

MEKANIK 2

NEWTONS TREDJE LAG

PROJEKT NORDLAB-SE
Inst för pedagogik och didaktik
Göteborgs Universitet
Box 300, SE-405 30 GÖTEBORG

Hemsida: <http://na-serv.did.gu.se/nordlab/>
Tel: +46-(0)31-7731000 (växel)
Fax: +46-(0)31-7732060
E-post: anita.wallin@ped.gu.se

Projektgrupp: Björn Andersson (projektledare), Frank Bach, Birgitta Frändberg, Ingrid Jansson, Christina Kärrqvist, Eva Nyberg, Anita Wallin, Ann Zetterqvist

Nordisk kontaktgrupp: Albert Chr. Paulsen (DK), Irmeli Palmberg (FI), Stefán Bergmann (IS), Anders Isnes (NO)

OM PROJEKTET NORDLAB

NORDLAB är ett projekt som går ut på att genom nordiskt samarbete ge framför allt lärare i naturvetenskapliga ämnen redskap att förbättra och förnya sin undervisning. Matematik och teknik kommer också in i bilden. Ämnesdidaktiska forskningsresultat och annat nytänkande är centralt för projektet, liksom ambitionen att verksamhet och produkter skall framstå som intressanta och användbara för den arbetande läraren i skolan.

Initiativtagare till projektet är Nordiska Ministerrådet genom 'Styringsgruppen for Nordisk Skolesamarbejde.' Ministerrådet är också finansär av projektets samnordiska delar.

NORDLAB leds av en projektgrupp med följande medlemmar

Ole Goldbech och Albert Chr. Paulsen, (DK)
Veijo Meisalo (FI)
Baldur Gardarsson (IS)
Thorvald Astrup (NO)
Björn Andersson (SE)

Denna nordiska projektgrupp anser att en lämplig metod att nå fram till lärarutbildare och lärare med nya idéer, med den ämnesdidaktiska forskningens senaste rön och med reflekterande praktikers erfarenheter, är att skapa och utpröva ett material av workshop-karaktär, som kan användas på ett flexibelt sätt i lärarutbildning, lärarfortbildning, studiecirklar och för självstudier.

Inom ramen för NORDLAB svarar varje nordiskt land för ett delprojekt med följande innehåll:

- experimentellt arbete (DK)
- IT som redskap för kommunikation, mätning och modellering (FI)
- samhällets energiförsörjning (IS)
- elevers självvärdering som ett sätt att förbättra lärandet (NO)
- senare års forskning om elevers tänkande och möjligheter att förstå naturvetenskap, och vad denna forskning betyder för undervisningen (SE)

Det svenska delprojektet (NORDLAB-SE) finansieras av Utbildningsdepartementet och Skolverket

© Projektet NORDLAB-SE, Enheten för ämnesdidaktik, IPD, Göteborgs universitet.

Detta arbete är belagt med copyright. Det får dock kopieras av enskilda personer för användning i hans eller hennes undervisning, t. ex. lärarutbildning eller fortbildning. Källan skall anges.

OM PROJEKTET NORDLAB-SE

Syfte

NORDLAB-SE behandlar, i form av ett antal enheter eller 'workshops', några aspekter av det spännande företag som kallas naturvetenskap. Ett genomgående drag i dessa workshops är att de tar upp senare års forskningsresultat angående elevers vardagsföreställningar om naturvetenskapliga företeelser. Syftet är att göra dessa resultat kända och presentera dem så att läsaren/workshopdeltagaren stimuleras att vidareutveckla skolans naturvetenskapliga undervisning.

Tonvikt på förståelse

Naturvetenskap går primärt ut på att förstå. Vi vill lyfta fram detta karaktärsdrag därför att vi tror att förståelse ger en inre tillfredsställelse och stimulerar till fortsatt lärande, oavsett om man är barn eller vuxen, novis eller expert.

Teman

Naturvetenskapens arbetssätt. Inom detta tema behandlas växelspelet mellan teori och observationer, liksom hur man väljer lämpliga system och att genomför kontrollerade experiment.

Naturvetenskapens innehåll. Elevernas möjligheter att förstå skolkursernas innehåll står i fokus för detta tema. Såväl biologi, som fysik och kemi behandlas.

Naturvetenskapen i samhället. I detta tema ingår frågor om natur och moral och hur elever uppfattar vissa miljöproblem ur både natur- och samhällsperspektiv. Vi tar också upp hur förståelse kan fördjupas genom att man sätter in sitt kunnande i olika sammanhang.

Användning

Framtagen materiel kan användas i många olika sammanhang:

- i grundutbildningen av lärare
- som del av, eller hel, fristående universitetskurs
- som underlag för en studiecirkel på en skola
- vid fortbildningsdagar
- för självstudier

Våra workshops skall ej uppfattas som lektionsförslag, men de innehåller åtskilligt som är användbart för den undervisande läraren i skolan, inte minst ett stort antal problem som stimulerar och utmanar eleverna, och som sätter fingret på väsentligheter i den naturvetenskapliga begreppsbildningen.

