

MATERIENS BEVARANDE

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 finansiär 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, studiecirkel 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

SPELAR DET NÅGON ROLL?	5
FOSFOR OCH STÅLULL – VÄGNING MED KOMPLIKATIONER	7
FOSFOR OCH STÅLULL – ANALYS AV ELEVSVAR	10
FÖRÄNDRAS VIKTEN VID TRANSFORMATIONEN? EXEMPEL PÅ UPPGIFTER OCH ELEVSVAR	12
NOTER	16
REFERENSER	16
BILAGA 1. NÅGRA FRÅGOR OM MATERIA OCH DESS BEVARANDE	17

MATERIENS BEVARANDE

Har det någon betydelse för gemene man att veta vad som är materia och att den bevaras vid exempelvis kemiska reaktioner? Denna frågeställning inleder workshopen, som sedan fortsätter med elevsvar på två uppgifter, vilka belyser hur elever drar gränsen mellan materia och icke materia, och att vägning kan vålla problem när det gäller att avgöra om materia bevaras eller ej. Så följer ett antal exempel på hur elever besvarar frågor om ett systems vikt före och efter formändring, fasövergång, lösning och kemisk reaktion. Detta mynnar ut i en fråga: Borde inte principen om massans konservering, och vägning som en metod att bestämma massa, diskuteras vid praktiskt taget varje skolexperiment i kemi och vid lämpliga tillfällen i fysik och biologi? Ett förslag till uppgifter för diagnos och utvärdering avslutar workshopen.

SPELAR DET NÅGON ROLL?

UPPGIFT 1

Har det någon betydelse om eleverna som gått ut ungdomsskolan vet vad som är materia och vad som inte är det? Det är fråga om att exempelvis känna till att gaser är materia, men att värme och ljus inte hör till denna kategori.

Spelar det någon roll i elevernas fortsatta liv om de vet att materia inte kan försvinna? Det är fråga om att ha förstått innebörden i det kemisterna brukar kalla 'lagen om massans bevarande', dvs. att ingen materia förloras eller vinnas vid en kemisk förändring, utan slutprodukternas massa är densamma som de ursprungliga ämnena. På atomär nivå betyder detta, att de atomer av olika slag som finns före en materiaomvandling finns kvar – var enda en – efter denna.¹

Fundera över dessa frågor! Diskutera gärna med kollegor och andra intresserade och notera argument för och emot.

Några definitiva svar på uppgiftens frågor finns nog inte. Då vi diskuterade dem i vår grupp svarade en medlem ungefär så här: 'När jag fick klart för mig att min allra närmaste omgivning är materia i gasform, dvs. den omärkliga luften, och att jag hela tiden utbyter materia med den, så blev luften närvarande för mig på ett helt annat sätt än tidigare. Jag uppskattar den verkligen. Den ger mig hela tiden något som är minst lika viktigt som mat.'

En annan berättade om en bekant, som bodde nära en flygplats. Hon tyckte att det luktade från planen ibland, och att motorerna spydde ut mycket avgaser. Kunde inte detta skada hennes köksväxter? Hon ringde luftfartsverket på platsen och fick till svar, att detta inte var något att oroa sig för. Avgaserna tunnades enligt tjänstemannen ut i luften och försvann. Denna berättelse gav upphov till några upprörda kommentarer i vår grupp – det ansågs klandervärdt av tjänstemannen att försöka manipulera den oroliga kvinnan. Andra förmodade att tjänstemannen antagligen inte själv var på det klara med innebörden i principen om materiens bevarande, utan faktiskt trodde på det han sa.

Detta ledde i sin tur till en hel del påpekanden om hur viktigt det är, när det gäller miljöfrågor, att förstå både att materia inte kan försvinna och att gaser är materia. Det går inte att trola bort avfall genom att elda upp det eller dumpa det i sjöar och hav.

