Ledtrådar (Ergo Fysik 1)

Nedan följer ledtrådar och lösningshjälp till en del uppgifter i *Ergo Fysik 1* av Pålsgård med flera (fjärde upplagans första tryckning).

Detta är en tidig version. Säg gärna till om du hittar konstigheter eller saknar någon uppgift!

Kapitel 4

RITA ALLTID FIGUR!

4.01 Se s. 71–72.

4.02 (a) Eftersom det finns krafter som är motriktade rörelseriktningen (friktion och luftmotstånd) kommer kälkens hastighet att minska. (b) Bara om inga krafter parallella med rörelseriktningen verkar på kälken.

4.03 Tänk alltid "kraft på … från …" när krafter skall ritas ut.

Metodruta 4.1: Resultantbestämning

Ej klart!

4.04 Resultanten till parallella krafter kan bestämmas genom att addera krafter i en riktning och subtrahera "de som är riktade åt andra hållet".

4.05 Man kan också tänka som så att man inför en positiv riktning och räknar krafter som är motriktade denna som negativa. Sedan adderar man alla krafter, med tecken, för att få resultanten. Blir denna då negativ så betyder det att resultanten är riktad åt motsatt håll jämfört med positiv riktning. (Det är ju så här vi arbetar med vektorstorheter som läge, hastighet och acceleration när vi arbetar med rörelseformlerna.) Till exempel i (b) (med positiv riktning åt höger): $R = (2 + (-4))\ \text{N} = -2\ \text{N}$.

Så här behöver man dock sällan göra när man räknar med krafter. Och själv gör jag det aldrig! Enklare är oftast att utifrån figuren se hur resultanten är riktad och inte bry sig om att räkna med tecken. Till exempel i (b): $R = (4-2)\ \text{N} = 2\ \text{N}$, riktad åt vänster.

4.06 Rita krafttåg och rita in resultanten. Du kan utgå från att krafterna i båda fallen bildar rät vinkel med varandra. Använd Pythagoras sats.

4.07 Gör en skalenlig kraftfigur där du till exempel låter 1 cm $\leftrightarrow$ 1 N och använd denna för att mäta resultantpilens längd.

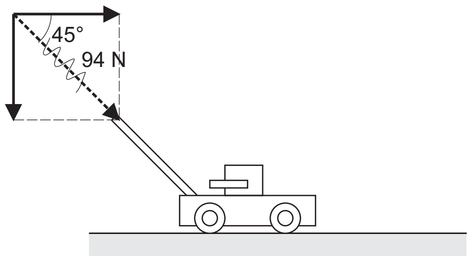
Metodruta 4.2: Komposantuppdelning

Ej klart!

4.08 Dra först hjälplinjer från kraftens spets vinkelrät mot de markerade riktningarna så vet du hur långa komposantpilarna skall ritas. Använd sedan cosinus och sinus i de krafttrianglar som fås vid komposantuppdelningen. Kom ihåg att

$$\sin v = \frac{\text{motstående katet}}{\text{hypotenusan}}, \quad \cos v = \frac{\text{närliggande katet}}{\text{hypotenusan}}$$

4.09 Rita figur och komposantuppdela. Komposanternas storlekar kan sedan bestämmas med hjälp av cosinus och sinus i de krafttrianglar som fås vid komposantuppdelningen.



4.10 Om resultanten är noll kommer inte hastigheten att förändras (Newtons första lag).

Metodruta 4.3: Beräkning av tyngdkraft

Ej klart!

Metodruta 4.4: Beräkning av friktionskraft

Ej klart!

Metodruta 4.5: Jämviktsproblem

Om föremål i jämvikt (i vila eller i rörelse med konstant fart, det vill säga $a = 0$):

1. Frilägg och rita tydliga kraftfigurer (tänk "kraft på … från …" om varje kraft). Använd vid behov Newton III om flera föremål är inblandade.
2. Använd jämviktsvillkor (jämvikt $\Rightarrow$ $R = 0$, vilket kan uttryckas "summan av krafter åt ett håll = summan av krafter åt motsatt håll") på ett föremål i taget för att teckna samband.
3. Bestäm den sökta storheten ur tecknade samband.

4.11 Tänk på att så fort ett föremål är i jämvikt (i vila eller i rörelse med konstant fart) så är resultanten till krafterna som verkar på föremålet noll.

