

Ledtrådar (Ergo Fysik 1)

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

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

Kapitel 4

4-1 Se s. 73–74.

4-2 (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 (eller om resultanten till dem är 0).

4-3 Tänk alltid “kraft på ... från ...” när krafter skall ritas ut.

Metodruta 4.1: Resultantbestämning

Ej klart!

4-5 Resultanten till parallella krafter kan bestämmas genom att addera krafter i en riktning och subtrahera “de som är riktade åt andra hållet”. (Man kan också göra det lite mer grundligt genom att rita kraftvektortåg och rita in resultantpilen från kraftvektortågets startpunkt till sista pilspetsen, och därefter beräkna resultantens storlek.)

4-6 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.

4-7 Rita kraftvektortåg och rita in resultanten. Du kan utgå från att krafterna i båda fallen bildar rät vinkel med varandra. Då kan Pythagoras sats användas för att beräkna resultantens storlek.

4-8 Gör en skalenlig kraftfigur där du till exempel låter $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1 \text{ N}$. Rita sedan kraftvektortåg, rita in resultanten och mät resultantpilens längd.

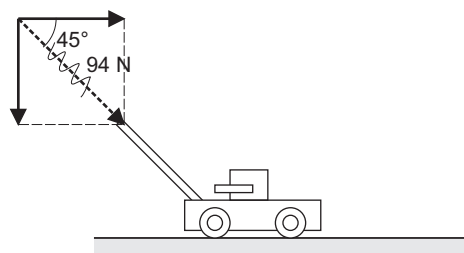
Metodruta 4.2: Komposantuppdelning

Ej klart!

4-9 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

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

4-10 Rita figur och komposantuppdel. Komposanternas storlekar kan sedan bestämmas med hjälp av cosinus och sinus i de krafttrianglar som fås vid komposantuppdelningen.



4-13 Om resultanten är noll kommer inte hastigheten att förändras (Newtons första lag).

Metodruta 4.3: Beräkning av tyngdkraft

Tyngdkraften på ett föremål angriper i tyngdpunkten, är riktad nedåt och har storleken

$$F_g = mg,$$

där m är föremålets massa och g tyngdfaktorn ($9,82 \text{ m/s}^2$ nära jordytan i Sverige).

Metodruta 4.4: Beräkning av friktionskraft

Ej klart!

Metodruta 4.5: Jämviktsproblem

Om föremål i jämvikt (i vila eller i rörelse med konstant hastighet, 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.

4-14 För att lyfta måste lyftkraften vara större än tyngdkraften på flygplanet (vars storlek är mg).

4-15 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 regndropen 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.

4-16 (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 accelererar:

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 (rita kraftvektortåg i en separat figur).
4. Sätt in i Newton II ($R = ma$) för att teckna samband.
5. Bestäm den sökta storheten ur tecknade samband.

4-20 Använd Newtons andra lag ($R = ma$).

4-22 Använd Newtons andra lag ($R = ma$). Tänk på att $5,0 \text{ kN} = 5,0 \cdot 10^3 \text{ N} = 5000 \text{ N}$.

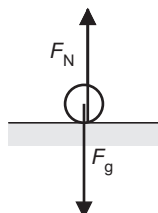
4-23 (a) Bestäm först resultantens storlek R , använd sedan Newtons andra lag ($R = ma$). (b) Ställ först upp ett uttryck för resultantens storlek ($R = 7,0 \text{ N} + F_2$) och sätt sedan in i Newtons andra lag. (c) Bestäm först resultantens storlek R , använd sedan Newtons andra lag.

4-24 Tyngden (tyngdkraftens storlek) är som vanligt mg oavsett hur stenen rör sig.

I fritt fall:



På marken:



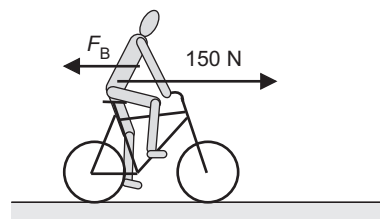
F_g : tyngdkraft på sten från jorden
 F_N : kraft på sten från marken

4-25 (a) Vid fritt fall är det bara tyngdkraften som verkar. Använd Newtons andra lag. (b) Tyngdfaktorn g är alltid lika

stor som tyngdaccelerationen ($9,82 \text{ m/s}^2$ 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 $R = mg$): $mg = ma \Rightarrow g = a$.

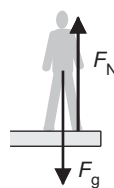
4-27 Bestäm först accelerationens storlek med Newtons andra lag ($1,5 \text{ m/s}^2$). Sluthastigheten fås sedan med hjälp av rörelseformeln $v = v_0 + at$, men tänk på att få rätt tecken i räkningarna! Om positiv riktning väljs i bilens rörelseriktning så räknas accelerationen negativ i (b), eftersom 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).