Någon påminde sig ett radioinslag för ganska många år sedan. Det gällde ett reportage från en bilkö vid infarten till en storstad. En miljöorganisation hade satt upp skyltar, som uppmanade bilister att köra långsammare, så att skogen tog mindre skada. Reportern frågade en bilist vad hans bilåkande hade med skogen att göra. Bilisten kunde inte förstå att det fanns något samband. Träden var ju så långt borta! Också detta exempel visar betydelsen av att förstå att gaser är materia. Länken mellan bil och skog är olika molekyler, som visserligen kan spridas ut över stora områden, men vars materia inte kan försvinna. Vid det här laget har nog läsaren dragit slutsatsen att vi besvarar uppgiftens båda frågor med ja. Det spelar stor roll om man vet vad som är materia och att denna inte kan försvinna. Man förstår både sin omvärld och viktiga miljöfrågor betydligt bättre med denna kunskap än utan.

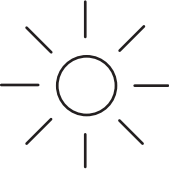
Om läsaren delar denna vår uppfattning så tror vi att fortsättningen av workshopen kommer att framstå som intressant.

FOSFOR OCH STÅLULL – VÄGNING MED KOMPLIKATIONER


Ett mycket viktigt inslag i kemins historia är att Lavoisier under 1700-talets senare del förde in fysiken i kemin genom att välja massa som ett mått på kvantiteten hos materia. Massa blev ett viktigt begrepp i den teoretiska kemin, och därmed också bestämning av massa genom att väga vid experimentellt arbete.

Mätning av massa genom vägning är långtifrån något trivialt för eleverna i skolan. Betrakta följande problem, som getts till svenska elever i skolår 9.²

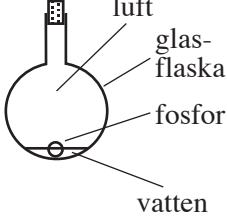
En bit fosfor lades i en glasflaska så som figuren visar. Flaskan med innehåll vägdes 205 g. Fosforn antändes sedan med hjälp av ett bränn-glas. Den brann en liten stund. Då bildades en vit rök, som sakta löste sig i vattnet. Efter avsvälning vägdes flaskan med sitt innehåll på nytt. Vad väger den nu?



bränn-
glas



kork som
sluter tätt



Mer än 205 g
 205 g
 Mindre än 205 g

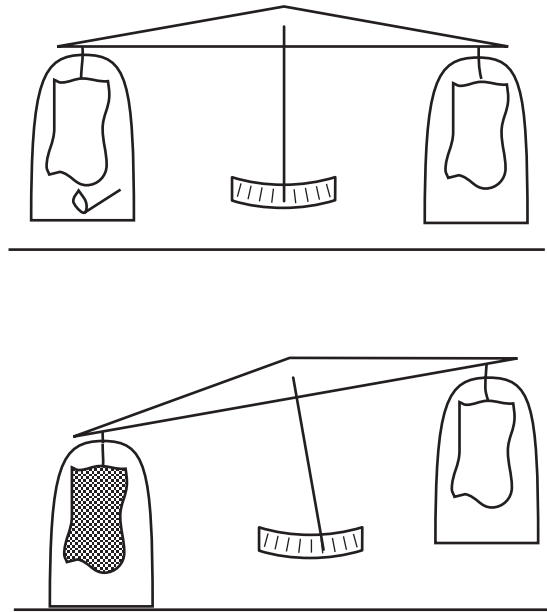
Förklara ditt svar!

Här följer en översikt över hur eleverna svarar (skolår 9, n=1432)

KATEGORI	EXEMPEL	ANDEL (%)
Mer än 205 g	– Fosforn väger mer som rök. – För när den vita röken löste sig i vattnet blev det tyngre.	13
Mindre än 205	– Rök väger inget. – Röken fanns redan i tabletten, fast i sammanpressad form väger den mer. – Vikten brinner upp	44
205 g; viss kon-servation	– Fosforn förgasades och vägdes sen mindre eftersom gas är lättare än fast ämne. Sen löste sig gasen i vattnet och blev flytande form, som väger lika mycket som fast form.	8
205 g, ej motiv.		8
205 g; kon-servation	– Inget har upptagits. Inget har avgått. Behållaren var ju tät. – Atomerna väger lika mycket även om 'de sprider ut sig' lite mer.	26
Ej besvarat		1

Ett annat exempel är det s. k. stålullsexperimentet. Det har getts som ett test till högstadiel elever bl. a. i skolår 9³.