Framtagen materiel

Projektet har producerat 23 workshops. Samtliga kan laddas ner, var och en för sig, som pdf-filer från internet. Vidare har en hel del materiel som berikar och fördjupar olika workshops utvecklats:

- internetbaserade kunskapsdiagnoser
- animationer av astronomiska förlopp (Quicktime-filmer)
- internetbaserade interaktiva prov för lärande och självdiagnos

För vidare information, se: <http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/se.html>

INNEHÅLL

NEWTONS TREDJE LAG	5
VARDAGSFÖRESTÄLLNINGAR OM KRAFTER VID VÄXELVERKAN MELLAN FÖREMÅL	10
PROV FÖR LÄRANDE – ETT EXEMPEL PÅ ANVÄNDNING AV INTERNET	12
UPPGIFTER FÖR DIAGNOS, PROV ELLER UTVÄRDERING	13
NOTER OCH REFERENSER	14
APPENDIX 1. FEM ÖVNINGSUPPGIFTER OM NEWTONS TREDJE LAG	15
APPENDIX 2. TIO TESTUPPGIFTER OM KRAFTER OCH RÖRELSE (NEWTONS TRE LAGAR)	21

MEKANIK 2

NEWTONS TREDJE LAG

Om man drämmer till en hasselnöt med en hammare, så påverkas nöten med en kraft från hammaren. Men påverkar också nöten hammaren med en kraft och hur stor är den i så fall? Frågor som i likhet med nöten och hammaren gäller krafter vid växelverkan mellan föremål behandlas i denna workshop. Först diskuteras vad Newtons tredje lag har att säga om detta, och sedan ges exempel på hur krafter vid växelverkan kan te sig för den vardaglige betraktaren. Vi ger förslag till problem som diagnostiserar, prövar och utmanar vardagstänkandet. Ett internetbaserat 'prov för lärande' hör till workshopen. Det innehåller en övningsdel, vid vilken de studerande får kommentarer till de svarsalternativ de valt på en fråga. Sedan vidtar själva provet. Då eleverna skickat in sina svar till en databas får de omedelbart reda på sitt resultat. Övningsdelen fokuserar Newtons tredje lag, under det att provet också inkluderar Newtons första och andra lag.

NEWTONS TREDJE LAG¹

I en tidigare workshop har Newtons första och andra lag behandlats. Dessa två lagar lyder:

NEWTONS FÖRSTA LAG

Varje kropp förblir i vila eller rörelse med konstant fart längs en rät linje om den inte genom inverkan av krafter tvingas ändra sitt rörelsetillstånd.

NEWTONS ANDRA LAG

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

\mathbf{F} betecknar kraft, m massa och \mathbf{a} acceleration. (Kraft och acceleration är vektorstorheter, dvs. storheter som har både storlek och riktning. De kan betecknas med fet stil.)

Den första lagen beskriver föremåls rörelse, när de befinner sig i jämviktstillstånd, d.v.s. när den resulterande kraften, som verkar på föremålen, är noll. Den andra lagen talar om, hur deras rörelse ändras när kraftresultanten inte är noll. Ingen av dessa lagar antyder kraftens ursprung.

Tänk på en sprinter som övergår från vila till sin topphastighet på mycket kort tid. Med hjälp av en höghastighetskamera kan hans acceleration beräknas. Vi kan

också mäta hans massa. Då massan och accelerationen är kända, kan vi tillämpa $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$ för att bestämma den kraft, som verkar på löparen. Men var kommer kraften ifrån? Det måste ha någonting att göra med löparen själv, men kan han påverka sig själv med en kraft? Kan Du lyfta Dig själv i håret?

Newtons tredje lag hjälper oss att förklara just sådana förbryllande situationer. Lagen lyder så här med Newtons egna ord:

Till varje aktion finns det alltid en motsatt och lika stor reaktion. Eller, två kroppars ömsesidiga verkningar på varandra är alltid lika stora och riktade mot motsatta delar.

Detta är en ganska bokstavig översättning. Det är allmänt vedertaget att ordet kraft kan ersätta de båda orden aktion och reaktion i Newtons utsaga.

Den mest uppseendeväckande tanken i denna utsaga är att krafter alltid förekommer parvis. På denna punkt skrev Newton:

Vad som än drar eller pressar på ett föremål, dras eller pressas lika mycket av detta. Om man pressar en sten med fingrarna, så pressas också fingrarna av stenen.

Detta tyder på att krafter alltid uppträder som ett resultat av växelverkan mellan föremål: föremål A skjuter på eller drar i B medan samtidigt föremål B skjuter på eller drar i A precis lika mycket. Dessa parvisa dragningar eller påskjutningar är alltid lika stora men motsatta till riktningen.

Den ordning i vilken termerna aktion och reaktion nämns är godtycklig. Aktionerna orsakar inte reaktionen. De två existerar samtidigt. Och de verkar inte på samma föremål.

Vi kan beskriva situationen där A påverkar B med en kraft, samtidigt som B påverkar A med en lika stor men motsatt riktad kraft, med ett förkortat algebraiskt skrivsätt:

$$\mathbf{F}_{AB} = -\mathbf{F}_{BA}$$

Detta är ett sätt att uttrycka NEWTONS TREDJE LAG. Med ord kan man säga såhär:

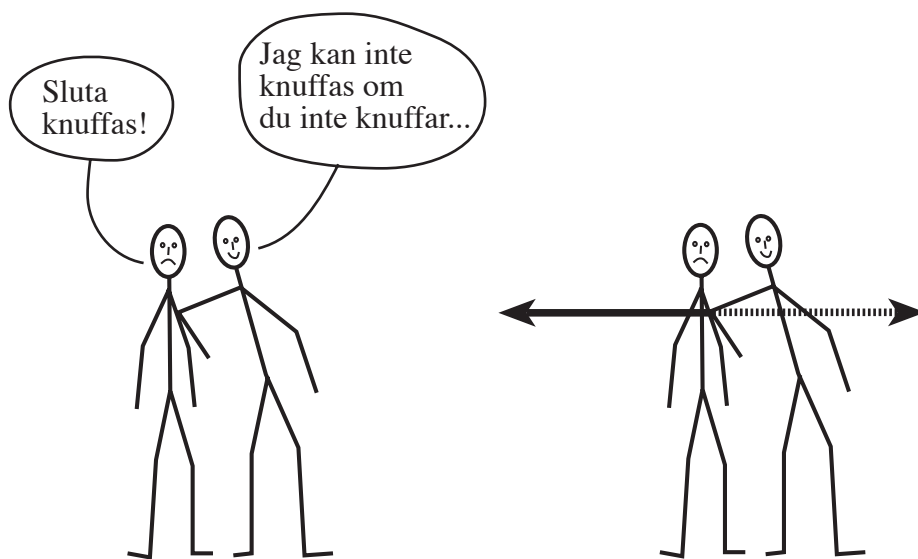
När två kroppar växelverkar är de krafter som kropparna påverkar varandra med lika stora och motsatt riktade.

