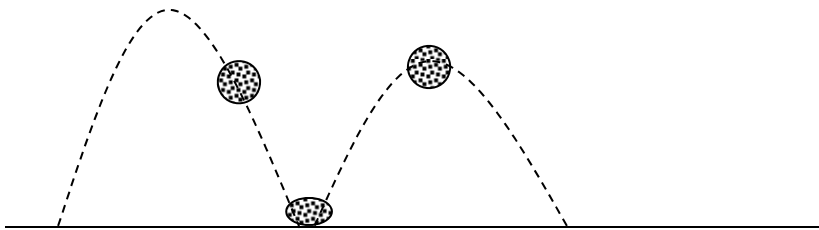
13. Boll sparkas snett uppåt. Betrakta bollen vid fyra tillfällen.



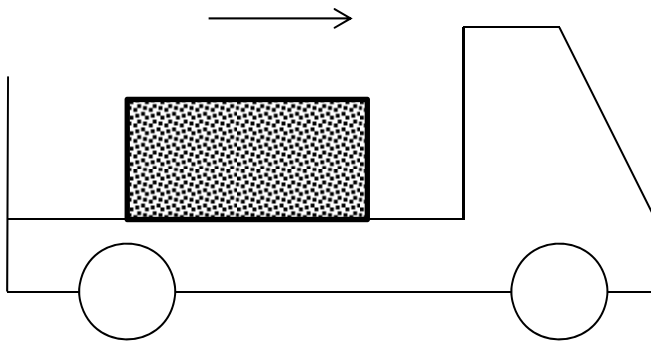
14. Två vikter hänger under varandra i snören. Betrakta den övre vikten.



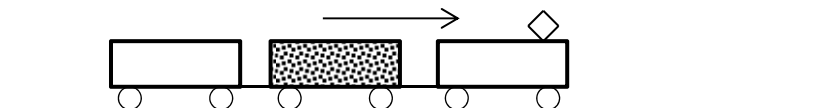
15. Boll studsar på marken. Betrakta bollen vid tre tillfällen.