Till exempel i (3): De enda krafter som verkar på regndroppen är tyngdkraften (riktad nedåt) och en luftmotståndskraft (uppåt). Eftersom droppen rör sig med konstant fart så är den i jämvikt och resultanten på den är noll. De två krafterna måste alltså vara lika stora.

4.12 För att lyfta måste lyftkraften vara större än tyngdkraften på flygplanet (vars storlek är mg).

4.13 (a) Hastighetens riktning ändras hela tiden (hastigheten har ju hela tiden samma riktning som körriktningen, som ändras i en kurva). (b) Om resultanten är noll kommer inte hastigheten att förändras (Newtons första lag). Bilen fortsätter rakt fram i kurvan.

Metodruta 4.6: Newtons andra lag

Om föremål accelerarar:

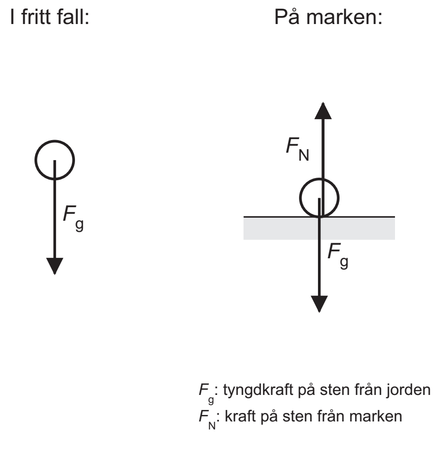
1. Frilägg och rita tydliga kraftfigurer (tänk "kraft på ... från ..." om varje kraft). Använd vid behov Newton III om flera föremål är inblandade.
2. Om accelerationen behöver beräknas kan detta göras med definitionen $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, eller eventuellt med någon av rörelseformlerna.
3. Beräkna, eller teckna uttryck för, resultantens storlek, R. Resultantens riktning kan bestämmas genom att vektoraddera samtliga krafter (i en separat figur).
4. Sätt in i Newton II ($R = ma$) för att teckna samband.
5. Bestäm den sökta storheten ur tecknade samband.

4.14 Använd Newtons andra lag ($R = ma$). (c) Tänk på att 5,0 kN $= 5{,}0 \cdot 10^3$ N $= 5\,000$ N.

4.15 (a) Bestäm först resultanten R, använd sedan Newtons andra lag ($R = ma$). (b) Ställ först upp ett uttryck för resultanten ($R = 7{,}0\ \mathrm{N} + F_2$) och sätt sedan in i Newtons andra lag. (c) Bestäm först resultanten R, använd sedan Newtons andra lag.

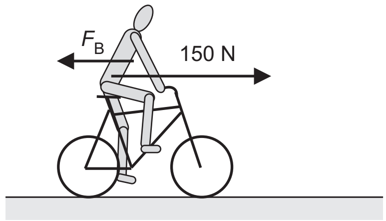
4.16 Bestäm först accelerationens storlek med Newtons andra lag (1,5 m/s^2). Sluthastigheten fås sedan med hjälp av rörelseformeln $v = v_0 + at$, men tänk på att få rätt tecken i räkningarna! Om positiv riktning väljs i bilens rörelseriktning så räknas accelerationen negativ i (b), eftersom den då är riktad *mot* positiv riktning (tänk på att vad som skall vara positiv riktning får man själv bestämma, men vid fartminskning är alltid accelerationen motriktad rörelseriktningen).

4.17 Tyngden (tyngdkraftens storlek) är som vanligt mg oavsett hur stenen rör sig.

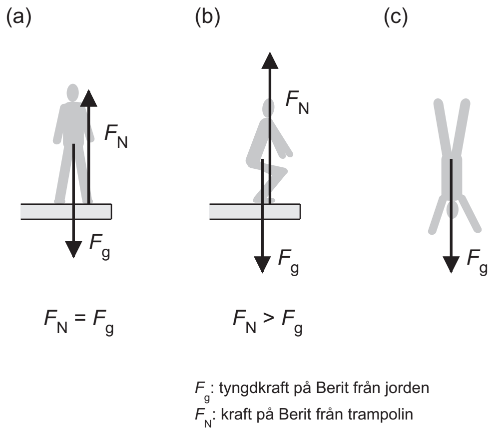


4.18 (a) Vid fritt fall är det bara tyngdkraften som verkar. Använd Newtons andra lag. (b) Tyngdfaktorn g är alltid lika stor som tyngdaccelerationen (9,82 m/s^2 på våra breddgrader på jorden, något annat på Mars). Detta kan inses genom att ställa upp Newtons andra lag på ett föremål i fritt fall (då ju $R = mg$): $mg = ma \implies g = a$.

