

# Fysikintroduktion för basterminen

## KTH Flemingsberg våren 2019

Lärare: Staffan Linnæus, [linnaeus@kth.se](mailto:linnaeus@kth.se), tel. 08 790 4804

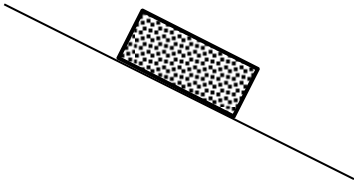
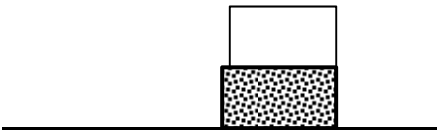
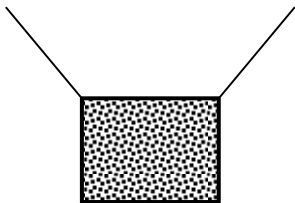
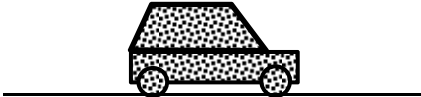
T = Heureka! teoribok

Ö = Heureka! övningsbok

| v. | Lekt      | Moment                                                | Att läsa                    | Att räkna                      |
|----|-----------|-------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 2  | 1         | Krafter, rörelselagarna                               |                             | sid. 2-4                       |
|    | 2         | Komposantuppdelning, resultant                        | T 8.1 – 8.2                 | sid. 5-11                      |
|    | 3         | Kraft och acceleration , friläggning, interna krafter | T 8.6 – 8.9                 | sid. 12-17                     |
| 3  | 4         | Kraftmoment                                           | T 9.1 – 9.2                 | Ö9: 1, 3-6, 8                  |
|    | 5         | Arbete-Energi                                         | T 5.1 – 5.5                 | Ö5: 18-23, 25, 27, 28, 31      |
|    | 6         | Elektrisk ström och spänning                          | T 13. 5 – 13.7, 13.10       | Ö13: 9, 11, 13, 27, 30, 32, 36 |
| 4  | 7         | Rörelsedigram, konstant acceleration.                 | T 4.1 – 4.6                 | Ö4: 5, 6, 13, 18, 23, 30, 31   |
|    | Lab X     | Elektriska kretsar                                    | Labinstruktion sid. 18 - 22 | Förberedelseuppgifter sid. 23  |
| 5  | <b>KS</b> | <b>Kontrollskrivning mån 28/1</b>                     |                             | Gammal KS sid. 24 - 29         |

## 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.

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

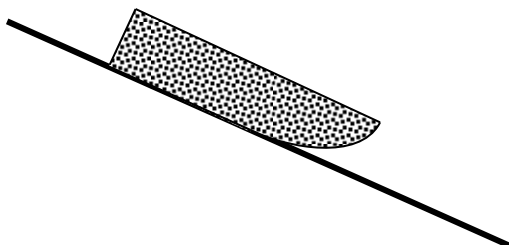
7. Bil kör på plan väg med ökande hastighet



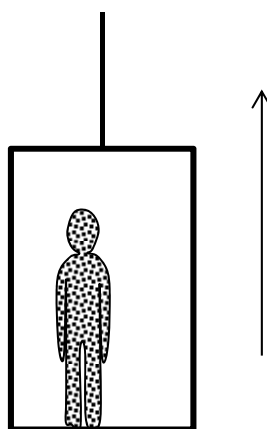
8. Bil gör en inbromsning på plan väg.



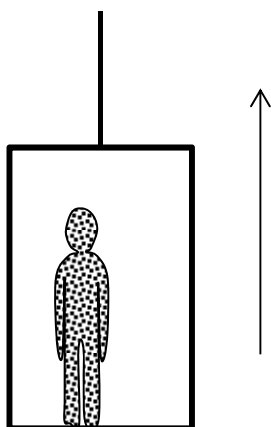
9. Pulka glider nedför sluttande plan med ökande fart.



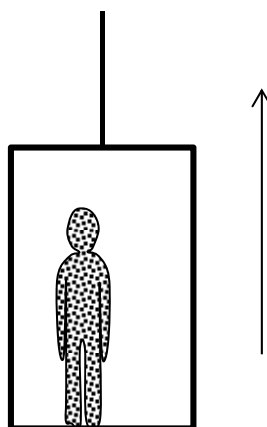
10. Person står i hiss. Hissen rör sig uppåt med konstant hastighet.



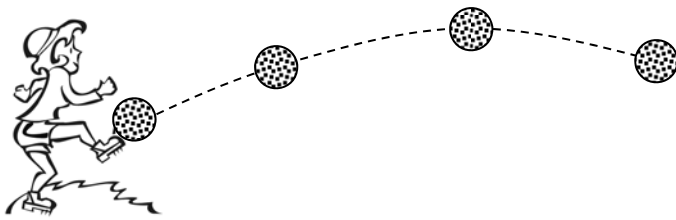
11. Person står i hiss. Hissen rör sig uppåt med ökande hastighet.



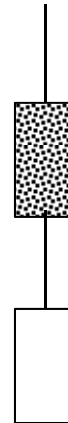
12. Person står i hiss. Hissen rör sig uppåt med minskande hastighet.



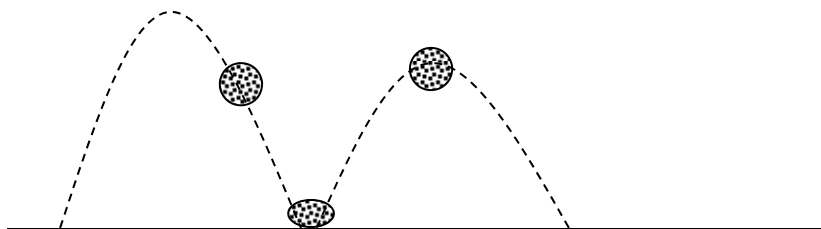
13. Boll sparkas snett uppåt. Betrakta bollen vid fyra tillfällen.



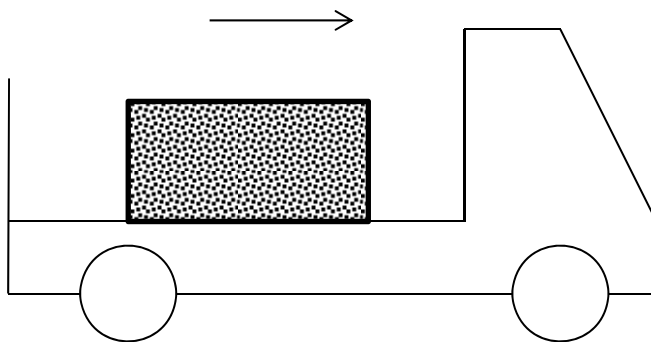
14. Två vikter hänger under varandra i snören. Betrakta den övre vikten.



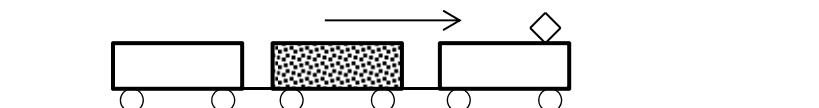
15. Boll studsar på marken. Betrakta bollen vid tre tillfällen.



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.