16. Låda ligger på lastbilsflak. Lastbilen accelererar framåt. Lådan ligger stilla på flaket.

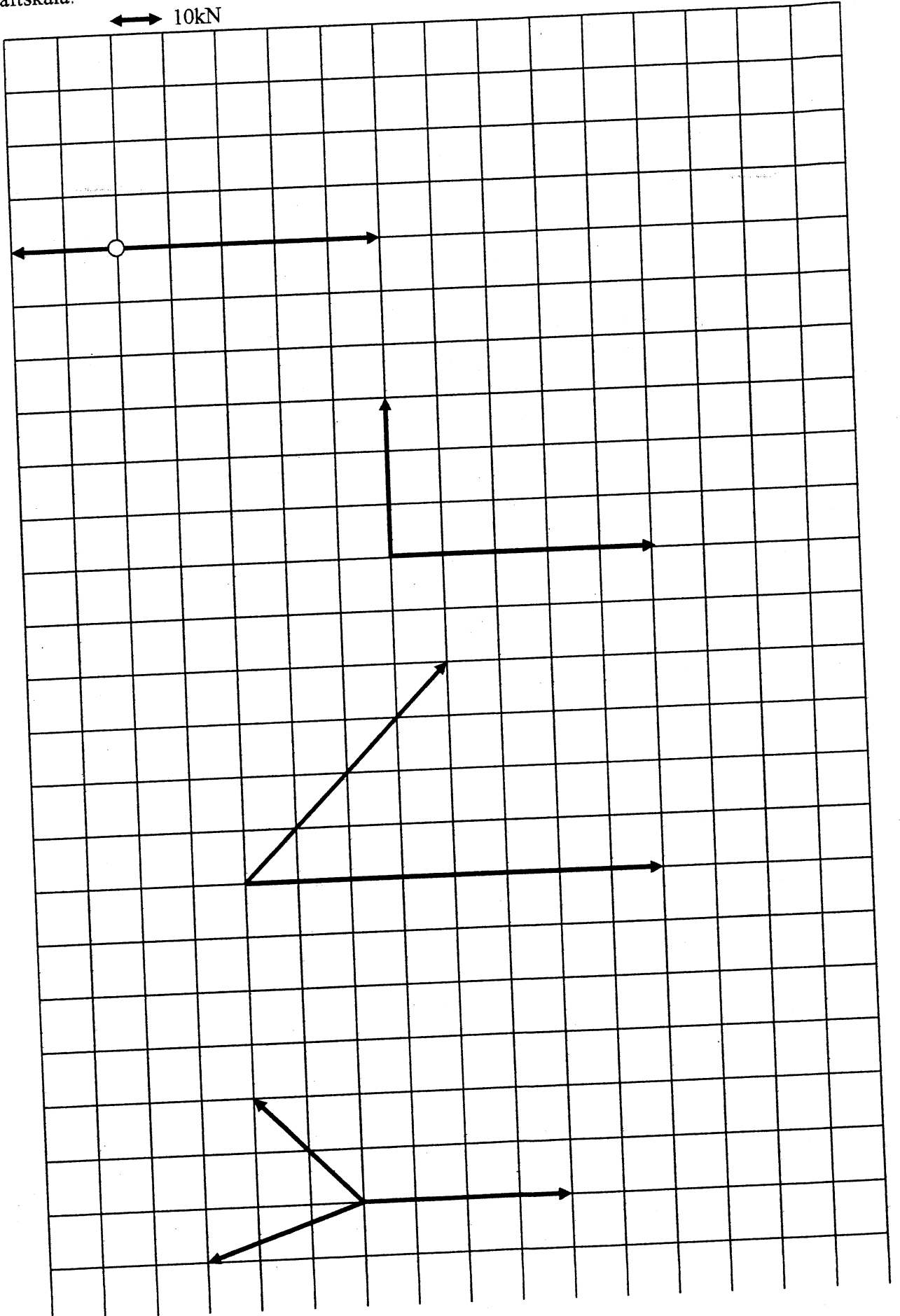


17. Lok drar två vagnar med ökande fart. Betrakta den främre vagnen.

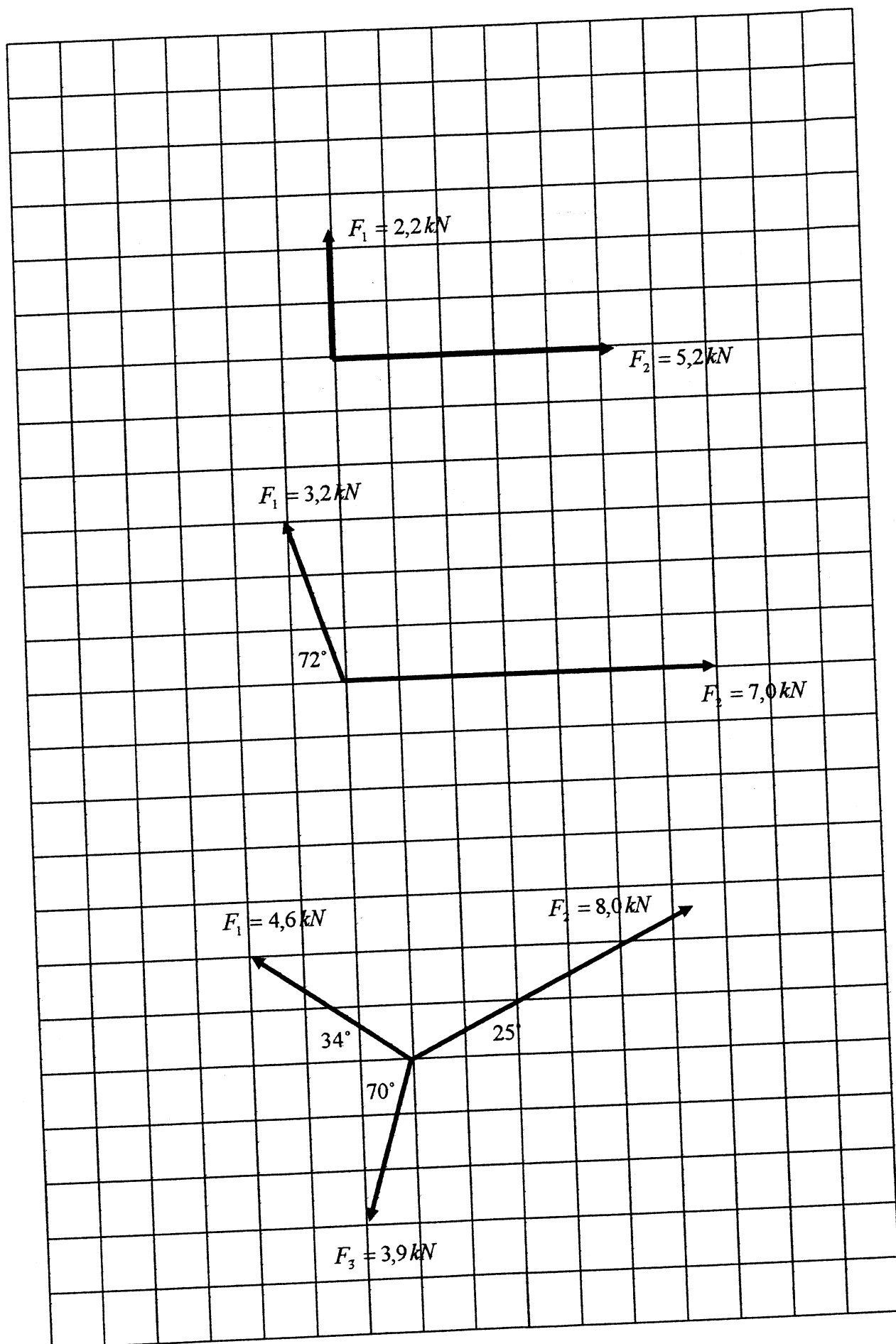


TB
Bestäm kraftresultantens storlek och riktning i nedanstående fyra fall.
Kraftskala:

↔ 10kN

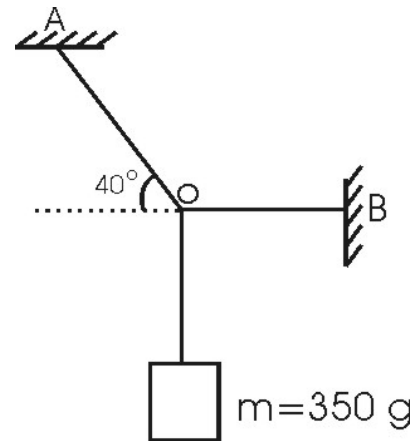


Beräkna analytiskt kraftresultanten till storlek och riktning (Pythagoras sats och trigonometri)



Komponentuppdelning och kraftresultant

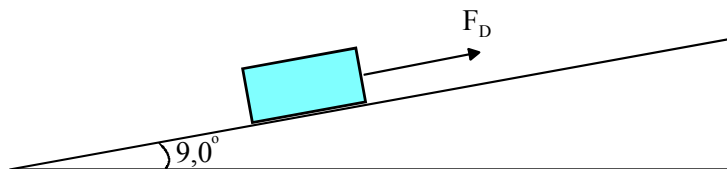
1. En vikt med massan 350 g är upphängd som i figur. Bestäm spännkrafterna i linorna OA respektive OB.