4.19 (a) Medelacceleration kan alltid beräknas med $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$. (b) Använd att $R = 150\ \mathrm{N} - F_B$, där F_B är den sökta kraftens storlek, och sätt in detta tillsammans med accelerationen från (a) i Newtons andra lag ($R = ma$). De bakåtriktade krafterna utgörs av rull- och luftmotstånd.



4.20 (a) Om Berit befinner sig i jämvikt så måste tyngdkraften på Berit vara lika stor som den uppåtriktade kraften på Berit från trampolinen.

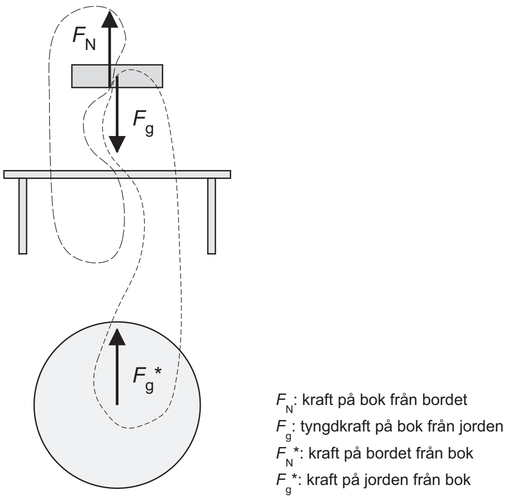


(b) Om Berit accelererar uppåt måste den uppåtriktade kraften på Berit från trampolinen vara större än tyngdkraften på Berit (så att resultanten blir riktad uppåt). Använd att resultanten kan skrivas $R = F_N - mg$, där F_N är kraften på Berit från trampolinen, och sätt in i Newtons andra lag. (c) Den enda kraft som verkar på Berit är tyngdkraften. Då är hon i fritt fall, och hennes acceleration är 9,82 m/s^2, riktad nedåt.

4.21 (a) Använd att resultanten kan skrivas $R = F_u - mg$, där F_u är kraften på Erik från vajern, och sätt in Newtons andra lag ($R = ma$). (b) Om hastigheten är konstant är personen i jämvikt och resultanten är noll. Då måste kraften på Erik från vajern vara lika stor som personens tyngd. (c) Tänk på att minustecknet innebär att accelerationen är riktad nedåt, och därmed är också resultanten riktad nedåt. Om positiv riktning väljs nedåt kan resultanten skrivas $R = mg - F_u$. Sätt in detta i Newtons andra lag ($R = ma$, med $a = 1{,}3$ m/s^2).

4.22 Tänk på att kraft och reaktionskraft (motkraft) alltid verkar på *olika* föremål.

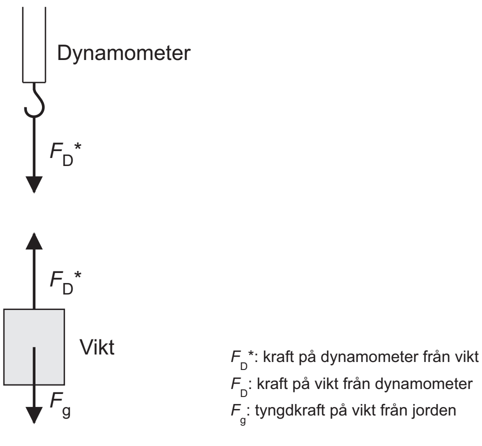
4.23 Tänk på att kraft och reaktionskraft alltid verkar på olika föremål. Om B påverkar A med en kraft vars storlek är F så är reaktionskraften en lika stor, men motsatt riktad, kraft på B från A.



Reaktionskraften till tyngdkraften på boken från jorden är en kraft på jorden från boken. Reaktionskraften till normalkraften på boken från bordet är en kraft på bordet från boken.

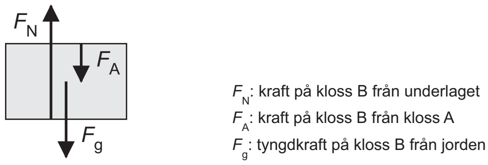
4.24 Använd Newtons andra lag på vagnen för att bestämma kraften på vagnen från loket (som här ensam utgör resultant på vagnen). Kraften på loket från vagnen är reaktionskraft till kraften på vagnen från loket, och därmed lika stor.