Lägg nu märke till vad den tredje lagen inte säger. Den talar inte om hur den påskjutande eller dragande kraften är anbringad, om det är genom kontakt, eller genom magnetisk eller elektrisk verkan. Lagen kräver ej heller att kraften är antingen en attraktions- eller en repulsionskraft. Den tredje lagen beror faktiskt inte av någon speciell sorts kraft. Det som i själva verket gör den tredje lagen så värdefull är dess universella natur.

UPPGIFT 1

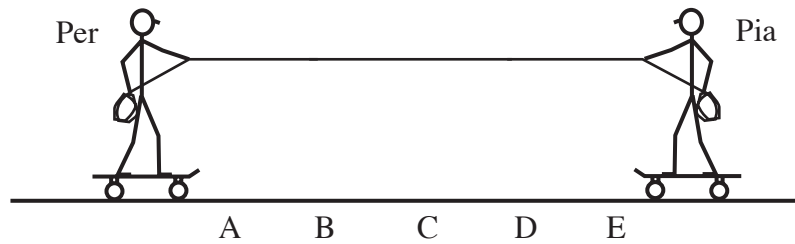
Inledningsvis nämndes en sprinterlöpare. Förklara hur den kraft som accelererar honom eller henne uppstår!

UPPGIFT 2



Diskutera situationen på bilden ur vardaglig och vetenskaplig synpunkt!

UPPGIFT 3



Per och Pia, som väger ungefär lika mycket, står på var sin skateboardbräda. De har ett rep mellan sig som bilden visar. Per sätter igång och drar i repet. Ungefär var möts Per och Pia?

A B C D E

Om det i stället är Pia som sätter igång och drar i repet, var ungefär möts de?

A B C D E

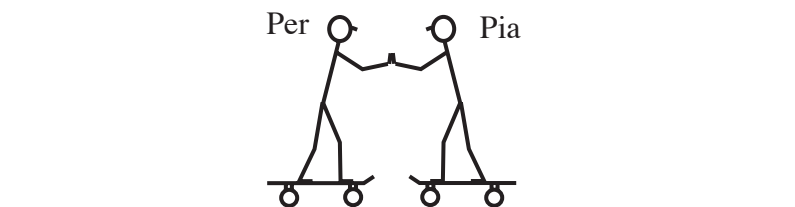
Om både Per och Pia börjar dra samtidigt och anstränger sig lika mycket, var ungefär möts de?

A B C D E

Vad blir svaren på uppgifterna om Per väger dubbelt så mycket som Pia?

Hur resonerade du då du svarade på frågorna?

UPPGIFT 4



Per och Pia, som väger ungefär lika mycket, står på var sin skateboardbräda som bilden visar. Per försöker skjuta iväg Pia. Vad händer?

- A. Pia rör sig åt höger, Per är kvar på sin plats.
- B. Per rör sig åt vänster, Pia är kvar på sin plats.
- C. Pia rör sig åt höger, Per åt vänster.

Samma fråga, men nu är det Pia som försöker skjuta iväg Per.

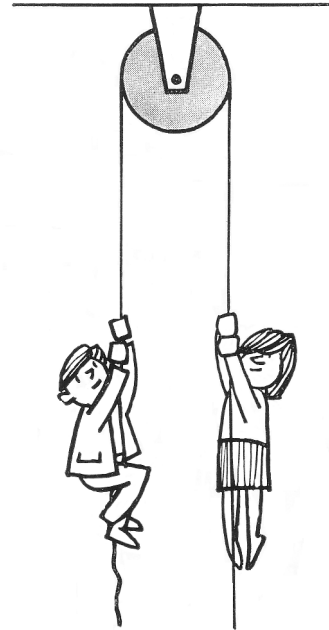
Blir det någon skillnad om Per väger dubbelt så mycket som Pia? I så fall vilken?

Hur resonerade du då du försökte svara på frågorna?

UPPGIFT 5²

En pojke och en flicka hänger stilla i var sitt rep som löper över ett hjul. Hjulet snurrar så gott som utan friktion. Om flickan börjar klättra uppför repet, vem kommer först upp till hjulet?

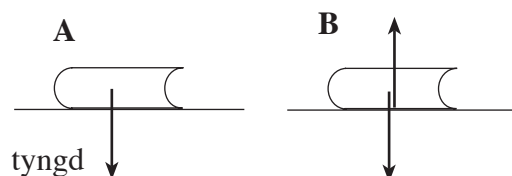
Förklara hur du resonerade!



VARDAGSFÖRESTÄLLNINGAR OM KRAFTER VID VÄXELVERKAN MELLAN FÖREMÅL

En nödvändig förutsättning för att identifiera vilka krafter som hör ihop parvis enligt Newtons tredje lag är att kunna identifiera olika krafter som sådana. Detta är inte alltid så lätt. Det känns främmande för vardagstänkandet att ett gem som dras till en stor magnet påverkar denna med en kraft, eller att golvet som en person står på påverkar honom eller henne uppåt med en kraft som är lika stor som jordens dragningskraft på personen.