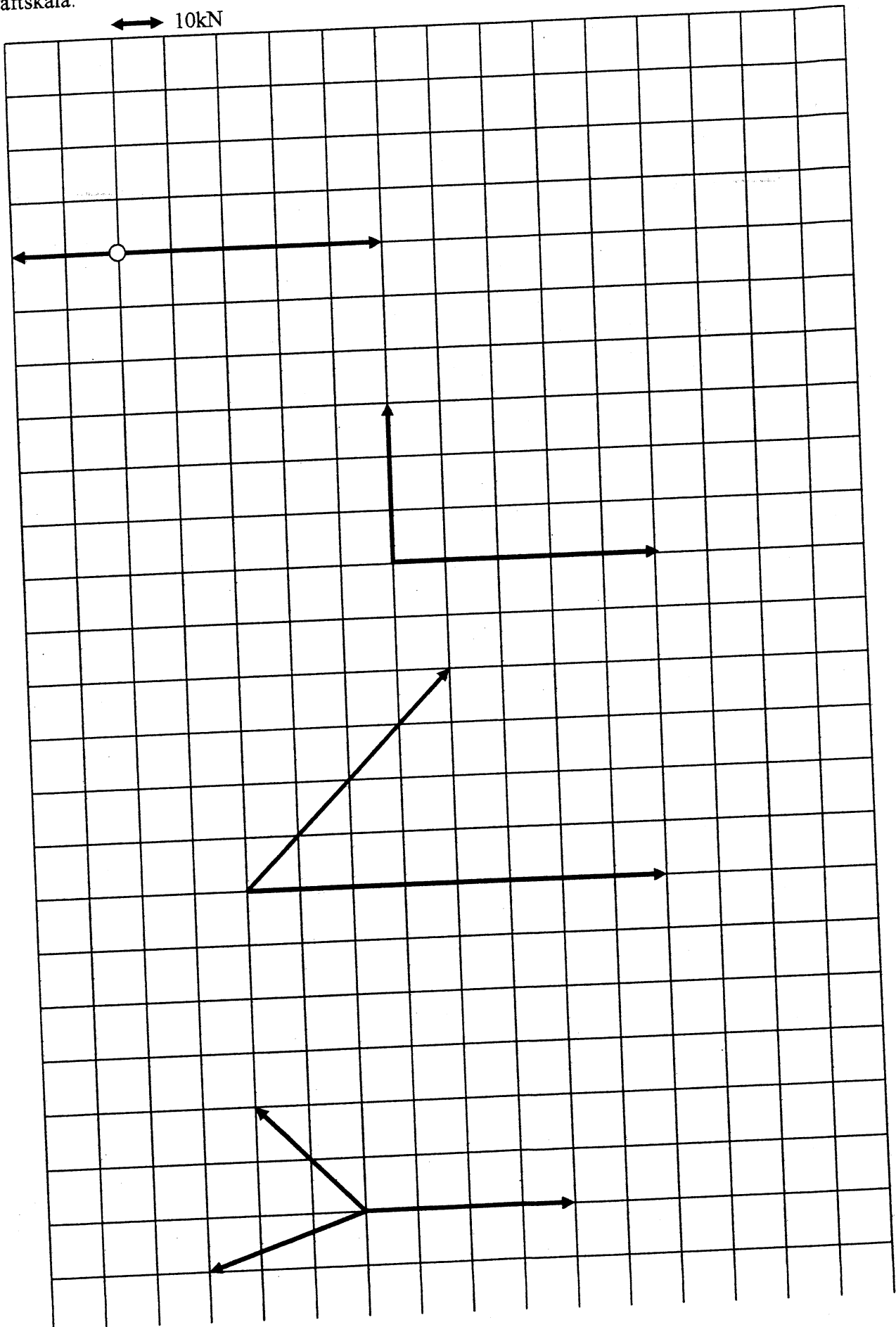


TB

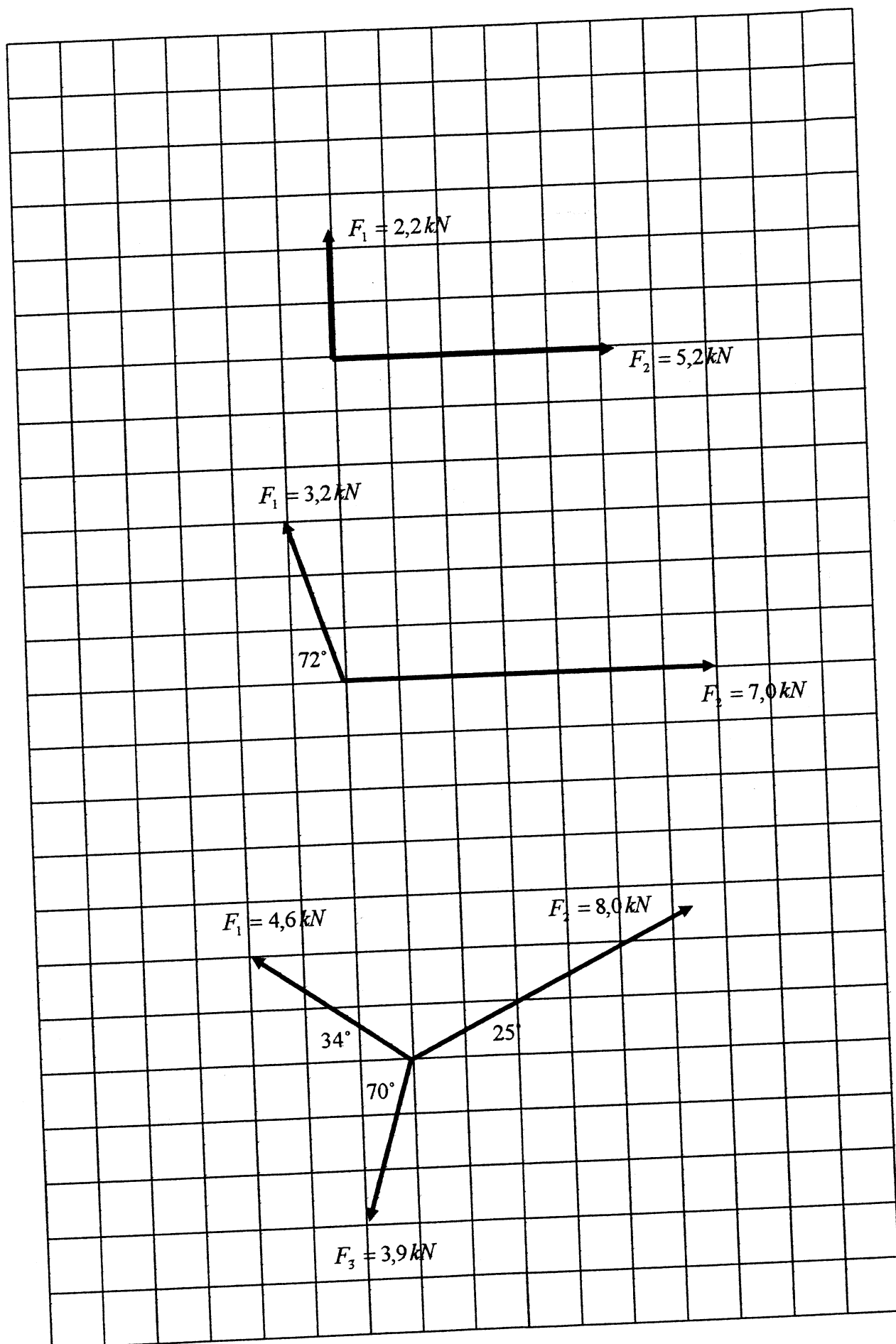
Bestäm kraftresultantens storlek och riktning i nedanstående fyra fall.

Kraftskala:

↔ 10kN

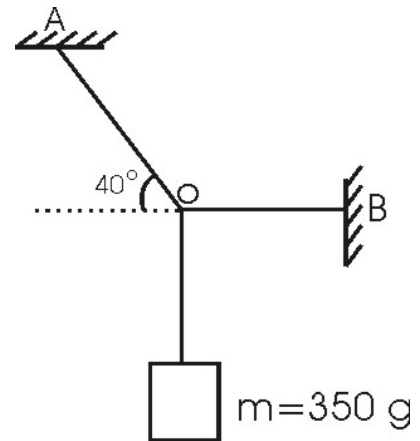


Beräkna analytiskt kraftresultanten till storlek och riktning (Pythagoras sats och trigonometri)



## Komposantuppdelning och kraftresultant

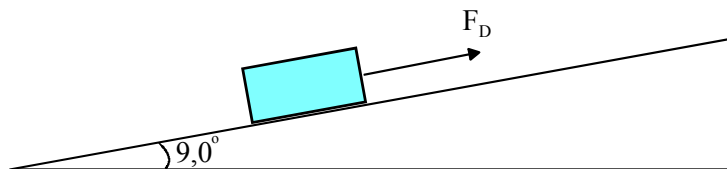
1. En vikt med massan 350 g är upphängd som i figur. Bestäm spännkrafterna i linorna OA respektive OB.



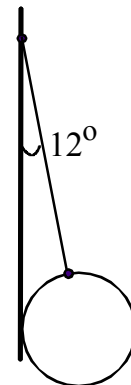
2. En kloss släpas med konstant fart uppför ett lutande golv med lutningsvinkeln  $\nu = 9,0^\circ$  och friktionstalet  $\mu = 0,35$ . Klossen väger 75 kg.