Testledaren berättar inledningsvis för klassen att stålull är en form av järn. Sedan hänger hon upp två stålullsbitar på en 'gammaldags' balansvåg så att vågen väger jämt. (Vågen har två vågskålar, som fäster i respektive vågarm via två U-formade byglar som figuren visar.). Den ena stålullstussen antänds och får brinna. Vågskålen med denna tuss sjunker då sakta ned. Små fragment ramlar ner i skålen. Efter avslutad förbränning har vågskålen slagit i underlaget. Stålullen, från början metallglänsande, har mörknat. Eleverna ombeds att skriftligt förklara varför vågskålen sjunker ned.



Här följer en översikt över elevernas svar (skolår 8 och 9, n=259; 25% har inte förklarat)

KATEGORI	EXEMPEL	ANDEL (%)
Något ramlar ner i vågskålen	– Järnet går ut ur stålullen och ner i viktskålen. Därför väger det mest.	3
Stålullen utvidgas	– Det utvidgar sig i stålet alltså.	1
Stålullen blir tätare/ det lätta lämnar den	– Massan smälter samman och blir tyngre. – Det finns ingen luft kvar i stålullen. Då blir den tyngre.	29
Värmen ökar vikten	– När en sak blir varm väger den mer. Nu väger stålullen ett par gram mer för att den blir varm.	2
Stålullen har brunnit/ eld eller glöd gör det tyngre	– Stålullen har väl blivit tyngre eftersom den brunnit. – Den blev tyngre av all glöd. Det är mer i stålullen nu.	9
Ett nytt och tyngre ämne har bildats	– Stålullen som brunnit hade blivit kol. Kol väger mer. – Ett ämne i stålullen förvandlades och blev tyngre när det blev uppvärmt.	9
Syre/luft tillkommer	– Det tillkom syre under förbränningen – Syremolekylen har bundit sig till järnet.	13
Övrigt	– Det har skett en kemisk reaktion.	9

UPPGIFT 2

Ser du i ovan redovisade svar något angående elevers föreställningar om vad som är materia? I så fall vad?

Ser du i ovan redovisade svar något angående elevers föreställningar om materiens bevarande eller icke bevarande? I så fall vad?

Vilka tankar får du, då du läser elevsvaren, om vägning för att bestämma massa i kemiundervisningen?

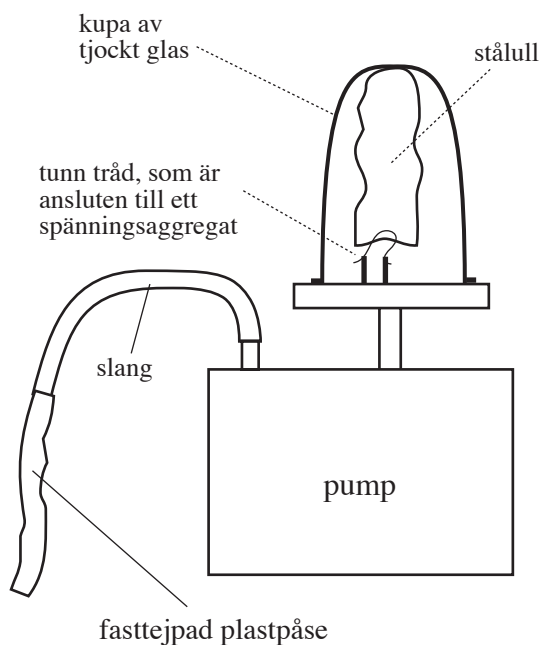
UPPGIFT 3

Om du har praktiska möjligheter så genomför följande demonstrationer inför klassen:

1. Gör stålullsexperimentet så som det är beskrivet på föregående sida, men med skillnaden att du antänder stålullen med en glödande tråd, ansluten till en lämplig spänningskälla. Eleverna observerar vad som händer, men du gör inga kommentarer utöver den förklaring av vad stålull är som du gett. (Obs att det är ren stålull som skall användas, inte så kallad tvålull.)