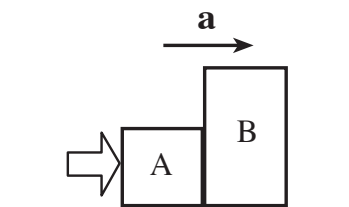
I en amerikansk undersökning redovisas t. ex. hur fysikstuderande på gymnasienivå³ förklarar hur det kan komma sig att en bok ligger stilla på ett bord. I en hel del svar uttrycker eleverna att tyngden drar boken nedåt och att bordet 'är i vägen', men inte utövar någon uppåtriktad kraft på boken (A i figur 1). Det rätta svaret (B) är mindre vanligt. Ett skäl härtill kan vara en intuitiv föreställning om att boken borde sväva om tyngden helt upphävs av en lika stor och motriktad kraft.



Figur 1. Varför ligger boken stilla? Två förklaringar.

Ett undervisningsförslag i detta sammanhang är att använda sig av överbryggande analogier för att göra troligt att bordet utövar en kraft på boken⁴. Man börjar med att diskutera vilka krafter som verkar på en tung bok då den vilar i en utsträckt handflata. Här är det inte så svårt att föreställa sig att handen utövar en lyftkraft på boken. I nästa situation ersätts handen av en fjäder, som boken vilar på och som den trycker ihop. Härifrån tas steget till att boken ligger på en tunn bräda, som hålls uppe av två stöd. Boken gör att brädan böjs. Också i dessa två situationer kan eleverna kanske föreställa sig att såväl fjäder som bräda skjuter uppåt och därefter ta steget till tanken att bordet också gör så, även om man inte med ögonen kan observera att bordsskivan böjs något nedåt.

I en annan studie undersöktes systematiskt hur elever uppfattar de krafter som verkar mellan två klossar, A och B, under olika betingelser⁵. Ett exempel är klossarna i figur 2. De skjuts åt höger så att de accelererar. De studerande skall svara på frågan: 'Vad gäller om den kraft som A utövar på B i förhållande till den kraft som B utövar på A?' Tre svarsalternativ gavs: 'A utövar en större kraft', 'Krafterna är lika', 'B utövar en större kraft'.



Figur 2. Två klossar som accelererar

Bland annat ingick följande betingelser i undersökningen:

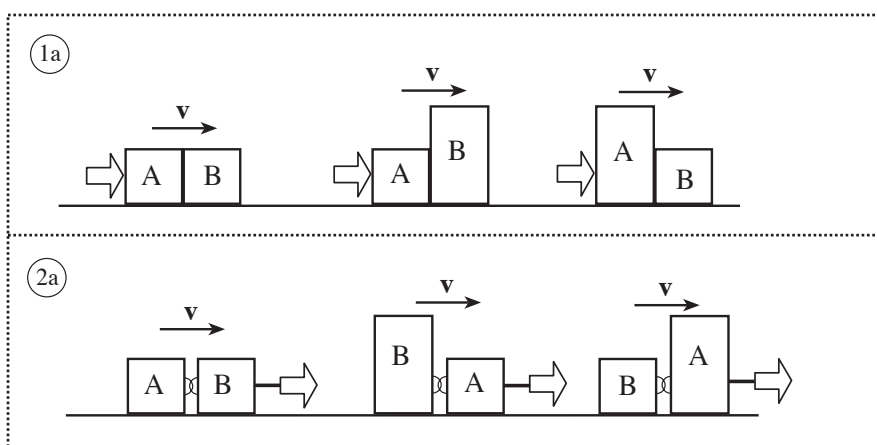
1. KLOSSARNA SKJUTS

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| a) Hastigheten är konstant | b) Hastigheten är ökande |
| A och B har samma massa | A och B har samma massa |
| A skjuter på B; A har minst massa | A skjuter på B; A har minst massa |
| A skjuter på B; A har störst massa | A skjuter på B; A har störst massa |

2. KLOSSARNA DRAS

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| a) Hastigheten är konstant | b) Hastigheten är ökande |
| A och B har samma massa | A och B har samma massa |
| A drar B; A har minst massa | A drar B; A har minst massa |
| A drar B; A har störst massa | A drar B; A har störst massa |

Betingelserna 1a och 2a illustreras i figur 3.



Figur 3. Olika betingelser för växelverkan mellan två klossar.

Drygt 100 studerande på collegenivå deltog i undersökningen. De allra flesta hade studerat fysik på high-school och cirka hälften också på college. Det var mycket ovanligt att de studerande svarade rätt på alla frågor, dvs. i samtliga fall svarade att den kraft som A utövar på B är lika stor som den kraft som B utövar på A, dvs. tillämpade Newtons tredje lag. Drygt hälften av de studerande kunde fördelas på ett av följande fyra svarsmönster, som användes konsekvent:

- Massan är det enda avgörande. Den större massan utövar en större kraft både vid konstant hastighet och acceleration.
- Vid konstant hastighet är krafterna lika, men för accelererade system utövar den större massan en större kraft.
- I rörelse med konstant hastighet såväl som vid acceleration är det 'orsaksklossen' som utövar den större kraften (dvs. den kloss som skjuter på, respektive drar, den andra klossen).
- Vid konstant hastighet är krafterna lika, men för accelererade system är det 'orsaksklossen' som utövar den större kraften

UPPGIFT 6

De situationer som beskrivs i figur 3 kan ses som prototyper för olika verkliga händelser. Exempelvis skulle klossparet längst till höger i ruta 1a kunna illustreras med en stor båt som skjuter en liten låda framför sig i vattnet. Ge exempel från vardagen på de olika situationer som beskrivs i figur 3!

PROV FÖR LÄRANDE – ETT EXEMPEL PÅ ANVÄNDNING AV INTERNET

Vi har, med hjälp av den teknik som databasdrivna internet-applikationer erbjuder, skapat ett 'Prov för lärande'. Så här lyder den introduktion till provet som eleverna möter:

Det här är ett prov i mekanik som troligen är annorlunda än många andra prov som används i skolan. Provet går inte bara ut på att pröva dina kunskaper. Det vill framför allt ge dig möjligheter att lära, särskilt att förstå sådant som du kanske inte tidigare varit helt på det klara med.