Beräkna:

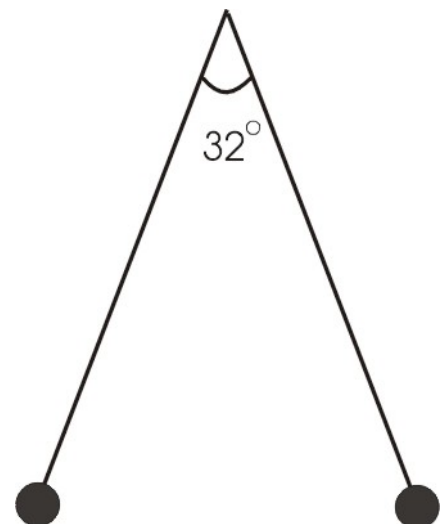
- a) normalkraften,  $F_N$
- b) friktionskraften,  $F_f$
- c) dragkraften,  $F_D$



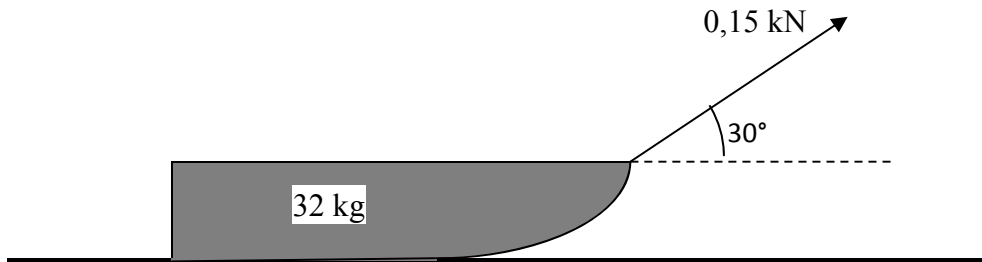
3. En kula är upphängd i en tråd och stöder mot en lodrät vägg enligt figuren bredvid. Kulans massa är 800 g och dess radie är 4,0 cm. Bestäm spännkraften i tråden och normalkraften på kulan från väggen.



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.
- a) Rita figur med kraftsituationen (figuren skall innehålla rimliga inbördes storleksordningar).
  - b) Bestäm dessa laddningars storlek.

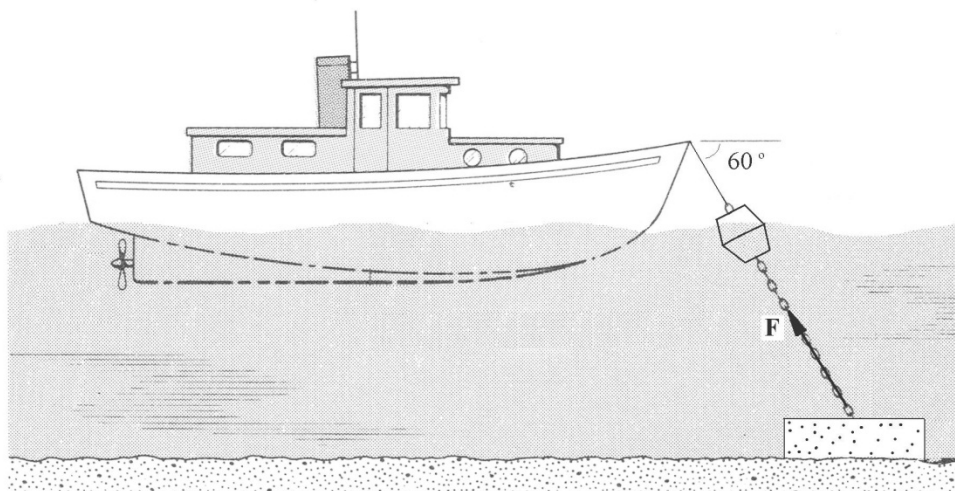


5. Lisa springer med sin pulka efter sig på horisontell mark. Snöret bildar vinkeln  $30^\circ$  med horisontalplanet. Dragkraften i snöret är  $0,15 \text{ kN}$ . Pulkan väger  $32 \text{ kg}$  inklusive last. Friktionskraften på pulkan är  $12 \%$  av normalkraften mellan pulkan och marken.
- a) Rita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



6. Som bojtyngd för förtöjningen av båten nedan rekommenderas en ståltyngd med massan  $300 \text{ kg}$ . För att underlätta tillverkningen har man dock i stället gjort bojtyngden av  $300 \text{ kg}$  betong med densiteten  $2,0 \text{ g/cm}^3$ .
- a) Rita en kraftfigur för bojtyngden med alla krafter benämnda.
- b) 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.

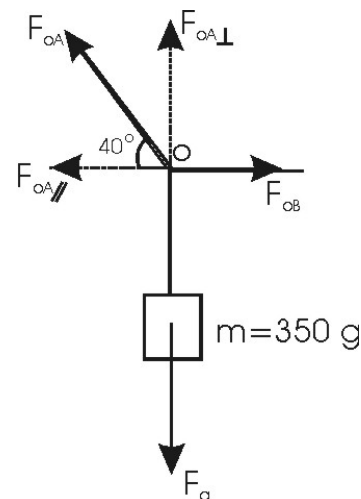




## Lösningar

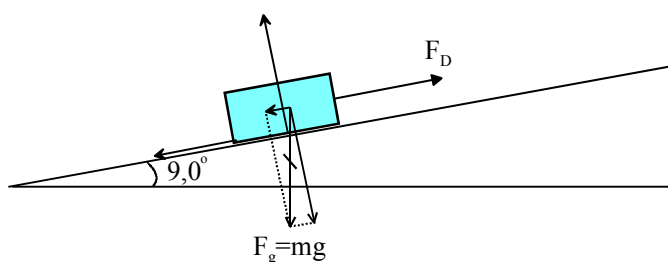
$$1. \quad \begin{cases} F_{OA\perp} = F_g \Rightarrow F_{OA} = \frac{mg}{\sin 40^\circ} \\ F_{OA\parallel} = F_{OB} = \frac{mg}{\tan 40^\circ} \end{cases}$$

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



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,

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

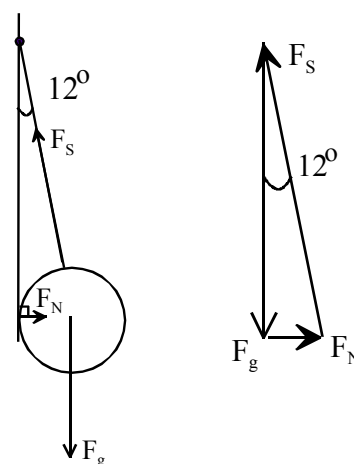
$$3. \quad \text{Kulans tyngd är: } m \cdot g = 0,80 \text{ kg} \cdot 9,82 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 7,86 \text{ N}$$

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:

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

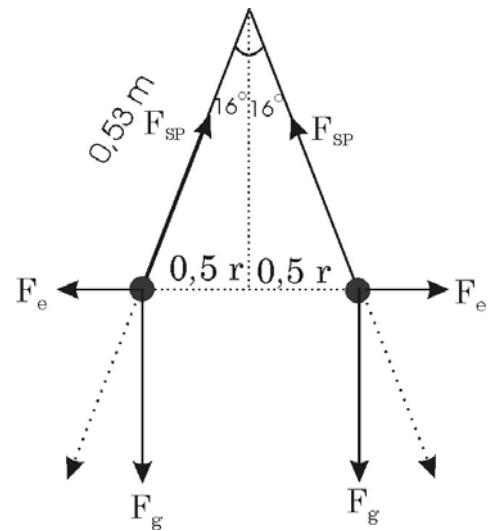


$$4. \quad \sin 16^\circ = \frac{0,5r}{0,53} \Rightarrow r \approx 0,2922 \text{ m}$$

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

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

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



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

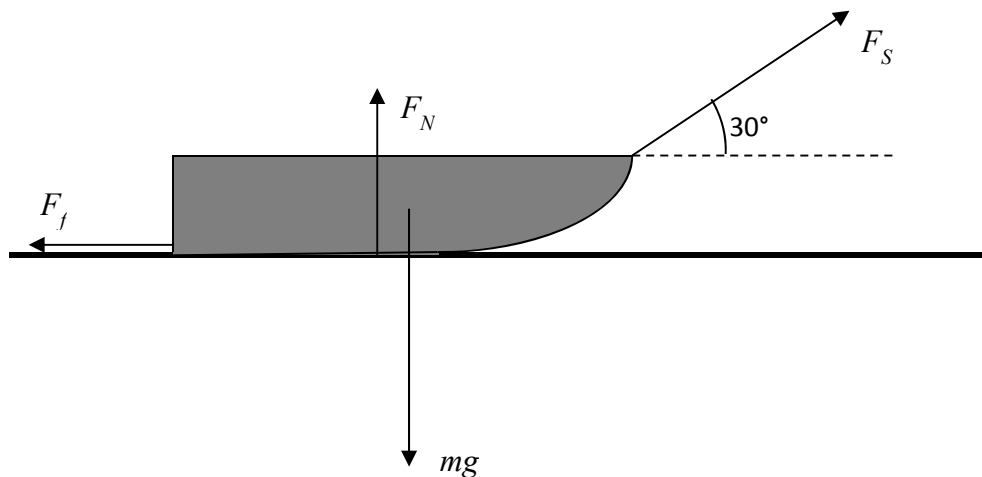
Detta ger  $F_S \sin 30^\circ + F_N - mg = 0 \Rightarrow F_N = mg - F_S \sin 30^\circ$ . Med insatta siffervärden får vi  $mg = 314,24 \text{ N} \approx 0,31 \text{ kN}$  och  $F_N = 239,2 \text{ N} \approx 0,24 \text{ kN}$ .