2. Arrangera en vakuumpump så som bilden visar. Stålullen tejpas fast i glaskupan. En tunn metalltråd kopplas till en lämplig spänningskälla via de anslutningar som finns på pumpen. Tråden har kontakt med stålullen. Till pumpens utlopp ansluts en plastpåse av ungefär samma volym som glaskupan. Evakuera kupan (plastpåsen blåses då upp). Slå på spänningen så att tråden glöder. (Man kan då iaktta att stålullen blir mörkare närmast tråden, men den fattar inte eld och börjar glöda.)

Du beskriver apparaturen för eleverna om de inte är bekanta med den, men gör i övrigt inga kommentarer till vad som händer.



UPPGIFT 3 (forts)

Eleverna delas in i mindre grupper (max fyra per grupp) och får följande uppgift:

Förklara varför vågskålen med stålull väger ner. I förklaringen skall ingå det som hänt i experimentet med vakuumpumpen. Gruppen skall författa ett gemensamt skriftligt svar.

Du själv skall sammanställa gruppernas svar och redovisa dessa.

Du kan som ett alternativ välja att spela in en grupps diskussion, skriva ut denna och redovisa

FOSFOR OCH STÅLULL – ANALYS AV ELEVSVAR

Först kan konstateras att några elever inte drar gränsen mellan materiellt och icke materiellt på samma sätt som naturvetarna. Dessa elever säger t. ex. att värmen ökar vikten på stålullen eller att den blir tyngre av all glöd.

Vidare noteras att det finns tecken på att luftens materiella natur inte är självklar i sammanhanget – det är bara en mindre andel som förklarar varför vågskålen med stålull sjunker ned med att syre eller luft tillkommer.

Historiskt sett har det tagit lång tid att klargöra skillnaden mellan materia och icke materia. Att gaser är materiella och deltar i kemiska reaktioner blev allmänt accepterat bland naturvetare först i slutet av 1700-talet. Beträffande värme, kyla och magnetism så betraktades de på 1600-talet som 'kalorifika', 'frigorifika' och 'magnetiska' korpuskler. Många fruktlösa försök gjordes att väga värme, men även till synes framgångsrika, som senare visade sig vara felaktiga. Först mot mitten av 1800-talet var forskarna i stånd att dra de skiljelinjer som i dag betraktas som självklara.⁴

Hur är det då med materiens bevarande? Det finns i elevsvaren tecken på att materia både försvinner och tillkommer. Angående fosforproblemet lyder ett svar att 'vikten brinner upp'. För att förklara varför vågskålen med stålull sjunker ned säger en del elever att ett nytt och tyngre ämne har bildats genom en ämnesomvandling inom stålullen, t. ex. att den blir till kol. Inget sägs i denna typ av svar om att materia tillkommer utifrån.

Det är cirka hälften av eleverna som på fosforproblemet kryssar i att vikten ökar eller minskar. Tänker sig alla dessa att materien inte bevaras vid den aktuella transformationen? Inte nödvändigtvis. Det finns nämligen en grundläggande tolkningssvårighet i alla uppgifter av denna typ, som har att göra med hur eleverna uppfattar frågan. Visserligen kan man hävda, att massa efterfrågas på ett vedertaget sätt, och att uppgiften därför mäter om eleven förstår konservering av massa eller ej. (Eleverna får i skolan lära sig att skilja på massa och tyngd Enheterna 1kg och 1N införs. Vägning övas som ett sätt att bestämma massa.) Men eleverna uppför sig inte alltid enligt naturvetarens ritningar, vilket följande problem och elevsvar visar: 'En kastrull innehåller 1000 g vatten. Man tillsätter 200 g socker. Vattnet rörs om tills allt socker löst sig. Vad väger nu innehållet i kastrullen?' Eleverna fick olika alternativ att kryssa för. Så här skriver en elev som valt alternativet 'mer än 1000 g men mindre än 1200 g':

-Vattnet måste väga mer när man tillsätter någonting. Även om sockret har löst sig finns det lika mycket socker i vattnet (så mycket man hällde i). Men jag tror inte att den vägde prick 1200 g, för att när sockret löser sig i små korn måste det ha mindre densitet.