4.25 (b) Rita en ordentlig figur där dynamometern och vikten friläggs (ritas var för sig och där krafterna markeras). Eftersom vikten är i jämvikt är kraften på vikten från dynamometern lika stor som tyngdkraften på vikten. Men eftersom kraften på dynamometern från vikten är reaktionskraft till kraften på vikten från dynamometern, och därmed lika stor, så måste den förra också vara lika stor som tyngdkraften. Alltså drar vikten i dynamometern med en kraft som är precis lika stor som (men inte densamma som) tyngdkraften som verkar på vikten ($F_D* = F_g$).



4.26 Luftmotståndskraften ökar med hastigheten och blir till slut lika stor som tyngdkraften ($F_L = mg = 1{,}2$ kg $\cdot$ 9,82 N/kg $= 12$ N). Då är resultanten noll och hastigheten förändras inte längre.

4.27 Frilägg kloss B, det vill säga rita en figur med enbart kloss B och de krafter som verkar på kloss B.



Jämvikt för kloss A innebär att kraften på kloss A från kloss B är lika stor som tyngdkraften på kloss A. Enligt Newtons tredje lag är kraften på kloss B från kloss A, F_A, lika stor (men motsatt riktad) kraften på kloss A från kloss B. Då vet vi alltså att $F_A = 10 \cdot 9{,}82$ N $= 98{,}2$ N. Beräkna F_g och använd att jämvikt för kloss B innebär att $F_N = F_A + F_g$.

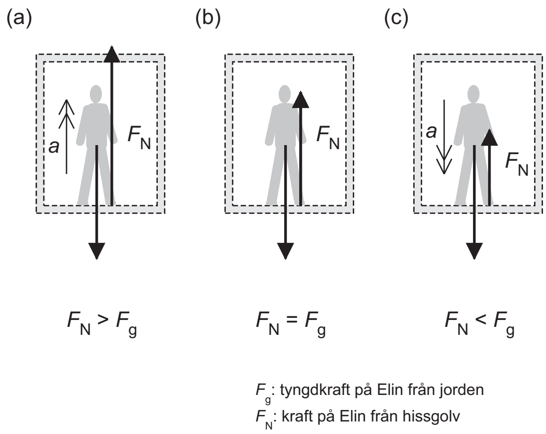
4.28 Tänk på att en våg egentligen mäter kraften på vågplattan, F_v, och sedan visar F_v/g (i kilogram). Om man står still på en våg är ju kraften på plattan lika stor som ens tyngd, det vill säga $F_v = F_g = mg$ och vågen visar $mg/g = m$. Observera att kraften på vågplattan är reaktionskraft till normalkraften på föremålet på som står på vågplattan.

På vikten verkar tre krafter: tyngdkraft (riktad nedåt), snörkraft (riktad uppåt) och normalkraft (riktad uppåt). Att vågen visar 0,170 kg innebär enligt resonemanget ovan att normalkraften på vikten är lika stor som kraften på vågplattan som är 0,170 kg $\cdot$ 9,82 N/kg $= 1{,}67$ N.

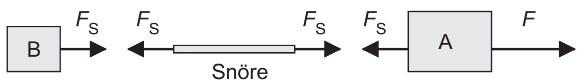
4.29 Beräkna först accelerationen med hjälp av Newtons andra lag ($R = ma$). Använd sedan rörelseformlerna $v = v_0 + at$ (med $v = 0$ och $v_0 = \frac{70}{3{,}6}$ m/s) och $2as = v^2 - v_0^2$. Tänk på att accelerationen är riktad mot rörelseriktningen (inbromsning) så om positiv riktning valts i rörelseriktningen så ska a vara negativ i rörelseformlerna.

4.30 Beräkna först acclerationen $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$. Tänk på att hastigheten har olika riktning före och efter tillslaget! Bestäm dig för positiv riktning åt något håll och var sedan noggrann med minustecken (tänk på att räkna hastigheter som är riktade motsatt positiv riktning negativa). Använd sedan Newtons andra lag $R = ma$. Den sökta kraften har samma riktning som accelerationen, det vill säga i slutliga rörelseriktningen.