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:

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

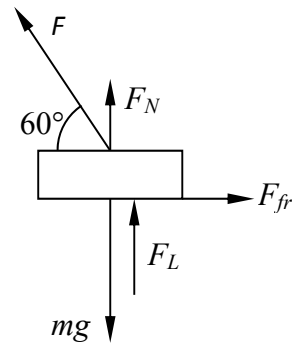
$$\text{dvs } 0,35 \cdot F_N = F/2$$

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

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:

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

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

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

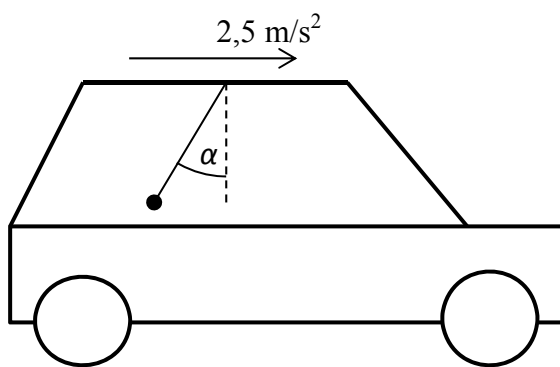
$$\text{För betong : } F = 0,436 \cdot 300 \cdot 9,82 \cdot (1 - 0,998 / 2,0) = 644 \text{ N}$$

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

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

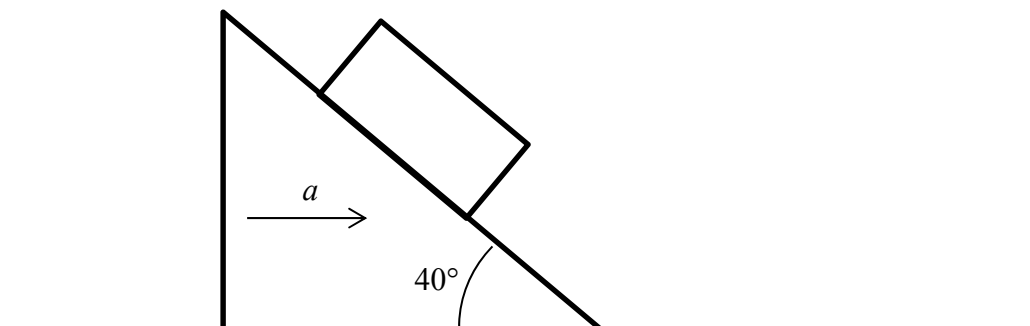
## Kraft och acceleration

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  $\alpha$  mellan pendeltråden och vertikallinjen om bilen accelererar med  $2,5 \text{ m/s}^2$ ? Redovisa kraftsituationen på pendelkulan!



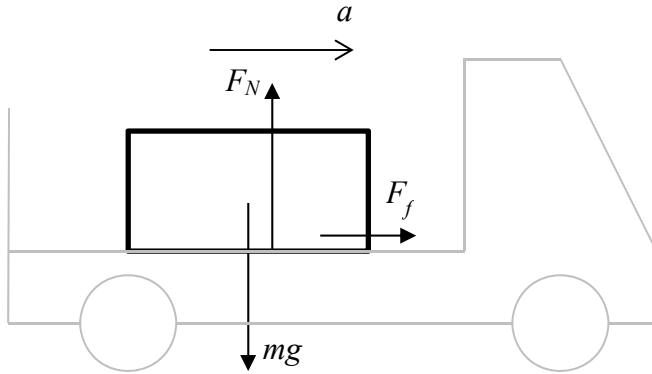
3. En klots ligger på ett prisma, som rör sig på ett horisontellt underlag enligt figuren. Prismats sneda sida bildar vinkeln  $40^\circ$  med horisontalplanet.
  - a) Antag att friktionen mellan klotsen och prisma kan försummas. Hur stor ska prismats acceleration  $a$  vara för att klotsen ska ligga 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!

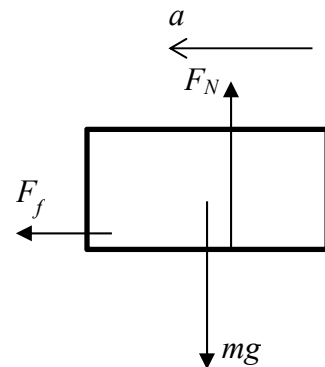


## Lösningar

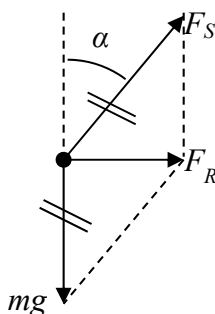
- 1a** Lådan har samma acceleration som lastbilen. Den resulterande kraften på lådan måste därför vara riktad rent horisontellt och ha storleken  $F_R = ma$ . Detta ger  $F_N = mg$  och  $F_f = ma$ . Med insatta siffror får vi  $F_N = mg = \underline{0,74 \text{ kN}}$  och  $F_f = \underline{0,11 \text{ kN}}$ . 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  $(3,5 - 2,0) \text{ m/s}^2 = \underline{1,5 \text{ m/s}^2}$ .



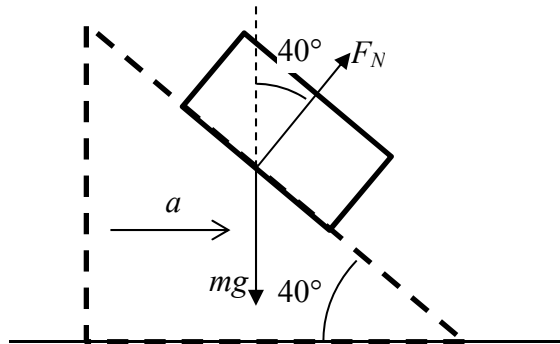
2.



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

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

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

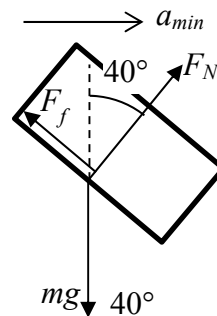
- 3b Minsta möjliga accelerationen  $a_{\min}$ : Friktionskraften är riktad uppåt längs planet för att hindra klotsen från att glida ner. I gränsfallet gäller  $F_f = 0,25 F_N$ . Kraftekvationer i horisontell och vertikal led:

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

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

Insättning i övre ekvationen ger

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



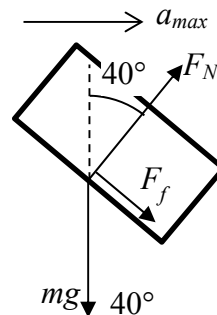
Största möjliga acceleration:  $a_{\max}$ : Friktionskraften nedåt längs planet för att hindra klotsen från att glida upp. I gränsfallet gäller  $F_f = 0,25 F_N$ . Kraftekvationer i horisontell och vertikal led:

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

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

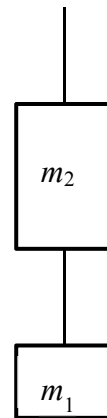
Insättning i övre ekvationen ger

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

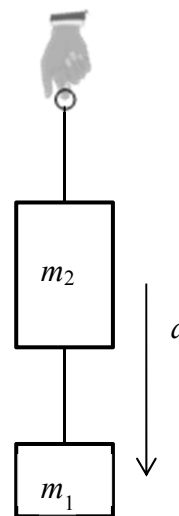


## Interna krafter, friläggning

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.



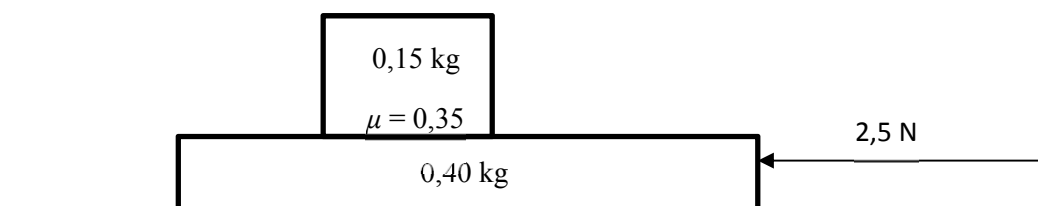
2. Samma vikter som i förra uppgiften, men nu håller en person i det övre snöret och ger båda vikterna accelerationen  $a = 2,5$  m/s<sup>2</sup> nedåt. Rita frilagda kraftdiagram för de båda vikterna och beräkna hur stora krafterna är.