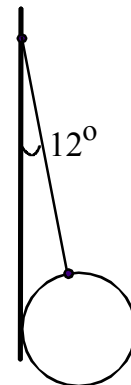
2. En kloss släpas med konstant fart uppför ett lutande golv med lutningsvinkeln $\nu = 9,0^\circ$ och friktionstalet $\mu = 0,35$. Klossen väger 75 kg.

Beräkna:

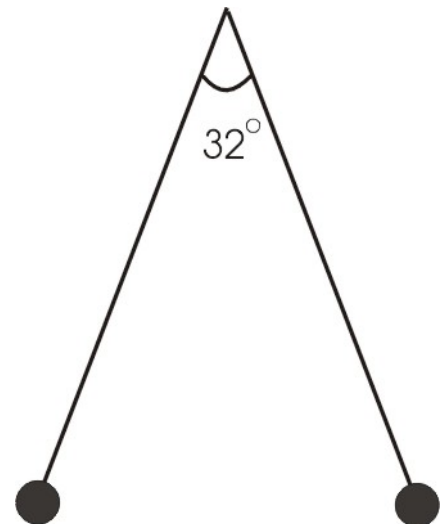
- normalkraften, F_N
- friktionskraften, F_f
- dragkraften, F_D



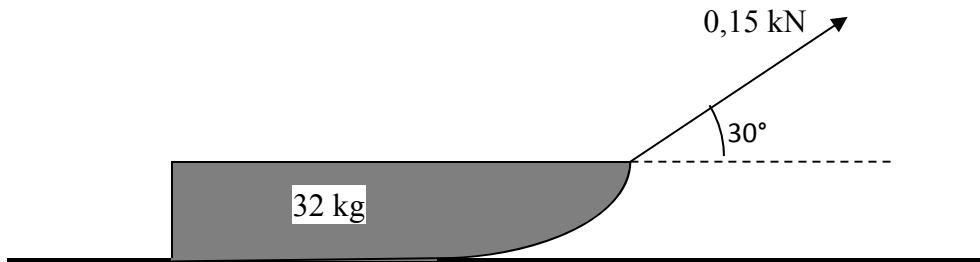
3. En kula är upphängd i en tråd och stöder mot en lodrät vägg enligt figuren bredvid. Kulans massa är 800 g och dess radie är 4,0 cm. Bestäm spännkraften i tråden och normalkraften på kulan från väggen.



4. Två små kulor med massorna 25 gram vardera är upphängda i två tunna trådar med längden 53 cm. Båda kulorna har lika stor positiv laddning.
- Rita figur med kraftsituationen (figuren skall innehålla rimliga inbördes storleksordningar).
 - Bestäm dessa laddningars storlek.

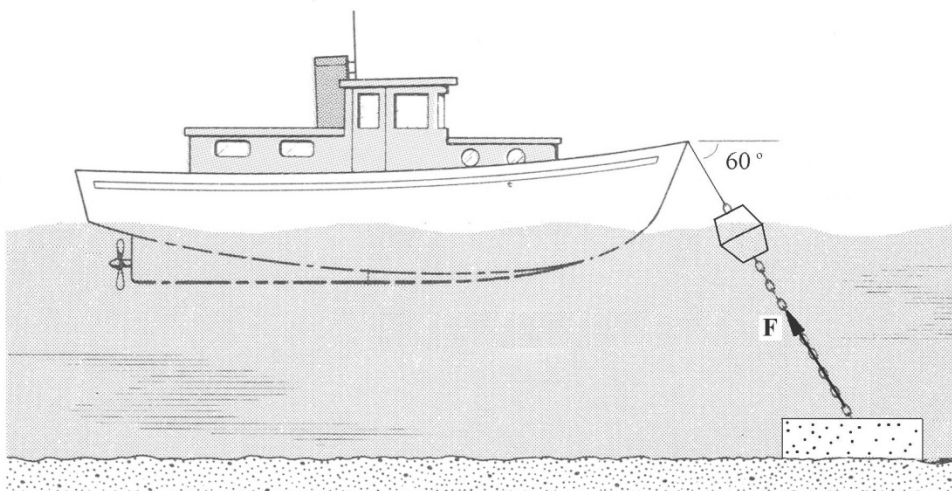


5. Lisa springer med sin pulka efter sig på horisontell mark. Snöret bildar vinkeln 30° med horisontalplanet. Dragkraften i snöret är $0,15 \text{ kN}$. Pulkan väger 32 kg inklusive last. Friktionskraften på pulkan är 12% av normalkraften mellan pulkan och marken.
- Rita ut samtliga krafter på pulkan och beräkna hur stora de är.
 - Beräkna pulkans acceleration.



6. Som bojtyngd för förtöjningen av båten nedan rekommenderas en ståltyngd med massan 300 kg . För att underlätta tillverkningen har man dock i stället gjort bojtyngden av 300 kg betong med densiteten $2,0 \text{ g/cm}^3$.
- Rita en kraftfigur för bojtyngden med alla krafter benämnda.
 - Hur stor skillnad innebär bytet av material för hur stor kraften F i kättingen kan bli innan bojtyngden börjar glida utmed botten?