Detta svar tyder på att eleven konserverar massa, eller kanske riktigare det mer intuitiva men närbesläktade begreppet materiemängd, men inte tyngd. Han associerar vår fråga efter vikt i gram med tyngd istället för materiemängd.

På fosforuppgiften är det cirka 25% av eleverna som framhåller att rök eller gas inte väger något, är lätt eller lättare än ett fast ämne. Beroende på vilket moment i den angivna processen de fäster sig för, drar de olika slutsatser om vikten. Om de speciellt noterar att det bildas en vit rök, anser de att vikten är mindre än 205 g – fosfor har omvandlats till något som är lättare. Om de fokuserar sin uppmärksamhet på att den vita röken löser sig i vattnet, svarar de att vikten fortfarande är 205 g. Det är då underförstått, att under den tid det finns vit rök, så väger flaskan mindre än 205 g. Kanske är det så att en del av de här eleverna tänker längre än de som säger att vikten är oförändrad därför att kärlet är slutet. De börjar analysera detaljerna i processen och trasslar då lätt in sig i svåra problem. Om de här svaren kan sägas att vi inte med säkerhet vet vad eleverna tänker om materiemängden. Förmodligen anser åtminstone en del av dem att materiemängden är oförändrad men inte tyngden. Man skulle behöva intervjua varje elev för att skapa ökad klarhet.

FÖRÄNDRAS VIKTEN VID TRANSFORMATIONEN? EXEMPEL PÅ UPPGIFTER OCH ELEVSVAR

Det har gjorts en hel del undersökningar rörande hur elever besvarar frågor om ett systems vikt före och efter transformationer såsom formändring, fasövergång, lösning och kemisk reaktion. I den engelskspråkiga litteraturen brukar området betecknas 'conservation of weight'. Vi ger här exempel på problem som använts och hur elever svarat. Förhoppningsvis leder detta till att läsaren skapar nya idéer om hur massbestämning genom vägning, och principen om materiens oförstörbarhet, kan behandlas i undervisningen.

Formändring

I en israelisk intervjuundersökning⁵ ställdes elever inför olika transformationer och fick avgöra om vikten på det aktuella systemet förändrades eller ej. Deltagarna var i åldern 5 - 16 år, 280 elever allt som allt, jämnt fördelade på olika åldrar.

En delstudie gällde formändring och omfattade åldersintervallet 5 - 13 år. Eleverna visades två likadana bollar av modeller och var införstådda med att bollarna vägde lika mycket. En av dem deformerades så till en platt pannkaka. Väger den förändrade modellen samma som den odeformerade? Vid fem års ålder var det praktiskt taget ingen som svarade ja på frågan, men i intervallet 6 - 9 år steg andelen konserveringssvar till 85%, för att sedan hålla sig på denna nivå.

De elever som inte konserverade ansåg genomgående att bollen vägde mer än pannkakan. Kanske kan man förklara denna typ av svar som ett resultat av olika sinneserfarenheter. Det som är utspritt känns lättare i handen än det som är koncentrerat. Det utspridda faller ibland långsammare och ger på så sätt ett intryck av större 'lätthet'.

Man kan av den israeliska undersökningen inte dra slutsatsen att konservering av vikt vid en formändring är något som elever generellt har klart för sig i skolår 7. Svaren på det tidigare refererade stålullsexperimentet är ett tecken på detta. Som framgått är det ganska många elever som hävdar att stålullen blivit mer kompakt eller hoptryckt, och att denna formändring är anledningen till att vågskålen sjunker ned.

Fasändring

I den nämnda israeliska undersökningen fick elever i åldern 6 - 16 år se en liten mängd vatten i en bägare. De fick så följande fråga: 'Allt vatten får avdunsta och bilda ånga. Väger all ångan samma som vattnet i bägaren?'

Det visade sig att konservering av vikt vid avdunstning börjar etableras vid ungefär 10 års ålder och når upp till knappt 80% vid 15-16 års ålder. Alla elever som anser vikten av vattnet och ångan vara olika hävdar att vätska väger mer än ånga och att ånga saknar eller har försumbar vikt.