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.

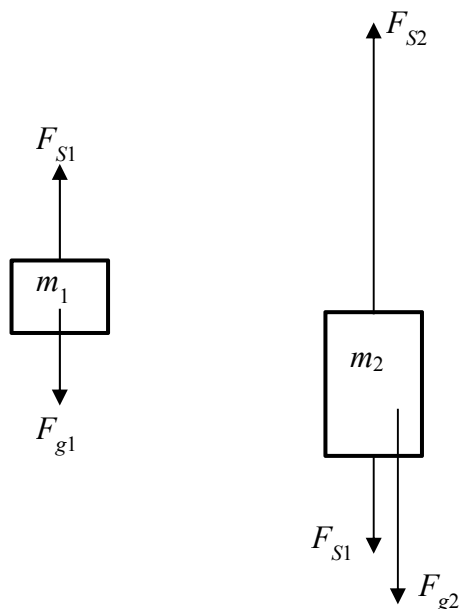


## Lösningar

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  $F_{S2} = 1,473 \text{ N} \approx 1,5 \text{ N}$ .

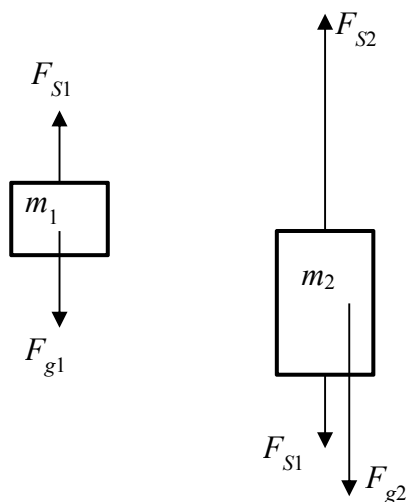


2.

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  $F_{S2} = 1,098 \text{ N} \approx 1,1 \text{ N}$ .





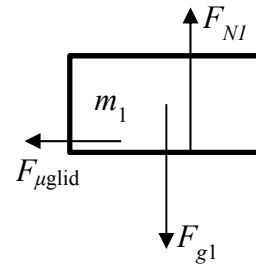
3a. Frilägg klotsen.

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

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

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

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

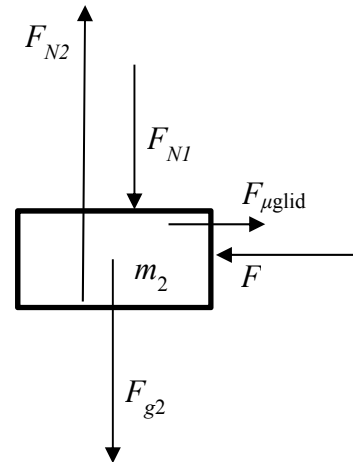


3b. Frilägg brädan.

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

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

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



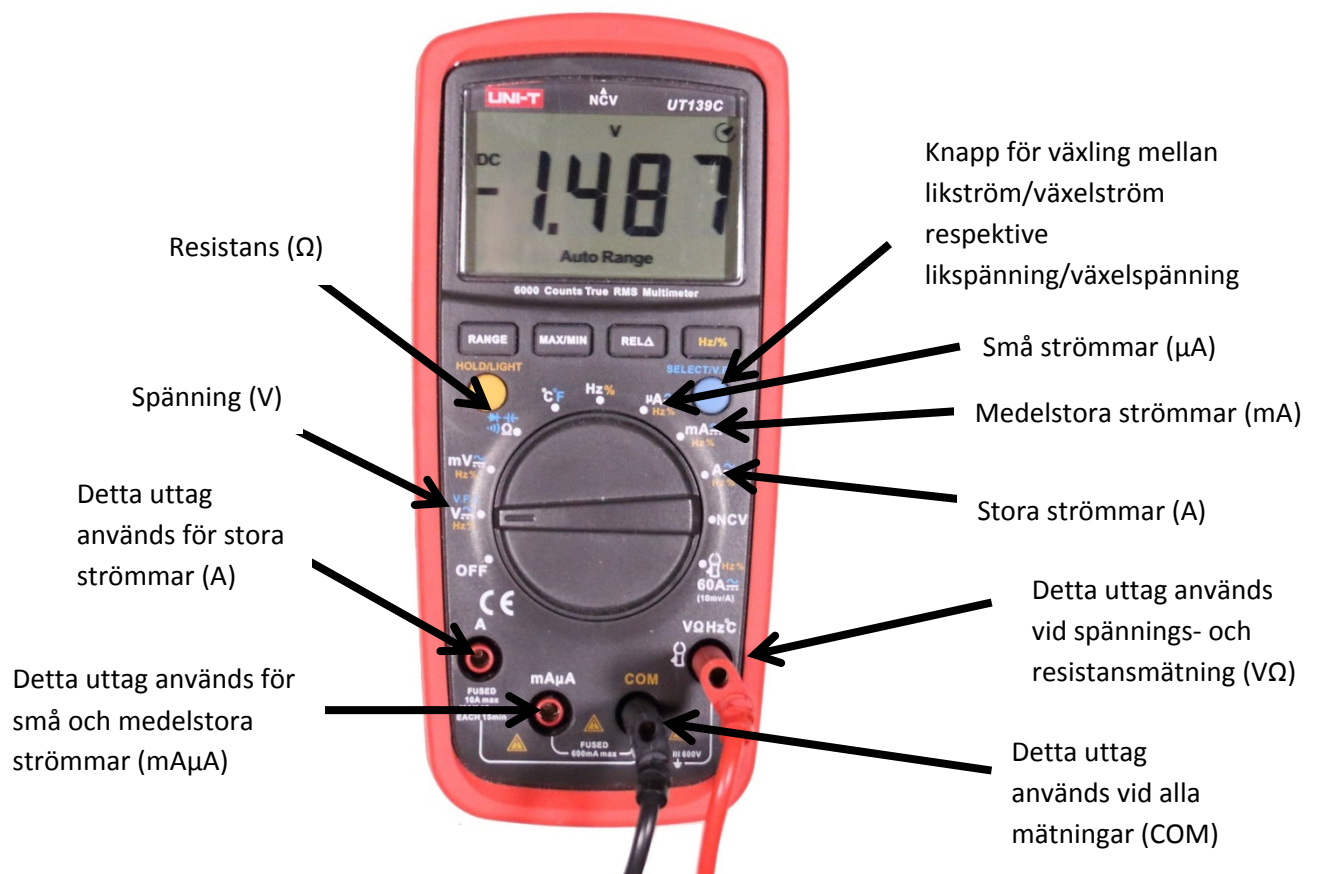
## Extralab för basterminen: Elektriska kretsar

I denna laboration får du träna att koppla upp kretsar baserat på kretsscheman, göra mätningar med multimetern samt beräkna strömmar och spänningar i en krets. Kom ihåg att du måste läsa igenom hela instruktionen och göra förberedelseuppgifterna innan du kommer till laborationen!

**OBS till denna laboration ska ingen rapport skrivas. Examinationen sker genom att läraren kontrollerar era resultat, se därför till att få godkänt av läraren innan du lämnar lokalen. Labben redovisas med protokollet på sista sidan. Ni redovisar i grupp, men var och en måste få sitt eget protokoll påskrivet.**

### Multimetern

En multimeter kan användas för att mäta spänning, ström och resistans. Vissa multimetrar har ytterligare funktioner. Vredet i mitten bestämmer vilken typ av mätning som ska göras och vilket mätområde är. Multimetern i figur 2 är inställd för att mäta likspänningar. Den är kopplad till ett batteri med märkspänningen 1,5 V utanför bild och är dessutom "felvänd" så att pluspolen på multimetern (V) är kopplad till minuspolen på batteriet. Därför visas en negativ spänning på -1,487 V i displayen. Uttaget "COM" skall alltid användas för ena kabeln. Var noga med att välja rätt uttag för den andra kabeln. Stora strömmar mäts via ett separat uttag, det varierar mellan multimetrar vad som är en "stor ström", för multimetern som beskrivs här går gränsen vid 600 mA.