Först påminner vi om några nyckelidéer som du skall använda då du löser uppgifterna i provet. Därefter kommer fyra övningsuppgifter. Du skickar i tur och ordning in svar på dessa till vår databas, och beroende på hur du svarat får du förklaringar innan du tar itu med nästa uppgift.

Sedan följer själva provet. Du skickar nu in alla dina svar på en gång till vår databas, och får på några sekunder reda på hur du lyckats.

UPPGIFT 7

Gå till <http://na-serv.did.gu.se/mek3/mek3.html>

Försätt dig i rollen som elev och gör provet för lärande från början till slut. Undersök också vad som händer om du skickar in olika svar på de inledande övningsuppgifterna. Diskutera för- och nackdelar med detta prov för lärande.

Anmärkning: De inledande övningsuppgifterna samt en tillhörande kommentar finns också i form av bilaga 1.

UPPGIFT 8

Det är ett välkänt faktum att elever, när ett prov lämnas tillbaka, tenderar att vara mer intresserade av sitt betyg och sin rangordning än av att förbättra sina kunskaper där det finns brister. Kan vårt förslag till prov för lärande i mekanik öka intresset för lärande?

Vilka möjligheter ser du att tona ner intresset för betyg och rangordning och att stimulera intresset för lärande med förståelse?

UPPGIFTER FÖR DIAGNOS, PROV ELLER UTVÄRDERING

I vårt internetbaserade prov för lärande består själva provet av tio uppgifter, som alla är tillämpningar av Newtons tre lagar. Vi tillhandahåller dessa uppgifter separat i form av bilaga 2: 'Tio testuppgifter om krafter och rörelse'. Uppgifterna kan användas:

1. Som diagnos av vad elever kan och förstår före, eller under pågående, undervisning.
2. Som ett prov eller läxförhör.
3. Som oförberedd utvärdering för att ta reda på långsiktig behållning.

UPPGIFT 9

Genomför det prov vi kallar 'Tio testuppgifter om krafter och rörelse' med elever på åtminstone ett av följande sätt:

1. Som diagnos av vad elever kan och förstår före, eller under pågående, undervisning.
2. Som ett prov eller läxförhör.
3. Som oförberedd utvärdering för att ta reda på långsiktig behållning.
4. Som ett prov för lärande enligt den internetversion som finns på <http://na-serv.did.gu.se/mek3/mek3.html>

Diskutera vunna resultat med kollegor/kurskamrater

NOTER

1. Framställningen i detta avsnitt ansluter nära till en text utgiven av Harvard Project Physics (1968).
2. Denna uppgift är hämtad från Jardine (1964).
3. Minstrell, 1982.
4. Clement, 1993.
5. Maloney, 1984.

REFERENSER

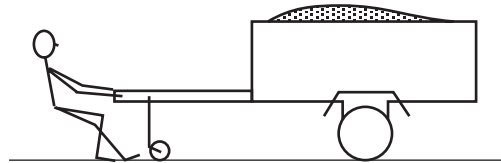
- Clement, J. (1993). Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students' preconceptions in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1241-1257.
- Harvard Project Physics. (1968). *Concepts of Motion*. New York: Holt, Rinehart and Winston Inc.
- Jardine, J. (1964). *Physics is fun. Book one*. London: Heineman Educational Books Ltd.
- Maloney, D. P. (1984). Rule-governed approaches to physics - Newton's third law. *Physics Education* 19, 37-42.
- Minstrell, J. (1982). Explaining the "at rest" condition of an object. *The Physics Teacher* 20, 10-14.

BILAGA 1

FYRA ÖVNINGSUPPGIFTER OM VÄXELVERKAN MELLAN FÖREMÅL

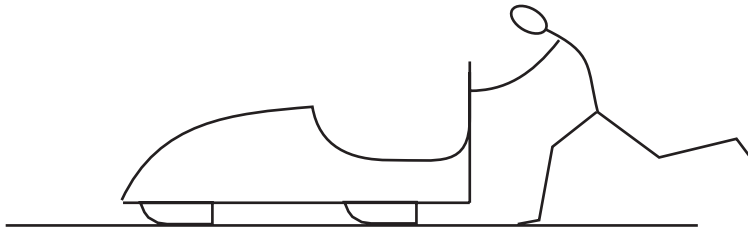
1. Kärran

Sven drar hårt i handtaget på en släpkärra lastad med sand. Kärran rör sig sakta med konstant hastighet. Vad gäller om den dragkraft D som Sven utövar på kärran, jämfört med den kraft K som kärran eventuellt utövar på Sven?



- (a) Kärran utövar ingen kraft på Sven. Den gör bara motstånd
- (b) D är större än K
- (c) D och K är lika stora
- (d) D är mindre än K

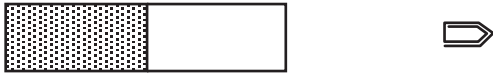
2. Bobåkaren



En bobåkare tar fart och accelererar sin bob. Hon påverkar då boben med kraften S . Vad gäller om denna kraft jämfört med den kraft K varmed boben eventuellt påverkar åkaren?