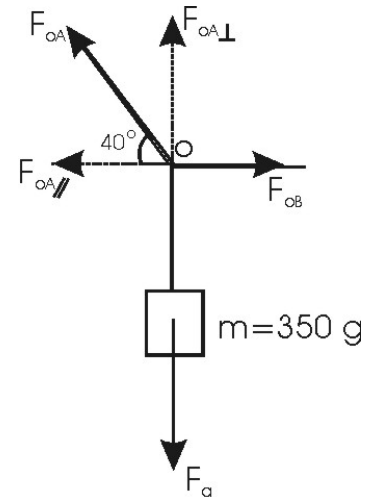
Friktionskraften antas vara 35% av normalkraften mot botten.



Lösningar

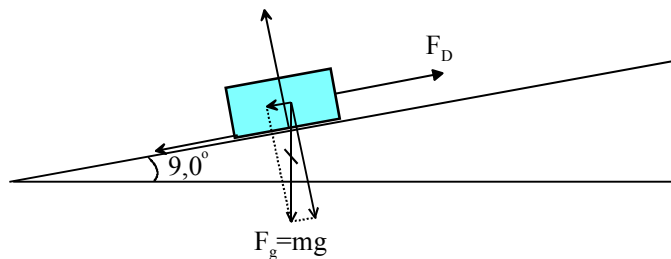
$$1. \quad \begin{cases} F_{OA\perp} = F_g \Rightarrow F_{OA} = \frac{mg}{\sin 40^\circ} \\ F_{OA\parallel} = F_{OB} = \frac{mg}{\tan 40^\circ} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} F_{OA} = 5,3 \text{ N} \\ F_{OB} \approx 4,1 \text{ N} \end{cases}$$



2.

a) Normalkraften,



$$F_N = m \cdot g \cdot \cos v = 75 \cdot 9,82 \cdot \cos 9,0^\circ = 727,4 \text{ N} \approx 0,73 \text{ kN}$$

b) Friktionskraften,

$$F_f = \mu \cdot F_n = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos v = 0,35 \cdot 75 \cdot 9,82 \cdot \cos 9,0^\circ = 254,6 \text{ N} \approx 0,25 \text{ kN}$$

c) Dragkraften,

$$F_D = F_f + m \cdot g \cdot \sin v = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos v + m \cdot g \cdot \sin v = m \cdot g (\mu \cdot \cos v + \sin v) = 75 \cdot 9,82 (0,35 \cdot \cos 9,0^\circ + \sin 9,0^\circ) = 369,8 \text{ N} \approx 0,37 \text{ kN}$$

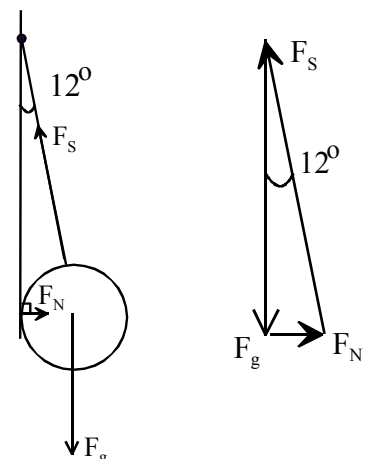
$$3. \quad \text{Kulans tyngd är: } m \cdot g = 0,80 \text{ kg} \cdot 9,82 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 7,86 \text{ N}$$

Spännkraften i tråden, F_s kan beräknas enligt:

$$F_s \cdot \cos v = m \cdot g \Rightarrow F_s = \frac{m \cdot g}{\cos 12^\circ} = \underline{8,0 \text{ N}}$$

Normalkraften från kulan från vägen, F_N kan beräknas enligt:

$$F_s \cdot \sin v = F_N \Rightarrow F_N = 8,0 \text{ N} \cdot \sin 12^\circ = \underline{1,7 \text{ N}}$$

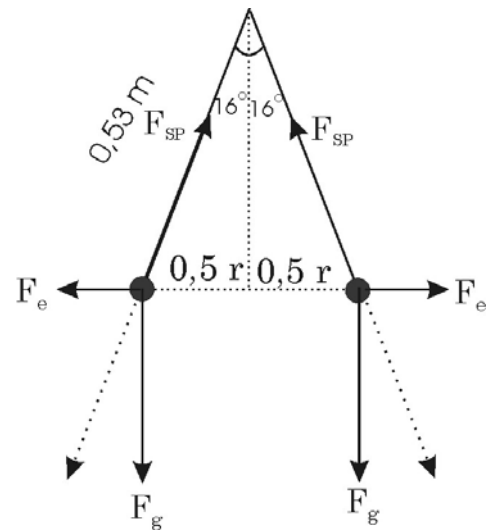


$$4. \quad \sin 16^\circ = \frac{0,5r}{0,53} \Rightarrow r \approx 0,2922 \text{ m}$$

$$\tan 16^\circ = \frac{F_e}{mg} \Rightarrow F_e = 0,025 \cdot 9,82 \cdot \tan 16^\circ \approx 0,0704 \text{ N}$$

$$F_e = k \cdot \frac{Q^2}{r^2} \Rightarrow Q = \sqrt{\frac{F_e \cdot r^2}{k}} \Rightarrow$$

$$Q = \sqrt{\frac{0,0704 \cdot 0,2922^2}{8,988 \cdot 10^9}} \approx 8,178 \cdot 10^{-7} \approx 0,82 \mu\text{C}$$