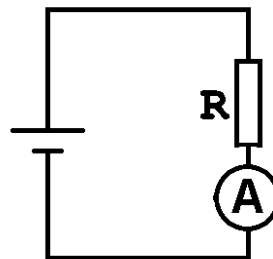
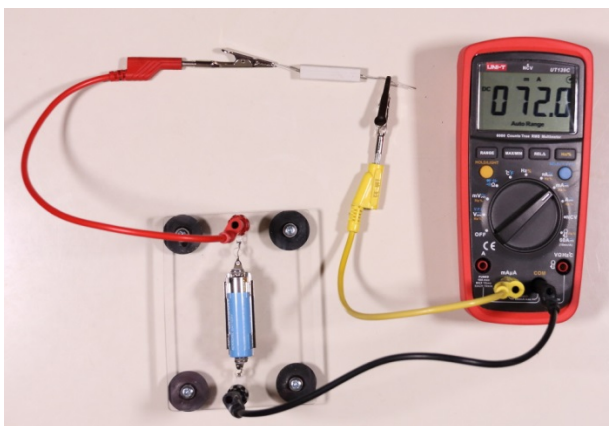
Figur 1. Multimeterns viktigaste funktioner

## Strömmätning

Vid strömmätning måste kretsen brytas så att strömmen passerar genom multimeteren. Vredet måste vara inställt för strömmätning, se figur 1 och 2.

När multimeteren är kopplad som amperemeter har den en liten inre resistans som ändras beroende på område. På A-området är den  $<0,1 \Omega$ , på mA-området är den c:a  $2 \Omega$  och på  $\mu A$ -området är den c:a  $100 \Omega$ . I labben är det lämpligt att undvika  $\mu A$ -området på grund av att den relativt höga resistansen skulle påverka kretsen för mycket.

**Varning: En amperemeter får aldrig kopplas parallellt med en spänningskälla, då blir strömmen väldigt hög och eventuellt går en säkring sönder eller något blir varmt. Om strömmätning inte fungerar har antagligen säkringen gått sönder på grund av att ni eller en tidigare labbgrupp har kopplat fel. Fråga läraren om hur man byter säkring.**

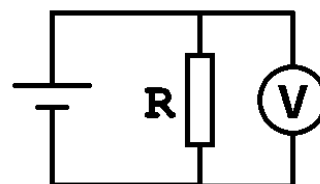
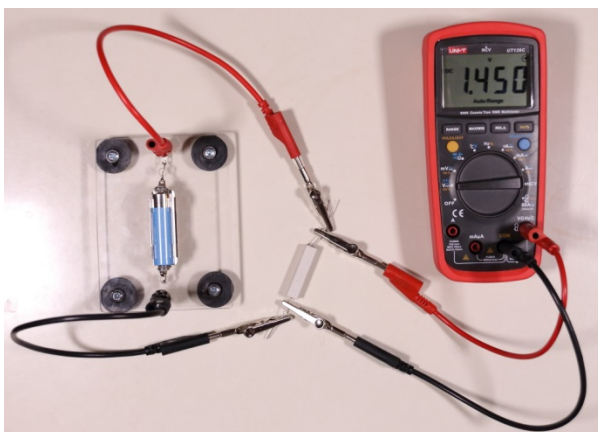


Figur 2. Multimeteren kopplad i serie med ett batteri och motstånd för strömmätning.

## Spänningsmätning

Vid spänningsmätning parallellkopplas multimeteren med det som man vill mäta spänningen över. Kretsen ska inte brytas. Vredet måste vara inställt för spänningsmätning, se figur 1 och 3. När multimeteren är inställd för att mäta spänning har den en mycket hög inre resistans ( $>10 M\Omega$ ). Detta gör att mycket lite ström går genom multimeteren och påverkan på mätningarna blir försumbar.

**Varning: Se till att använda rätt uttag vid spänningsmätning, om uttagen för strömmätning används (även kortvarigt) så kortsluts kretsen, och en säkring kan gå sönder eller något bli varmt.**



Figur 3. Multimeteren kopplad parallellt med ett motstånd och ett batteri för spänningsmätning.

## Resistansmätning

Multimetern kan mäta resistans genom att koppla in motståndet direkt till multimetern, som har ett inbyggt batteri. Koppla motståndet till multimeterns uttag märkta med COM respektive  $\Omega$ . Resten av kretsen ska *inte* vara kopplad till motståndet, se figur 1 och 4.



Figur 4. Mätning av resistans

## Färgkoder för motståndsvärden

Många motstånd är märkta med färgkodning. Färgkoden består av fyra eller fem ringar. De två eller tre första ger två eller tre värdesiffror, nästa ger ett antal nollor och den sista vilken tolerans (precision) motståndet har. Avståndet mellan ringarna för multiplikator och tolerans är oftast lite större än avståndet mellan övriga ringar, vilket visar vilket håll ringarna ska läsas ifrån. Ringarna är kodade med färger enligt följande:

| Färg    | Värdesiffra | Multiplikator | Tolerans |
|---------|-------------|---------------|----------|
| Svart   | 0           | 1             |          |
| Brun    | 1           | 10            | 1 %      |
| Röd     | 2           | 100           | 2 %      |
| Orange  | 3           | 1 000         |          |
| Gul     | 4           | 10 000        |          |
| Grön    | 5           | 100 000       | 0,5 %    |
| Blå     | 6           | 1 000 000     | 0,25 %   |
| Violett | 7           | 10 000 000    | 0,1 %    |
| Grå     | 8           | 100 000 000   | 0,05 %   |
| Vit     | 9           | 1 000 000 000 |          |
| Guld    |             | 0,1           | 5 %      |
| Silver  |             | 0,01          | 10 %     |
| Saknas  |             |               | 20 %     |

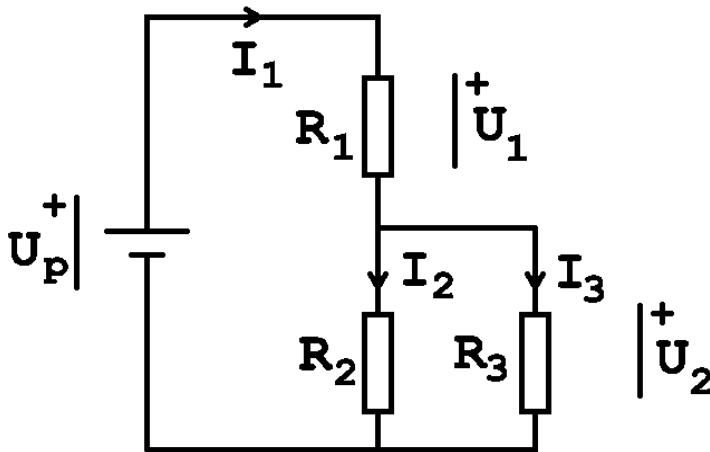


Figur 5. Motståndet på bilden är märkt blå-grå-röd-guld d.v.s. det har resistansen  $68 \cdot 100 = 6800 \Omega$  och toleransen 5 %

## Uppgifter

Välj tre olika motstånd mellan 0,47 och 4,7 k $\Omega$  och ett batteri slumpvis.

1. Läs av motståndens värden via färgkoden. Läs av spänningsmärkningen på batteriet. Kontrollmät motstånden med multimetern. För in resultaten i tabell 1.
2. Koppla upp kretsen i figur 6.
3. Mät  $U_p$ ,  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  och  $I_3$ . För in resultaten i tabell 2.
4. Beräkna teoretiska värden på  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  och  $I_3$ . Använd de uppmätta värdena på batteriets spänning och motståndens resistanser. För in resultaten i tabell 2.



Figur 6. Schema för kretsen.

### Innan du lämnar labblokalen

Alla i gruppen ska fylla i sitt eget protokoll och få det godkänt av läraren

### Tänk på att

Spara det godkända protokollet tills du ser att labbkursen är godkänd på "Personliga menyn".