Bland svaren på det tidigare nämnda fosforproblemet finns det gott om exempel på att materia i form av rök eller gas är lätt eller viktlös. Eleverna i skolår 9 säger t. ex. att rök inte väger något, att rök i sammanpressad form väger mer eller att gas är lättare än ett fast ämne.

Vi noterar att en förutsättning för att etablera idéer om konservering av vikt vid avdunstning är att eleverna uppfattar gas som materia som har vikt. Detta för oss över till en annan del av den israeliska studien. Den gällde att ta reda på i vilken utsträckning eleverna anser att olika objekt har vikt. Lätta föremål, såsom en fjäder, ett hårstrå eller ett dammkorn tillskrevs vikt i takt med ökande ålder, men det var fortfarande cirka 30 % av eleverna som vid 13 års ålder ansåg att de lätta föremålen inte hade någon vikt. En liknande ålderstrend fanns för luft, som dock vållade eleverna något större svårigheter.

Upplösning

I en engelsk intervjuundersökning ställdes cirka 600 elever i åldrarna 7, 9, 11, 14 och 16 år inför följande uppgift:⁶

En balansvåg, där det på båda vågskålarna fanns ett glas vatten och en äggkopp med socker, visades. De båda vågskålarna var balanserade. Eleverna fick i uppgift att förutsäga vad som skulle hända om sockret i den ena äggkoppen hälldes i glaset på samma vågskål varefter äggkoppen ställdes tillbaka på sin ursprungliga plats. Skulle vågskålen stanna kvar på samma nivå, gå upp eller gå ned?

Tabell 1. Vad händer med vågskålen när sockret hälls i vattnet? Procentuell fördelning av elevsvar på olika alternativ som funktion av ålder.

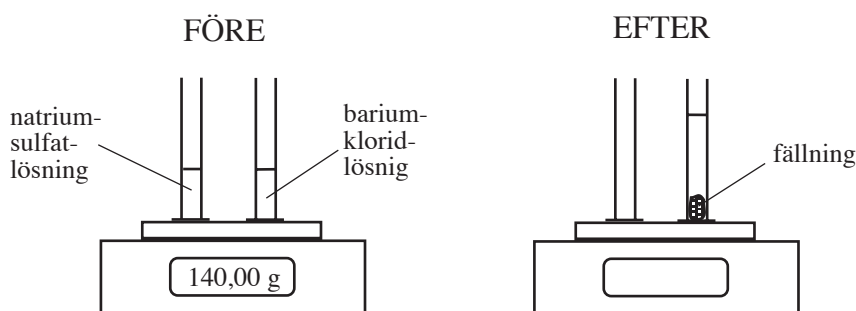
vågskålen	7 år	9 år	11 år	14 år	16 år
går ner	17	12	8	4	3
går upp	40	53	52	33	31
stannar kvar	56	42	48	70	79

De yngsta eleverna använde konserveringsargument för att förklara varför vågskålen stannar kvar i samma läge – sockret är fortfarande där, men det är i vattnet nu. Runt 9 års ålder ändrades resonemanget när eleverna började spekulera om partiklar. Argument för att vågskålen går upp var t. ex. 'sockret bryts upp i små bitar, och dessa små bitar väger knappast någonting' eller 'sockret bryts upp i små bitar som förlorar sin vikt därför att de flyter i vattnet'. De äldre eleverna resonerade också om partiklar, men tenderade att anse att vikten av delarna adderas till varandra så att sammanlagda vikten blir samma, dvs. de använde konserveringsargument.

Kemisk reaktion

I en annan engelsk undersökning fick 16-åringar svara på följande fråga om massa efter en fällningsreaktion:⁷

En cylinder med en vattenlösning av natriumsulfat och en cylinder med en vattenlösning av bariumklorid placerades tillsammans på vågplattan till en digital våg. Totala massan uppgick till 140 g.



Natriumsulfatlösningen hälldes ner i bariumkloridlösningen, varvid en fällningsreaktion ägde rum. Båda cylindrarna placerades åter på vågplattan. Vad visade vågen efter reaktionen?