5. Ingen acceleration i vertikal ledd innebär att kraftresultantens vertikala komponent är 0.

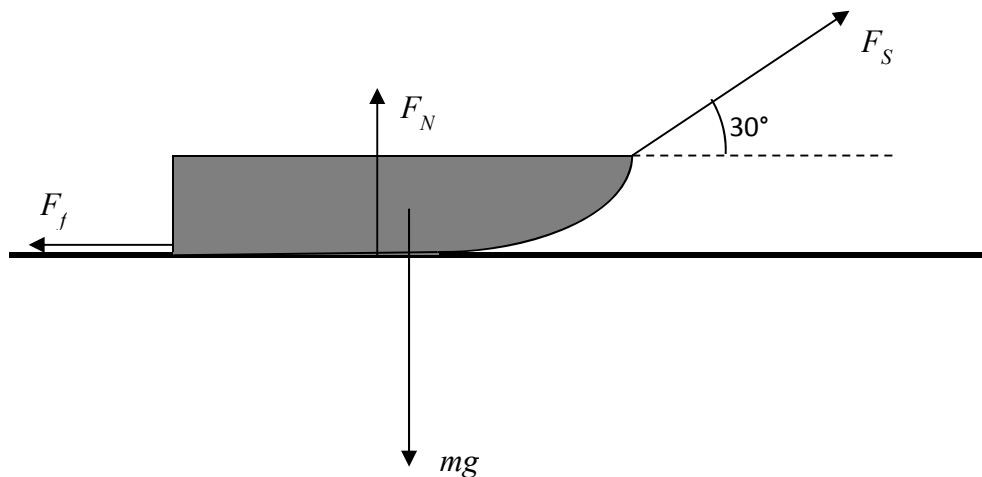
Detta ger $F_S \sin 30^\circ + F_N - mg = 0 \Rightarrow F_N = mg - F_S \sin 30^\circ$. Med insatta siffrvärden får vi $mg = 314,24 \text{ N} \approx 0,31 \text{ kN}$ och $F_N = 239,2 \text{ N} \approx 0,24 \text{ kN}$.

Friktionskraftens storlek $F_f = 0,12 \cdot 239,2 \text{ N} = 28,7 \text{ N} \approx 28 \text{ N}$.

Den resulterande kraften, som är rent horisontell, får storleken

$F_R = F_S \cos 30^\circ - F_f \Rightarrow F_R = 101,2 \text{ N}$.

Kraftekvationen $F_R = ma$ ger $a = F_R / m \Rightarrow a = 3,162 \text{ m/s}^2 \approx \underline{3,2 \text{ m/s}^2}$.



6. Jämvikt i horisontell ledd ger:

$$F_{fr} = F \cdot \cos 60^\circ$$

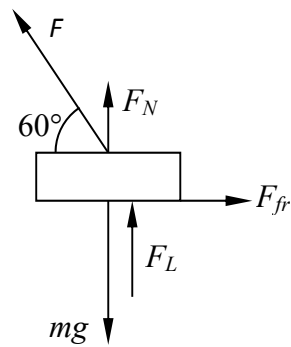
$$\text{dvs } 0,35 \cdot F_N = F/2$$

$$\Rightarrow F = 0,7 \cdot F_N \quad (1)$$

Jämvikt i vertikal ledd ger:

$$F \cdot \sin 60^\circ + F_N + F_L - mg = 0$$

$$\Rightarrow F_N = mg - F \cdot \sin 60^\circ - F_L \quad (2)$$



(1) och (2) ger:

$$F = 0,7 \cdot mg - F \cdot 0,7 \cdot \sin 60^\circ - 0,7 \cdot F_L \Rightarrow F \cdot (1 + 0,7 \cdot \sin 60^\circ) = 0,7 \cdot (mg - F_L)$$

$$F = 0,436 \cdot (mg - F_L) \text{ där } F_L = V_{\text{vatten}} \cdot \rho_{\text{vatten}} \cdot g \text{ och } V_{\text{vatten}} = m / \rho$$

$$\text{Detta ger : } F = 0,436 \cdot (mg - m / \rho \cdot \rho_{\text{vatten}} \cdot g) = 0,436 \cdot mg \cdot (1 - \rho_{\text{vatten}} / \rho)$$

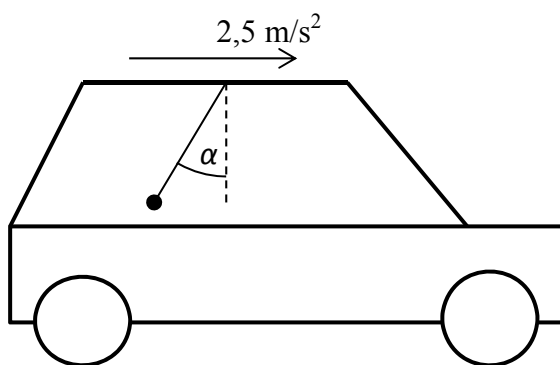
$$\text{För betong : } F = 0,436 \cdot 300 \cdot 9,82 \cdot (1 - 0,998 / 2,0) = 644 \text{ N}$$

$$\text{För stål : } F = 0,436 \cdot 300 \cdot 9,82 \cdot (1 - 0,998 / 7,8) = 1120 \text{ N}$$

Skillnaden blir alltså $(1120 - 644) \text{ N} = \underline{476 \text{ N}}$.