## Protokoll

Tabell 1. Resistorer; märkning och uppmätta värden

|       | Färgkod | Resistans enligt färgkod | Uppmätt resistans |
|-------|---------|--------------------------|-------------------|
| $R_1$ |         |                          | *                 |
| $R_2$ |         |                          | *                 |
| $R_3$ |         |                          | *                 |

Tabell 2. Mätningar och beräkningar på kretsen i Figur 6. Beräkningarna ska baseras på de uppmätta värdena markerade med asterisk (\*).

|       | Beräknat värde | Uppmätt värde (i krets) |
|-------|----------------|-------------------------|
| $U_p$ |                | *                       |
| $U_1$ |                |                         |
| $U_2$ |                |                         |
| $I_1$ |                |                         |
| $I_2$ |                |                         |
| $I_3$ |                |                         |

### Godkännande Laboration 3 (Sparas tills labbkursen är rapporterad vid terminens slut)

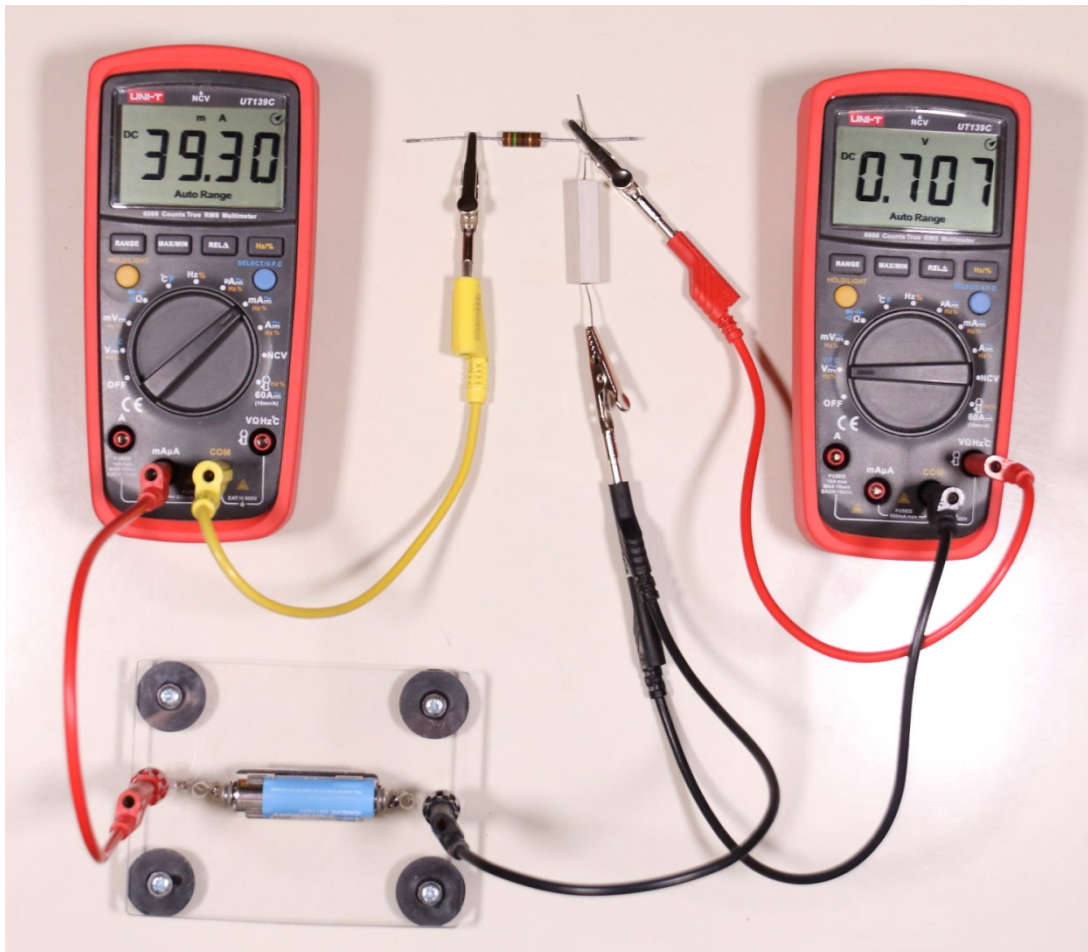
Datum, studentens namn och personnummer (texta läsligt med permanent skrift)

Godkännande (lärarens signatur)

## Förberedelseuppgifter

Givet kopplingen i figur 7:

1. Rita ett kretsschema.
2. Ta reda på resistansen för det övre motståndet via färgkoden *brun-grön-svart-guld*.
3. Beräkna resistansen på det nedre motståndet.
4. Betrakta nu kretsschemat i figur 6. Rita två nya kretsscheman som visar hur man kopplar in multimetern för att mäta  $I_3$  respektive  $U_2$ . Använd schemasymbolerna för volt- och amperemeter i dina scheman.



Figur 7. En krets med ett batteri, två motstånd och två multimetrar.



KTH Syd

## KONTROLLSKRIVNING

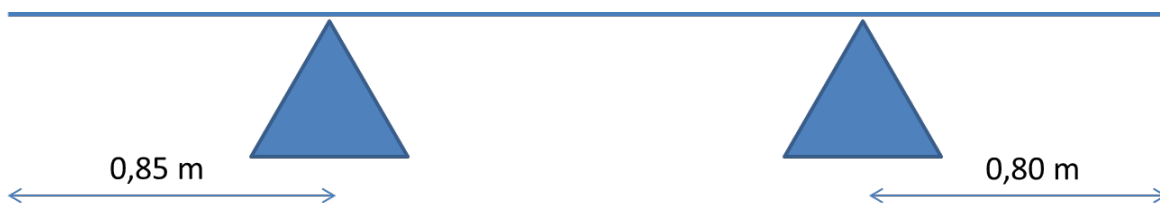
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kursnummer:                   | HF0025<br>Fysik II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Moment:                       | KS1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Program:                      | Teknisk bastermin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Rättande lärare:              | Staffan Linnæus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Examinator:                   | Staffan Linnæus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Datum:                        | 2017-01-22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Tid:                          | 10.15–12.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Hjälpmedel:                   | Miniräknare<br>Godkänd formelsamling<br>ISBN978-91-27-72279-8 eller<br>ISBN978-91-27-42245-2,<br>passare, gradskiva och linjal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Omfattning och betygsgränser: | <p>Maximal poäng är 12. För godkänd kontrollskrivning krävs 7 poäng.</p> <p><i>Kontrollskrivningen ger inga bonuspoäng till tentamen.</i></p> <p><b>Till samtliga uppgifter krävs fullständiga lösningar. Lösningarna skall vara tydliga och lätta att följa. Skriv helst med blyertspenna! Införda beteckningar skall definieras. Uppställda samband skall motiveras. Till uppgifter innehållande kraftsituationer (eller andra vektorsituationer) skall vektorfigurer ritas med linjal. Uppgifter med elektriska kretsar skall redovisas med kopplingsscheman som definierar använda storheter.</b></p> <p>Lycka till!</p> |



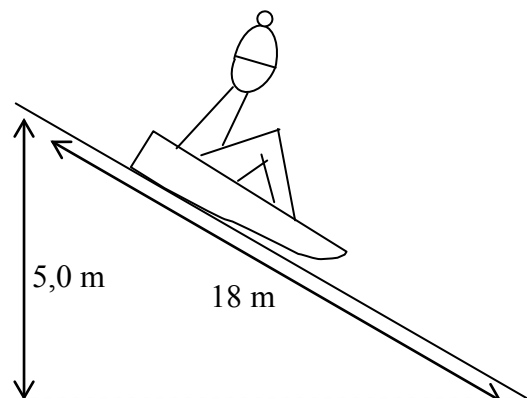
1. En låda som väger 225 kg lyfts med hjälp av en lina med försumbar massa. Lådan accelererar uppåt med accelerationen  $a = 0,88 \text{ m/s}^2$ . Bestäm spännkraften i linan för att lådan ska accelerera på detta sätt. (2 p)
2. Diagrammet nedan beskriver hastigheten för ett föremål som funktion av tiden.
  - a Hur långt har föremålet kommit efter 10,0 s? (1 p)
  - b Vilken acceleration har föremålet vid tiden 8,0 s? (1 p)



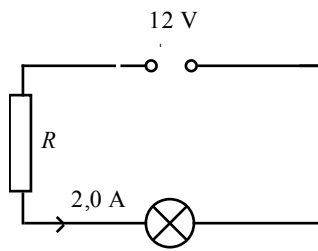
3. Lisa och Arvid ska måla en jämntjock planka vars massa är 25 kg och är 3,0 m lång. De lägger upp plankan på två bockar enligt figur. Hur stora är normalkrafterna på plankan? (2 p)



4. Markus åker nedför en pulkabacke enligt figuren. Markus och pulkan väger tillsammans 28 kg. Friktionskraften på pulkan är 39 N. Hur stor hastighet får Markus när han kommer längst ner om han startar från vila högst upp? (2 p)



5. En glödlampa som är märkt  $4,0\text{ W}$ ;  $2,0\text{ A}$  skall kopplas till en spänningskälla med spänningen  $12\text{ V}$ . Vilken resistans  $R$  skall det motstånd ha som skall seriekopplas med lampan för att lampan skall lysa med normal ljusstyrka? (2 p)

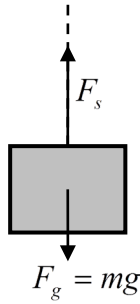


6. En låda med massan  $12\text{ kg}$  dras med konstant fart rakt fram längs ett horisontellt underlag med en kraft på  $38\text{ N}$ . Kraften bildar vinkeln  $30^\circ$  med underlaget, se figur. Beräkna friktionstalet mellan låda och underlag. (2 p)



## Lösningar

1.