4.31
(a) Resultanten till de krafter som verkar på Elin är riktad uppåt (ty accelerationen är riktad uppåt) och har storleken $R = F_N - mg$, där F_N är normalkraften på Elin. Sätt in detta i Newtons andra lag så kan F_N bestämmas. (b) Om hastigheten är konstant så är resultanten noll. Då är $F_N = mg$. (c) Nu är resultanten riktad nedåt (ty accelerationen är riktad nedåt) och har storleken $R = mg - F_N$. Sätt in detta i Newtons andra lag så kan F_N bestämmas. (d) Badrumsvågen visar kraften på vågen från Elin, som är lika stor som normalkraften på Elin från vågen. (e) Vågen hade visat F_v/g (i kilogram), där F_v är kraften på vågen.



4.32 (a) Tänk på att kraften, vars storlek är $F = 12$ N, accelererar hela systemet som har massan $(2{,}0+5{,}0)$ kg $= 7{,}0$ kg. Använd Newtons andra lag (på hela systemet) för att få reda på systemets acceleration. (b) "Kraften i snöret", vars storlek kan betecknas F_s, är lika med den kraft vardera snörände påverkas av. För att få reda på denna bestämmer vi någon av reaktionskrafterna, det vill säga kraften på någon av vikterna från snöret. Enklast är att använda Newtons andra lag på kloss B enbart. (c) Tänk på att snöret drar i vardera vikten med en kraft som är lika stor som "kraften i snöret" från (b).



4.33 (a) Kraften är noll. Kulorna faller på precis samma sätt (med accelerationen 9,82 m/s^2) som om man släppt dem utan något snöre mellan sig. (b) Med precis lika stor acceleration som i (a).

Ett mer fullständigt resonemang kan göras så här: Betrakta först kulorna som ett system och bestäm accelerationen med hjälp av Newtons andra lag. Använd sedan Newtons andra lag på respektive kula för att bestämma snörkraften F_s (på liknande sätt som i uppgift 4.32 ovan). Det visar sig då att denna är 0.

Metodruta 4.7: Beräkning av gravitationskraft
Ej klart!

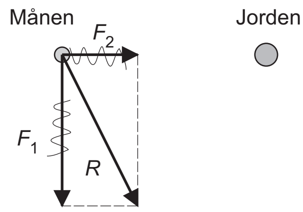
4.34 (a)–(b) Använd Newtons gravitationslag. Tänk på att avstånd skall anges i meter och massor i kilogram.

4.35 Här behöver man veta protonens och elektronens massor. Dessa hittar man i formelsamlingen (eller nedan).

elektronens massa	$9{,}109 \cdot 10^{-31}$ kg
protonens massa	$1{,}673 \cdot 10^{-27}$ kg

4.36 Tänk på att avståndet r i gravitationslagen är avståndet från centrum till centrum (här 3 jordradier).

4.37 Använd Newtons gravitationslag och bestäm först gravitationskraften på månen från solen, F_1, och rita in den i en kraftfigur ($4{,}36 \cdot 10^{20}$ N). Bestäm sedan gravitationskraften på månen från jorden, F_2, och rita in denna ($1{,}98 \cdot 10^{20}$ N). Bestäm sedan resultanten till dessa två krafter (med hjälp av Pythagoras sats). Notera att figuren är långt ifrån skalen-



lig! Avståndet mellan solen och månen/jorden är ungefär 390 gånger större än avståndet mellan jorden och solen.

Avståndet mellan månen och solen är ungefär detsamma som avståndet mellan jorden och solen, som kan slås upp i formelsamlingen. I formelsamlingen finner man också avståndet mellan jorden och månen.

jordens massa	$5{,}97 \cdot 10^{24}$ kg
solens massa	$1{,}99 \cdot 10^{30}$ kg
medelavstånd jorden–solen	$1{,}496 \cdot 10^{11}$ m
medelavstånd jorden–månen	$3{,}844 \cdot 10^{8}$ m

4.38 Anpassa en potensfunktion till mätdata med hjälp av räknaren (lägg in läget s som y-data och tiden t som x-data). Ligger exponenten närmast 1, 2 eller 3? Rita sedan ett diagram som visar s som funktion av t upphöjt till 1, 2, eller 3.

Blir det inte bra med en potensfunktion så testa att anpassa en andragradsfunktion eller möjligtvis tredjegradsfunktion.

4.39 Rita ett diagram med massan m som funktion av volymen V, och undersök om det går att anpassa en rät linje.