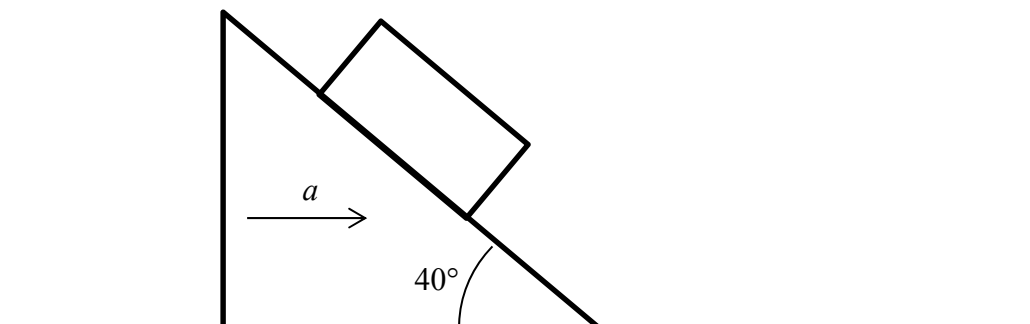
Kraft och acceleration

1. En låda med massan 75 kg ligger på flaket till en lastbil, som kör på en horisontell väg. Friktionstalet mellan lådan och flaket är 0,20 både för statisk och kinetisk friktion.
 - a) Lastbilen accelererar med $1,5 \text{ m/s}^2$. Lådan ligger stilla på flaket. Gör en figur med krafterna på lådan. Beräkna hur stora krafterna är.
 - b) Lastbilen bromsar så att accelerationen blir $3,5 \text{ m/s}^2$ i bakåtriktningen. Vilken acceleration får lådan i förhållande till flaket? Rita kraftfigur för lådan!
2. En pendel hänger i taket på en bil. Hur stor blir vinkeln α mellan pendeltråden och vertikallinjen om bilen accelererar med $2,5 \text{ m/s}^2$? Redovisa kraftsituationen på pendelkulan!



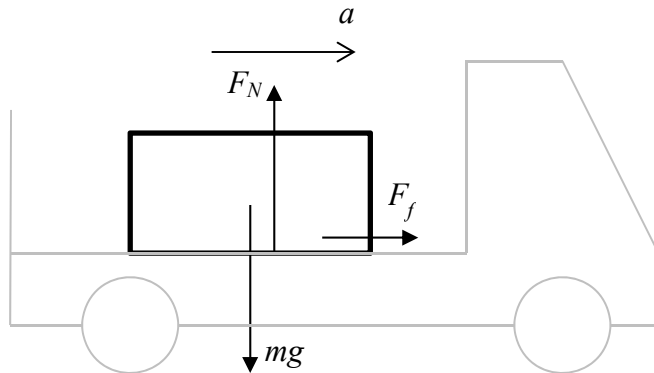
3. En klots ligger på ett prisma, som rör sig på ett horisontellt underlag enligt figuren. Prismats sneda sida bildar vinkeln 40° med horisontalplanet.
 - a) Antag att friktionen mellan klotsen och prisma kan försummas. Hur stor ska prismats acceleration a vara för att klotsen ska ligga stilla på prisma?
 - b) Antag istället att det statiska friktionstalet mellan prisma och klotsen är 0,25. Vilken är den största respektive den minsta acceleration prisma kan ha utan att klotsen börjar glida?

Redovisa i samtliga fall kraftsituationen på klotsen!

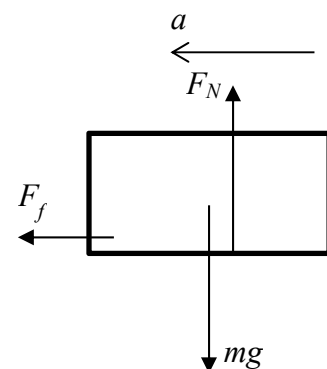


Lösningar

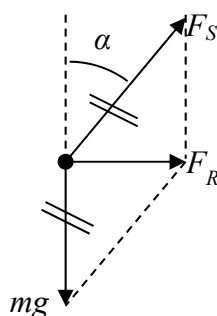
- 1a** Lådan har samma acceleration som lastbilen. Den resulterande kraften på lådan måste därför vara riktad rent horisontellt och ha storleken $F_R = ma$. Detta ger $F_N = mg$ och $F_f = ma$. Med insatta siffror får vi $F_N = mg = \underline{0,74 \text{ kN}}$ och $F_f = \underline{0,11 \text{ kN}}$. Kontroll visar att villkoret för statisk friktion $F_f \leq \mu F_N$ är uppfyllt.



- 1b** Fortfarande gäller att den resulterande kraften är horisontell, och därför gäller $F_N = mg$ och $F_f = ma$. För att lådan skulle få samma acceleration som lastbilen, skulle friktionskraften behöva vara $75 \text{ kg} \cdot 3,5 \text{ m/s}^2 = 262,5 \text{ N}$. Men så stor kan den statiska friktionen inte bli. Lådan kommer därför att glida, och den kinetiska friktionen blir $F_f = \mu F_N \Rightarrow F_f = 147,3 \text{ N}$. Lådans acceleration a i förhållande till marken ges av $F_f = ma \Rightarrow a = 1,96 \text{ m/s}^2$ bakåt. I förhållande till lastbilsflaket kommer lådan att accelerera framåt med accelerationen $(3,5 - 2,0) \text{ m/s}^2 = \underline{1,5 \text{ m/s}^2}$.