Lådan påverkas av två krafter (se figur), tyngdkraften och linkraften. Eftersom lådan accelererar uppåt, så är det inte jämvikt. Newtons andra lag ( $F = m \cdot a$ ) ger:

$$F_s - F_g = m \cdot a$$

$$F_s = F_g + m \cdot a = m \cdot g + m \cdot a = m \cdot (g + a) = 225 \cdot (9,82 + 0,88) = 2407,5 \text{ N} \approx$$

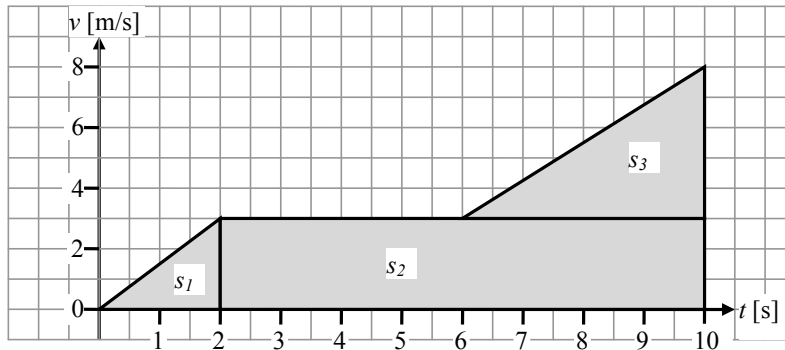
Svar: Spännkraften är 2,4 kN

2a) Sträckan är arean under kurvan:  $s = s_1 + s_2 + s_3 = \left( \frac{2,0 \cdot 3,0}{2} + 8,0 \cdot 3,0 + \frac{4,0 \cdot 5,0}{2} \right) \text{ m} = 37 \text{ m}.$

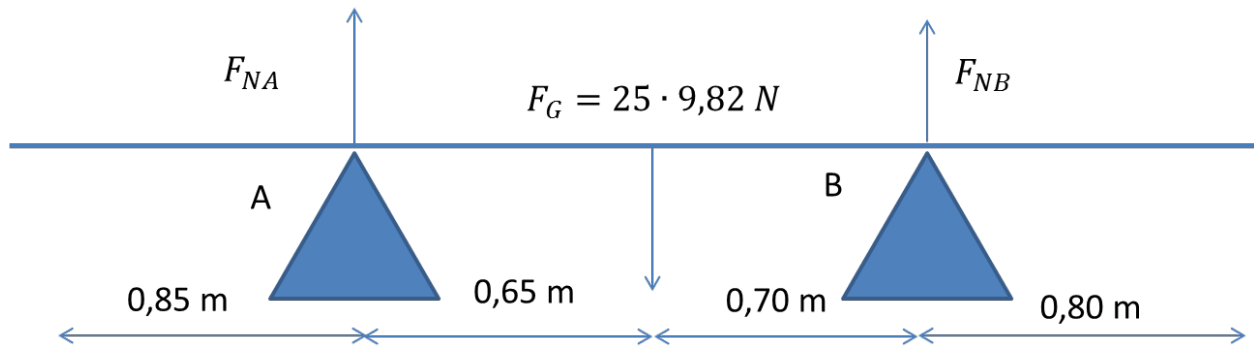
Svar: Föremålet har rörts sig 37 m.

b) Konstant acceleration mellan 6,0 s och 10,0 s ger  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(8,0 - 3,0) \text{ m/s}}{(10,0 - 6,0) \text{ s}} = 1,25 \text{ m/s}^2$

Svar: Accelerationen är  $1,3 \text{ m/s}^2$ .



3.



I figuren har momentarmarna räknats ut genom att vi i uppgiften vet att plankan är 3,0 meter lång; då blir avståndet mellan vridningspunkten A och plankans tyngdpunkt  $\frac{3,0}{2} - 0,85 = 0,65$ . Avståndet mellan B och plankans tyngdpunkt fås på samma sätt;  $\frac{3,0}{2} - 0,80 = 0,70 \text{ m}$ .

Plankan är hela tiden i jämvikt och därför gäller momentlagen, dvs. att kraftmomenten,  $M_{medurs} = \sum F \cdot L$ , medurs är lika stort som kraftmomentet moturs,  $M_{moturs} = \sum F \cdot L$ . Eftersom vi vill beräkna normalkraften vid B väljs A som vridningspunkt. Momentekvationen för figur 1 blir då:

$$25 \cdot 9,82 \cdot 0,65 = F_{NB} \cdot (0,65 + 0,70) \Leftrightarrow F_{NB} = \frac{25 \cdot 9,82 \cdot 0,65}{1,35} \approx 118,20 \text{ N}$$

Normalkraften vid A kan då beräknas enligt Newtons första lag (positiv riktning uppåt):

$$F_{NA} + F_{NB} - F_G = 0 \Leftrightarrow F_{NA} = F_G - F_{NB}$$

Insättning ger:

$$F_{NA} = 25 \cdot 9,82 - \frac{25 \cdot 9,82 \cdot 0,65}{1,35} \approx 127,30 \text{ N}$$

Svar: Normalkrafterna är 0,13 kN vid A och 0,12 kN vid B.

4. Minskningen av den mekaniska energin motsvarar friktionsarbetet. Detta ger

$$mgh - \frac{mv^2}{2} = F_{\mu\text{glid}} \cdot s \Rightarrow v = \sqrt{2gh - \frac{2F_{\mu\text{glid}} \cdot s}{m}} = 6,9 \text{ m/s.}$$

Svar: Hastigheten blir 6,9 m/s.

5. Spänningen över glödlampan ges av

$$P = UI \Rightarrow U = \frac{P}{I} \Rightarrow U_{\text{lampa}} = \frac{4,0}{2,0} = 2,0 \text{ V}$$

Spänningen över motståndet fås genom spänningsdelning:  $U_{\text{motstånd}} = 12 \text{ V} - 2,0 \text{ V} = 10 \text{ V}$

Ohms lag över motståndet ger nu

$$U = RI \Rightarrow R = \frac{U}{I} \Rightarrow R_{\text{motstånd}} = \frac{10}{2,0} = 5,0 \Omega.$$

### Alternativ lösning

Glödlampans resistans fås ur:

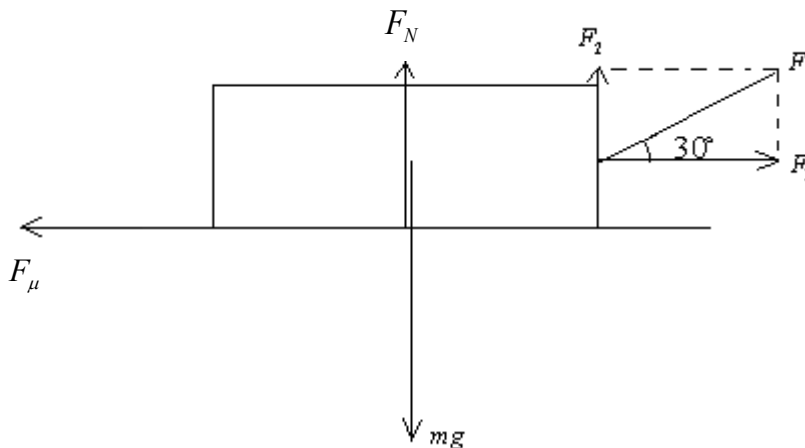
$$P = RI^2 \Rightarrow R_{\text{lampa}} = \frac{P}{I^2} \approx \frac{4,0}{2,0^2} \approx 1,0 \Omega$$

Potentialvandring ett varv moturs i kretsen ger:

$$U - R_{\text{motstånd}} I - R_{\text{lampa}} \cdot I = 0 \Rightarrow 12 - R_{\text{motstånd}} \cdot 2,0 - 1,0 \cdot 2,0 = 0 \Rightarrow$$

$$\underline{\underline{R_{\text{motstånd}} = 5,0 \Omega}}$$

6.



Vid jämvikt gäller:  $F_{\mu, \text{max}} = F_1$  och  $F_N + F_2 = mg$

$$F_{\mu} = F_1 = F \cos 30^\circ \Rightarrow F_{\mu} = 38 \cdot \cos 30^\circ \approx 32,90897 \text{ N}$$

$$F_N = mg - F_2 = mg - F \sin 30^\circ \Rightarrow F_N = 12 \cdot 9,82 - 38 \sin 30^\circ \approx 98,84 \text{ N}$$

$$\text{Friktionstalet } \mu = \frac{F_{\mu}}{F_N} \Rightarrow \mu = \frac{32,90897}{98,84} \approx 0,33295$$

Svar: Friktionstalet är 0,33