- (a) Boben utövar ingen kraft på åkaren. Den gör bara ett visst motstånd
- (b) S är större än K
- (c) S och K är lika stora
- (d) S är mindre än K

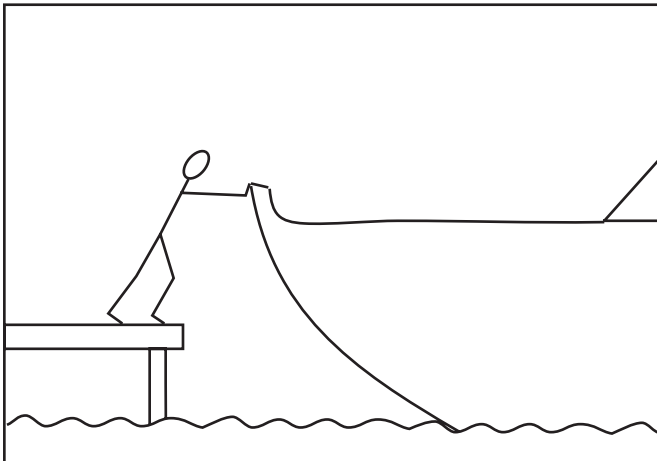
3. Gemet och magneten



Ett gem dras till en stavmagnet med kraften **D**. Vilket av följande alternativ är riktigt?

- (a) Gemet påverkar inte stavmagneten med någon kraft.
- (b) Gemet påverkar stavmagneten med en kraft **K** som är mycket mindre än **D** och motriktad **D**.
- (c) Gemet påverkar stavmagneten med en kraft **K** som är lika stor som **D** och motriktad **D**.

4. Båten

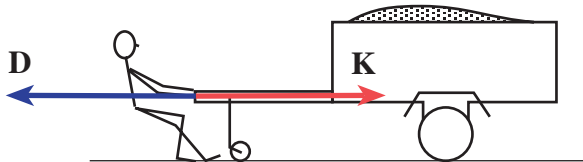


Jan försöker sakta in en båt som glider in mot en brygga. Den kraft som Jan utövar på båten är

- (a) större än (b) lika stor som (c) mindre än
- den kraft som båten utövar på honom?

*Kommentarer till fyra övningsuppgifter om
växelverkan mellan föremål*

1. Kärran

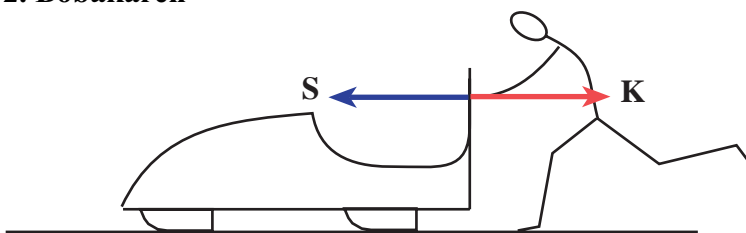


Om man ser denna uppgift med 'vardagsögon' kan det kännas främmande att tänka sig att kärran utövar en kraft på Sven. Man tycker att kärran gör ett stort motstånd, inte att den drar i Sven.

Hur blir det då om man ser på situationen med Newtons ögon? Sven påverkar kärran med en viss dragkraft **D**. Till denna finns enligt Newtons tredje lag en reaktionskraft **K** som är lika stor och motriktad. Båda krafterna uppstår vid kontakten mellan händer och kärrans dragstång. **D** verkar på kärran och **K** på Sven.

Kan man förstå att det verkar en kraft **K** på Sven utan att använda sig av Newtons tredje lag? Kanske kan man resonera så här: Om inte en kraft **K** drog i Svens händer så skulle han ramla baklänges. Detta skulle hända om Sven tappade greppet om handtaget. Då försvinner kraften **K** på honom och han trillar alltså bakåt.

2. Bobåkaren



Det kan kännas främmande att tänka sig att boben utövar en kraft på åkaren. Det är ju åkaren som är den aktiva. Hon tar i för fullt och detta gör att boben accelererar.

Men om man ser på situationen med Newtons ögon blir resonemanget annorlunda. Åkaren skjuter på boben med en viss kraft **S**. Till denna finns enligt Newtons tredje lag en reaktionskraft **K** som är lika stor och motriktad. Båda krafterna uppstår vid kontakten mellan händer och bobens handtag. **S** verkar på boben och **K** på åkaren.

Kan man förstå att det verkar en kraft \mathbf{K} på åkaren utan att använda sig av Newtons tredje lag? Kanske kan man resonera så här: Om inte en kraft \mathbf{K} tryckte mot åkarens händer så skulle han falla framåt. Detta skulle hända om åkaren tappade greppet om handtaget. Då försvinner kraften \mathbf{K} på honom och han ramlar i backen.

Om man vill förstå varför boben accelererar, så skall man inte jämföra krafterna \mathbf{S} och \mathbf{K} , eftersom bara den ena av dessa (\mathbf{S}) påverkar boben. Man betraktar bara boben och de krafter som verkar på den. Dessa är påskjutningskraften \mathbf{S} och friktionen F som isen utövar på boben och som bromsar den. Om $\mathbf{S} > \mathbf{F}$ accelererar boben ($\mathbf{S} - \mathbf{F} = \mathbf{a}m$), om $\mathbf{S} = \mathbf{F}$ är hastigheten konstant och om $\mathbf{S} < \mathbf{F}$ retarderar boben.

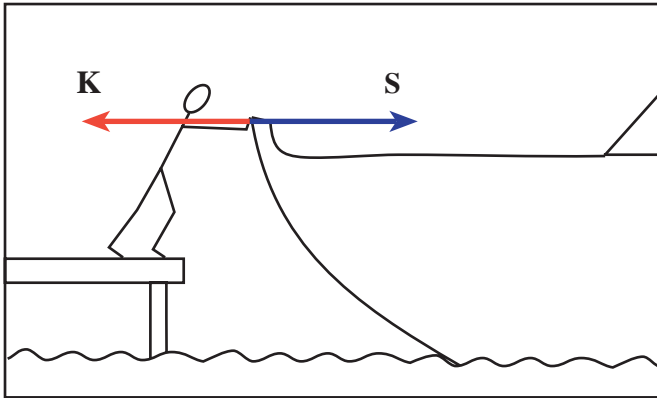
3. Gemet och magneten



I det här exemplet är nog den första tanken hos många att det lilla gemet inte kan ha någon inverkan på den stora magneten. Men om man t. ex. låter stavmagneten ligga på ett par runda stavar, håller gemet i ett stadigt grepp och närmar det sakta till magneten så börjar den att rulla mot gemet. Detta är helt i enlighet med Newtons tredje lag. Reaktionskraften till \mathbf{D} är en motriktad kraft \mathbf{K} , som verkar på stavmagneten. \mathbf{D} och \mathbf{K} är lika stora. Man säger att gemet och magnet växelverkar på avstånd.