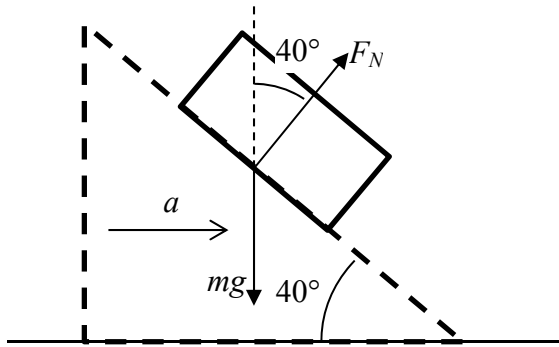


2.



Enligt kraftekvationen måste den resulterande kraften vara horisontell och ha storleken $F_R = ma$. Ur figuren ser vi att $F_R = mg \tan \alpha$. Alltså gäller $ma = mg \tan \alpha \Rightarrow \alpha = \arctan \frac{a}{g} \Rightarrow \alpha = \underline{14^\circ}$.

3a



Kraftekvation i horisontell led:

$$F_N \sin 40^\circ = ma \quad (1)$$

Kraftekvation i vertikal led:

$$F_N \cos 40^\circ - mg = 0 \quad (2)$$

$$(2) \Rightarrow F_N = \frac{mg}{\cos 40^\circ}$$

Insättning i (1) ger

$$\frac{mg \sin 40^\circ}{\cos 40^\circ} = ma$$

$$\Rightarrow a = g \tan 40^\circ \Rightarrow a = \underline{8,2 \text{ m/s}^2}$$

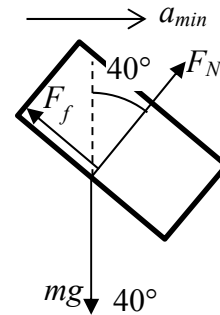
3b Minsta möjliga accelerationen a_{\min} : Friktionskraften är riktad uppåt längs planet för att hindra klotsen från att glida ner. I gränsfallet gäller $F_f = 0,25 F_N$. Kraftekvationer i horisontell och vertikal led:

$$\begin{cases} F_N \sin 40^\circ - 0,25 F_N \cos 40^\circ = ma_{\min} \\ F_N \cos 40^\circ + 0,25 F_N \sin 40^\circ - mg = 0 \end{cases}$$

Undre ekvationen ger $F_N = \frac{mg}{\cos 40^\circ + 0,25 \sin 40^\circ}$.

Insättning i övre ekvationen ger

$$a_{\min} = \frac{g(\sin 40^\circ - 0,25 \cos 40^\circ)}{\cos 40^\circ + 0,25 \sin 40^\circ} \Rightarrow a_{\min} = \underline{4,8 \text{ m/s}^2}$$



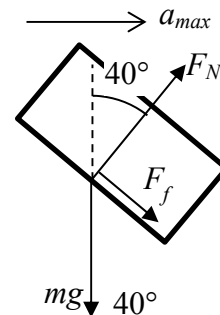
Största möjliga acceleration: a_{\max} : Friktionskraften nedåt längs planet för att hindra klotsen från att glida upp. I gränsfallet gäller $F_f = 0,25 F_N$. Kraftekvationer i horisontell och vertikal led:

$$\begin{cases} F_N \sin 40^\circ + 0,25 F_N \cos 40^\circ = ma_{\max} \\ F_N \cos 40^\circ - 0,25 F_N \sin 40^\circ - mg = 0 \end{cases}$$

Undre ekvationen ger $F_N = \frac{mg}{\cos 40^\circ - 0,25 \sin 40^\circ}$.

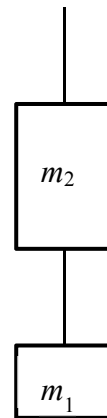
Insättning i övre ekvationen ger

$$a_{\max} = \frac{g(\sin 40^\circ + 0,25 \cos 40^\circ)}{\cos 40^\circ - 0,25 \sin 40^\circ} \Rightarrow a_{\max} = \underline{14 \text{ m/s}^2}$$

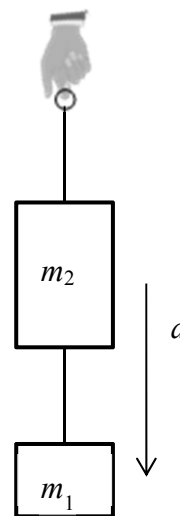


Interna krafter, friläggning

1. Två vikter med massorna $m_1 = 0,050$ kg och $m_2 = 0,100$ kg hänger i snören enligt figuren. Rita för varje vikt ett *frilagt kraftdiagram*, dvs en figur med bara de krafter som verkar på *just den* vikten. Ange tydligt vad det är för slags krafter och hur stora de är.



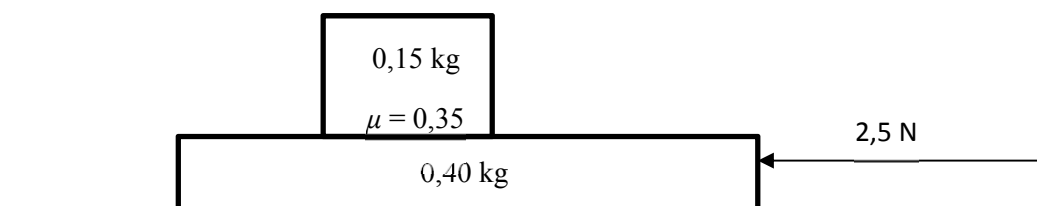
2. Samma vikter som i förra uppgiften, men nu håller en person i det övre snöret och ger båda vikterna accelerationen $a = 2,5$ m/s² nedåt. Rita frilagda kraftdiagram för de båda vikterna och beräkna hur stora krafterna är.