4-28 (a) Medelacceleration kan alltid beräknas med $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$. (b) Använd att $R = 150 \text{ N} - F_B$, 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.



4-29 (a) Om Berit befinner sig i jämvikt så måste tyngdkraften på Berit vara lika stor som den uppåtriktade kraften på Berit från trampolinen.

(a)



$$F_N = F_g$$

(b)



$$F_N > F_g$$

(c)



F_g : tyngdkraft på Berit från jorden
 F_N : kraft på Berit från trampolin

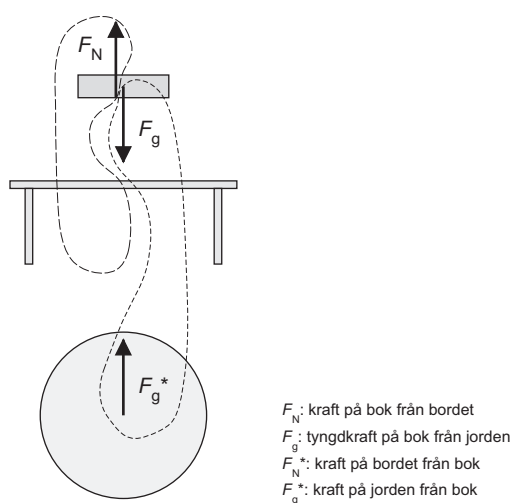
(b) Om Berit accelererar uppåt måste den uppåtriktade kraften på Berit från trampolinen vara större än tyngdkraften på Berit (så att resultanten blir riktad uppåt). Använd att resultantens storlek kan skrivas $R = F_N - mg$, där F_N är kraften på Berit från trampolinen, och sätt in i Newtons andra lag.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

4-30 (a) Använd att resultantens storlek kan skrivas $R = F_u - mg$, där F_u är kraften på Erik från vajern, och sätt in i 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 resultantens storlek skrivas $R = mg - F_u$. Sätt in detta i Newtons andra lag ($R = ma$, med $a = 1,3 \text{ m/s}^2$).

4-36 Tänk på att kraft och reaktionskraft (motkraft) alltid verkar på *olika* föremål.

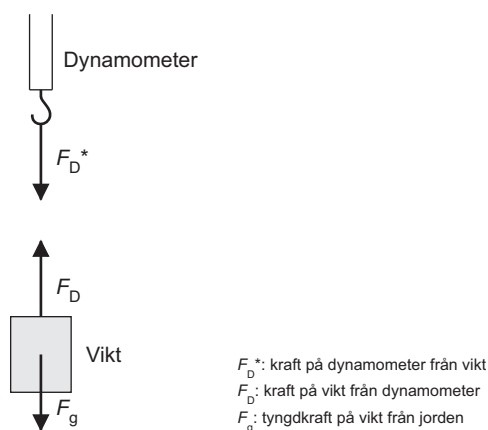
4-37 Tänk på att kraft och reaktionskraft alltid verkar på olika föremål. Om B påverkar A med en kraft vars storlek är F så är reaktionskraften en lika stor, men motsatt riktad, kraft på B från A.



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.

4-38 Använd Newtons andra lag på vagnen för att bestämma kraften på vagnen från locket (som här direkt ger resultantens storlek, eftersom det är den enda horisontella kraft som verkar på vagnen). Kraften på locket från vagnen är reaktionskraft till kraften på vagnen från locket, och därmed lika stor.

4-39 (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 ($F_{D*} = F_g$).



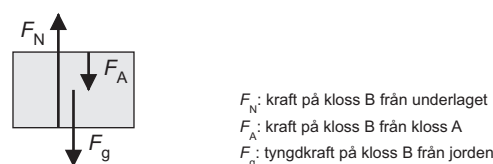
4-40 Luftmotståndskraften ökar med hastigheten och blir till slut lika stor som tyngdkraften ($F_L = mg = 1,2 \text{ kg} \cdot 9,82 \text{ N/kg} = 12 \text{ N}$). Då är resultanten noll och hastigheten förändras inte längre.

Metodruta 4.7: Beräkning av gravitationskraft

Ej klart!

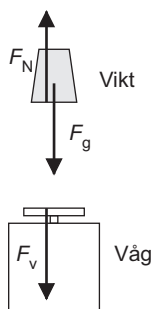
4-41 (a)–(b) Använd Newtons gravitationslag. Tänk på att avstånd skall anges i meter och massor i kilogram.

4-42 Frilägg kloss B, det vill säga rita en figur med enbart kloss B och de krafter som verkar på kloss B.