Newtons tredje lag säger alltså att \mathbf{K} och \mathbf{D} är lika stora. Om vi tänker oss att friktionen mot underlaget är liten så kan Newtons andra lag ($\mathbf{F} = \mathbf{ma}$) hjälpa oss att förstå hur de båda föremålen rör sig. Kraften är som sagt lika stor på båda. Men eftersom magneten har betydligt större massa än gemet så accelererar den betydligt långsammare än gemet.

4. Båten



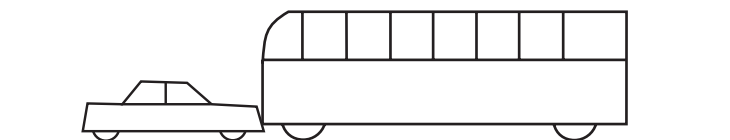
I det här exemplet kan man t. ex. tycka att den kraft som Jan utövar på båten är mindre än den kraft som båten utövar på honom. Båten är ju stor och tung och svår att stoppa. En analys med hjälp av Newtons tredje lag ger ett annat resultat. De båda krafterna uppstår vid kontakten mellan händerna och fören på båten. Dessa är enligt tredje lagen lika stora och motriktade.

BILAGA 2
TIO TESTUPPGIFTER OM KRAFTER OCH RÖRELSE

1. Fallande kulan

Vad gäller om en kula som släpps från andra våningen på ett bostadshus?

- (A) Den når sin maxfart nästan omedelbart efter att den har släppts och faller sedan med konstant fart.
- (B) Den ökar sin fart under fallet eftersom en så gott som konstant tyngdkraft verkar på kulan.
- (C) Den faller eftersom det är en naturlig egenskap hos alla föremål att komma i vila på jordens yta.
- (D) Den faller både på grund av att tyngdkraften drar den neråt och lufttrycket trycker den neråt.

2. Krocken

En stor buss kolliderar front mot front med en liten personbil. Vad gäller under kollisionen?

- (A) Bussen utövar en större kraft på bilen än vad bilen utövar på bussen.
- (B) Bilen utövar en större kraft på bussen än vad bussen utövar på bilen.
- (C) Ingen utövar en kraft på den andre, bilen blir hopknycklad därför att den kom i vägen för bussen.
- (D) Bussen utövar en kraft på bilen, men bilen utövar ingen kraft på bussen.
- (E) Bussen utövar en kraft på bilen som är lika stor som den bilen utövar på bussen.

3. Bollen i luften

En boll kastas rakt upp i luften. Vilken eller vilka krafter verkar på bollen då den är i sitt högsta läge?

- (A) Bara en nedåtriktad kraft verkar på bollen.
- (B) En uppåtriktad och en nedåtriktad kraft verkar på bollen. Båda är lika stora.
- (C) En uppåtriktad och en nedåtriktad kraft verkar på bollen. Den uppåtriktade är störst.
- (D) En uppåtriktad och en nedåtriktad kraft verkar på bollen. Den nedåtriktade är störst.

4. Månen och jorden

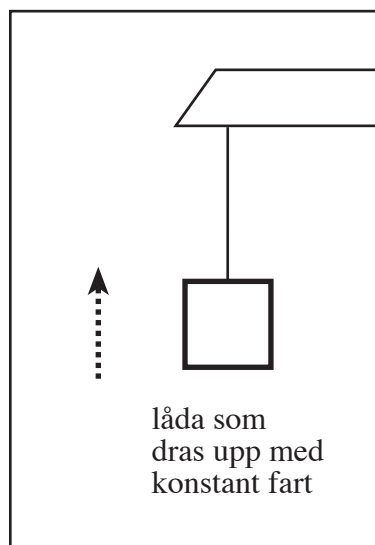
Månen går i en bana runt jorden. Vilken av följande utsagor är korrekt?

- (A) Jorden och månen påverkar inte varandra med krafter eftersom det är vakuum mellan dem.
- (B) Månen påverkar jorden med en kraft som är mindre än den kraft varmed jorden påverkar månen.
- (C) Månen påverkar jorden med en kraft som är lika stor som den kraft varmed jorden påverkar månen.
- (D) Månen påverkar jorden med en kraft som är större än den kraft varmed jorden påverkar månen.

5. Lyftet

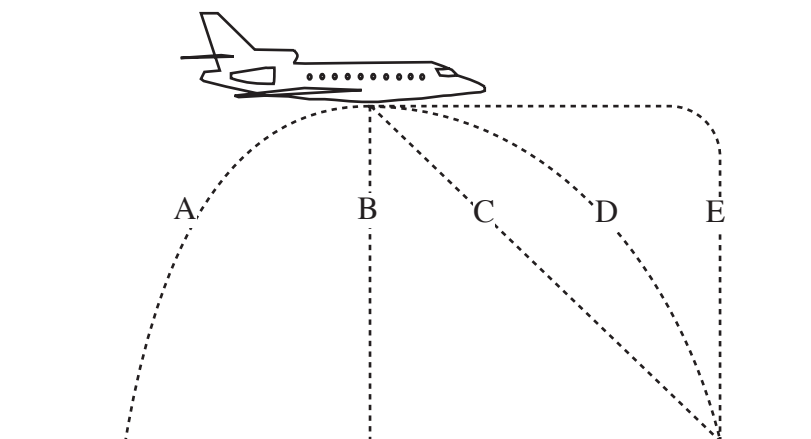
En låda dras upp med konstant fart av en lyftkran som figuren visar. I detta fall gäller om krafterna på lådan att

- (A) kraften uppåt utövad av draglinan är större än den nedåtriktade tyngdkraften.
- (B) kraften uppåt utövad av draglinan är lika stor som den nedåtriktade tyngdkraften.
- (C) kraften uppåt utövad av draglinan är mindre än den nedåtriktade tyngdkraften.
- (D) kraften uppåt utövad av draglinan är större än summan av den nedåtriktade tyngdkraften och den nedåtriktade kraft som orsakas av luften.