3. En bräda med massan 0,40 kg ligger på ett friktionsfritt underlag. På brädan ligger en träklots med massan 0,15 kg. Friktionstalet mellan brädan och klotsen är 0,35 (dvs när klotsen glider mot brädan är friktionskraften på klotsen från brädan 35% av normalkraften). En horisontell kraft på 2,5 N appliceras på brädan. Alla ytor glider mot varandra.

- a) Hur stor acceleration får klotsen omedelbart efter att kraften har anbringats?
b) Hur stor acceleration får brädan omedelbart efter att kraften har anbringats?

Kraftsituationen på klotsen respektive brädan ska redovisas.

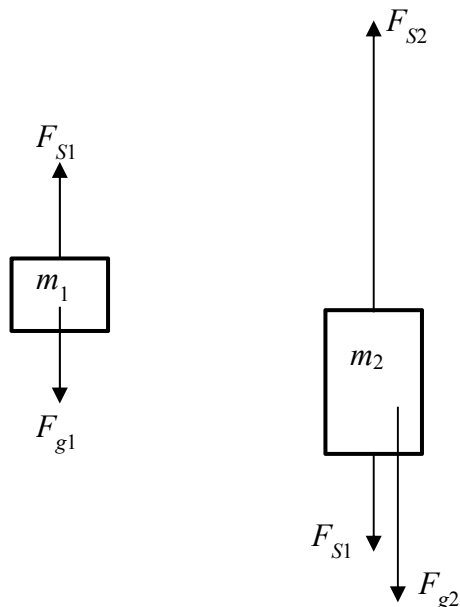


Lösningar

1.

På undre vikten verkar tyngdkraften $F_{g1} = m_1g$ och spännkraften F_{S1} i undre snöret. För jämvikt krävs att $F_{S1} = F_{g1}$. Insatta siffror ger $F_{S1} = F_{g1} = 0,491 \text{ N} \approx 0,49 \text{ N}$.

På övre vikten verkar tyngdkraften $F_{g2} = m_2g$, spännkraften F_{S1} i undre snöret och spännkraften F_{S2} i övre snöret. Lägga märke till att F_{S1} verkar uppåt på m_1 och nedåt på m_2 (kraft – motkraft). För jämvikt krävs att $F_{S2} = F_{g2} + F_{S1}$. Insatta siffror ger $F_{g2} = 0,982 \text{ N} \approx 0,98 \text{ N}$ och $F_{S2} = 1,473 \text{ N} \approx 1,5 \text{ N}$.

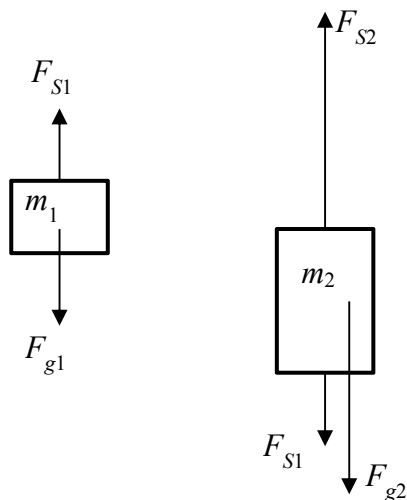


2.

Samma krafter verkar som i förra uppgiften. Tyngdkrafterna är oförändrade.

Kraftekvationen (Newtons andra lag) på undre vikten ger $F_{g1} - F_{S1} = m_1a \Rightarrow F_{S1} = F_{g1} - m_1a$. Insatta siffror ger $F_{S1} = 0,366 \text{ N} \approx 0,37 \text{ N}$.

Kraftekvationen på övre vikten ger $F_{g2} + F_{S1} - F_{S2} = m_2a \Rightarrow F_{S2} = F_{S1} + F_{g2} - m_2a$. Insatta siffror ger $F_{S2} = 1,098 \text{ N} \approx 1,1 \text{ N}$.



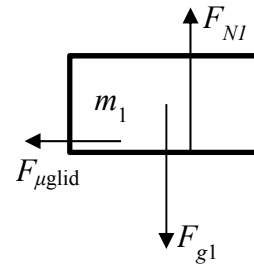
3a. Frilägg klotsen.

Kraftekvation i horisontalld: $F_{\mu\text{glid}} = m_1 a_1$.

Kraftekvation i vertikalled: $F_{N1} - F_{g1} = 0$.

Glidfriktion $F_{\mu\text{glid}} = \mu F_{N1} = \mu F_{g1} = \mu m_1 g$.

Detta ger $a_1 = \mu g \Rightarrow \underline{a_1 = 3,4 \text{ m/s}^2}$.



3b. Frilägg brädan.

Kraftekvation i horisontalld: $F - F_{\mu\text{glid}} = m_2 a_2$.

Insättning av $F_{\mu\text{glid}}$ från a-uppgiften ger

$$a_2 = \frac{F - \mu m_1 g}{m_2} \Rightarrow \underline{a_2 = 5,0 \text{ m/s}^2}$$