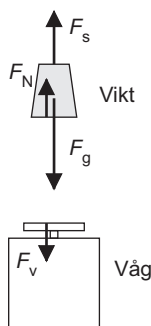
Jämvikt för kloss A innebär att kraften på kloss A från kloss B är lika stor som tyngdkraften på kloss A. Enligt Newtons tredje lag är kraften på kloss B från kloss A, F_A , lika stor (men motsatt riktad) kraften på kloss A från kloss B. Då vet vi alltså att $F_A = 10 \cdot 9,82 \text{ N} = 98,2 \text{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

4-43 Tänk på att en våg egentligen mäter kraften på vågplattan, F_v , och sedan visar F_v/g (i kilogram). Om vikten är stilla på vågen är kraften på vågplattan lika stor som viktens tyngd, det vill säga $F_v = F_g = mg$. (Detta eftersom $F_N = F_g$ då vikten är i jämvikt, och $F_v = F_N$ eftersom kraften på vågen är reaktionskraft till normalkraften på vikten.) Vågen visar då $mg/g = m$.



F_N : (normal-)kraft på vikt från våg
 F_g : tyngdkraft på vikt från jorden
 F_v : kraft på våg från vikt

Om vi drar i vikten med ett snöre verkar tre krafter på vikten: tyngdkraft (riktad nedåt), snörkraft (riktad uppåt) och normalkraft (riktad uppåt). Att vågen visar 0,170 kg innebär enligt resonemanget ovan att kraften på vågplattan har storleken $0,170 \text{ kg} \cdot 9,82 \text{ N/kg} = 1,67 \text{ N}$ ($F_v = \text{vågutslaget} \cdot g$). Enligt Newtons tredje lag är normalkraften på vikten lika stor som kraften på vågplattan.



F_s : kraft på vikt från snöret
 F_N : (normal-)kraft på vikt från våg
 F_g : tyngdkraft på vikt från jorden
 F_v : kraft på våg från vikt

4-44 Beräkna först accelerationen med hjälp av Newtons andra lag ($R = ma$). Använd sedan rörelseformlerna $v = v_0 + at$ (med $v = 0$ och $v_0 = \frac{70}{3,6} \text{ m/s}$) 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 räknas negativ i rörelseformlerna.

4-45 Här behöver man veta protonens och elektronens massor. Dessa hittar man i formelsamlingen (eller nedan).

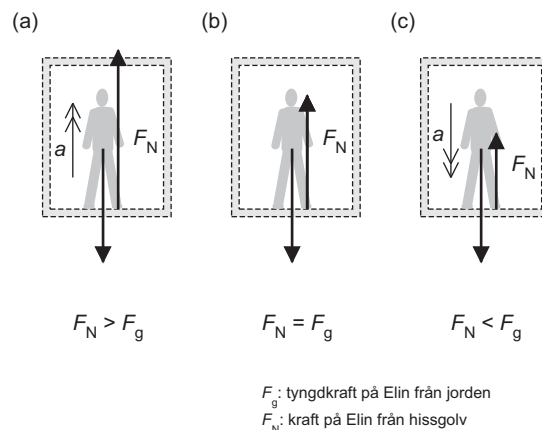
elektronens massa	$9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
protonens massa	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

4-46 Tänk på att avståndet r i gravitationslagen är avståndet från centrum till centrum (här 3 jordradier).

4-47 Beräkna först accelerationen $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$. 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 New-

tons andra lag $R = ma$. Den sökta kraften har samma riktning som accelerationen, det vill säga i slutliga rörelseriktningen.

4-48



(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.

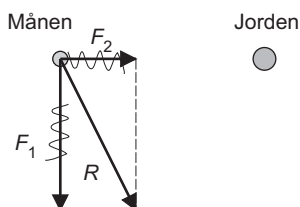
4-49 (a) Tänk på att kraften, vars storlek är $F = 12 \text{ N}$, accelererar hela systemet som har massan $(2,0 + 5,0) \text{ kg} = 7,0 \text{ kg}$. Använd Newtons andra lag (på hela systemet) för att få reda på systemets acceleration. (b) "Kraften i snöret", vars storlek kan betecknas F_s , är lika med den kraft vardera snörande påverkas av. För att få reda på denna bestämmer vi någon av reaktionskrafterna, det vill säga kraften på någon av viktarna från snöret. Enklarest 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).



4-50 (a) Kraften är noll. Kulorna faller på precis samma sätt (med accelerationen $9,82 \text{ m/s}^2$) 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 4-49 ovan). Det visar sig då att denna är 0.

4-51 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

4-52 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.

4-53 Rita ett diagram med massan m som funktion av volymen V , och undersök om det går att anpassa en rät linje.