Vilket av svarsalternativen ovan är korrekt?

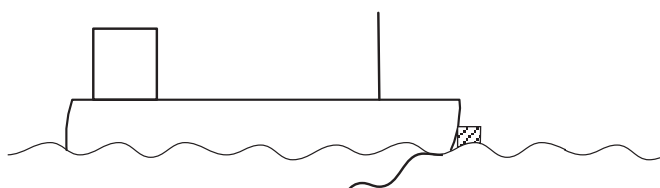
6. Föremålet från flygplanet



Ett litet föremål lossnar av misstag från ett flygplan när detta flyger vågrätt och rakt fram. Vilken av de fem banorna i figuren motsvarar närmast den väg som föremålet tar i förhållande till marken?

- (A) (B) (C) (D) (E)

7. Pråmen och lådan



En pråm stöter på en liten låda och skjuter den framför sig genom vattnet. Vad gäller?

- (A) Lådan påverkar inte pråmen med någon kraft.
 (B) Pråmen skjuter på lådan med en kraft som är lika stor som den kraft som lådan utövar tillbaka på pråmen.
 (C) Pråmen skjuter på lådan med en kraft som är mindre än den som lådan utövar tillbaka på pråmen.
 (D) Pråmen skjuter på lådan med en kraft som är större än den som lådan utövar tillbaka på pråmen.

8. Tennisbollen

Trots en mycket stark motvind lyckas en tennisspelare träffa en tennisboll med racketen så att den passerar över nätet och landar på motspelarens sida.

Tänk på följande krafter:

1. En nedåtriktad tyngdkraft.
2. En kraft från 'träffen'.
3. En kraft utövad av luften

Vilka (vilken) av ovanstående krafter verkar på tennisbollen efter det att den inte längre är i kontakt med racketen men före det att den landar på marken:

- (A) endast 1 (B) 1 och 2. (C) 1 och 3. (D) 2 och 3. (E) 1, 2 och 3.

9. Astronauten i kapseln

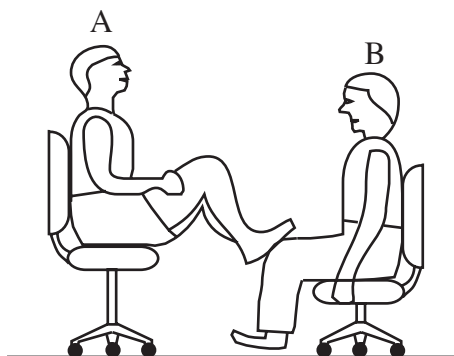
En astronaut i en rymdkapsel kretsar utanför atmosfären i en bana runt jorden. Vilken av följande utsagor är korrekt?

- (A) Jorden utövar en viss dragningskraft på astronauten, men astronauten utövar ingen dragningskraft på jorden.
 (B) Jorden utövar ingen dragningskraft alls på astronauten eftersom det är vakuum utanför atmosfären
 (C) Jorden utövar en viss dragningskraft på astronauten, och astronauten utövar lika stor dragningskraft på jorden.

10. Kontorsstolarna

A väger 80 kg och B 65 kg. De sitter i likadana kontorsstolar vända mot varandra.

A placerar sina bara fötter på B:s knän så som visas i figuren. Plötsligt skjuter A ifrån kraftigt, vilket medför att båda stolarna börjar röra sig.



Under det att A skjuter fram sina fötter och de båda personerna fortfarande berör varandra gäller att

- (A) ingen utövar en kraft på den andre.
 (B) A utövar en kraft på B, men B utövar ingen kraft på A.
 (C) båda utövar en kraft på den andre, men B utövar en större kraft.
 (D) båda utövar en kraft på den andre, och krafterna är lika stora.
 (E) båda utövar en kraft på den andre, men A utövar en större kraft.

Översikt av enheter i projektet NORDLAB-SE
(15 okt 2003)

Naturvetenskapens karaktär

- Elevers och naturvetares tänkande – likheter och skillnader
- System, variabel och kontrollexperiment – tre redskap för vetgirighet
- Grönskande är naturvetenskapliga teorier!

Naturvetenskapens innehåll

- Socker och syre till alla celler – en fråga om logistik
- Livets evolution
- Formativ utvärdering med fotosyntes som exempel
- Genetik

- Jorden som planet i rymden
- Varför har vi årstider?
- Månen, planetsystemet och universum
- Mekanik 1 – Newtons första och andra lag
- Mekanik 2 – Newtons tredje lag
- Temperatur och värme

- Materiens bevarande
- Materiens byggnad
- Materiens faser
- Blandning, lösning och vattnets kretslopp
- Ämnen
- Kemiska reaktioner

Naturvetenskapen i samhället

- Energiflödet genom naturen och samhället
- Växthuseffekten, tekniken och samhället
- Natur och moral – integration eller separation?
- Vad kan man göra med skolkunskaper? Om att sätta in i sammanhang

För korta sammanfattningar av olika enheter se

<http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/se.html>

Alla enheter kan laddas ner från internet:

<http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/trialse/trialunits.html>