- mindre än 140 g exakt 140 g mer än 140 g

Eleven uppmanades att förklara sitt svar!

Cirka tre fjärdedelar hade olika problem med denna uppgift.

Bland förklaringarna till 'mer än 140 g' finns t. ex. följande:

- Därför att i ett fast ämne är partiklarna tätare tillsammans och då är det tyngre.
- Det fasta som bildas har större densitet än en vätska och därför väger det lite mer.
- En fällning har bildats som måste väga mer än vätskorna.

Bland förklaringarna till 'mindre än 140 g' finns:

- De reagerar och bildar en gas som går bort.
- Därför att avgaser kommer att gå bort.
- Därför att vätskan avdunstar (men inte så mycket)

UPPGIFT 4

De undersökningsresultat som presenterats i denna workshop redovisades vid ett tillfälle för en grupp intresserade. Presentatören avslutade sin framställning med följande:

- Mot bakgrund av hur eleverna svarar på olika konserveringsuppgifter anser jag att principen om massans konservering, och vägning som en metod att bestämma massa, borde diskuteras vid praktiskt taget varje skolexperiment i kemi och vid lämpliga tillfällen i fysik och biologi.

Hon fick ganska snart höra en del motargument:

- Vägning är mördande tråkigt för eleverna. Vill du ta död på allt intresse för kemi?
- Det är forskarnas sätt att fråga som ger upphov till hur eleverna svarar. Egentligen är principen om massans konservering inget problem för mina elever.
- Kemin borde handla om sånt som intresserar eleverna och som finns i deras vardag. Laboratoriearbete med vågar passar inte in i detta sammanhang.

Diskutera presentatörens påstående med kollegor, kurskamrater eller andra intresserade. Samla argument för och emot och ta själv ställning!

UPPGIFT 5

Vi har samlat ett antal frågor om vad som är materia och om materiens bevarande i form av en bilaga. Välj ut ett antal frågor och ge till någon eller några klasser. Sammanställ resultaten och diskutera med kollegor, kurskamrater eller andra intresserade.

NOTER

1. I början av 1900-talet framkom genom Einsteins teoretiska arbete ett samband mellan massa och energi ($E = mc^2$). Det pekade på att massa kan omvandlas till energi, vilket sker i våra kärnreaktorer. Vid kemiska reaktioner är omvandlingar mellan massa och energi så små att de inte är mätbara. För praktiskt bruk och vid vanliga fysikaliska och kemiska processer gäller således fortfarande principen om materiens oförstörbarhet.
2. Andersson, 1989.
3. Andersson och Renström, 1981.
4. Toulmin och Goodfield, 1964.
5. Galili och Bar, 1997.
6. Driver, Leach, Scott och Wood-Robinson, 1994.
7. Ramsden, 1997.

REFERENSER

- Andersson, B. (1989). *Materia och dess transformationer*. (EKNA-rapport nr 19.) Göteborg: Göteborgs universitet. Institutionerna för pedagogik och ämnesdidaktik.
- Andersson, B., & Renström, L. (1981). *Materia: Oxidation av stålull*. (EKNA-rapport nr 7.) Göteborg: Göteborgs universitet. Institutionen för pedagogik.
- Driver, R., Leach, J., Scott, P., & Wood-Robinson, C. (1994). Young people's understanding of science concepts: implications of cross-age studies for curriculum planning. *Studies in Science Education*, 24, 75-100.
- Galili, I., & Bar, V. (1997). Children's operational knowledge about weight. *International Journal of Science Education*, 19 (3), 317-340.
- Ramsden, J. M. (1997). How does a context-based approach influence understanding of key chemical ideas at 16+? *International Journal of Science Education*, 19 (6), 697-710.
- Toulmin, S., & Goodfield, J. (1964). *Materiens arkitektur. En idéhistorisk översikt*. Stockholm: Natur och kultur.

*BILAGA.***FÖRSLAG TILL TESTUPPGIFTER OM
MATERIA OCH DESS BEVARANDE****1. Vad är materia?**

Vad är materia? Om Du anser att en kastrull är materia, så kryssar Du i JA. Om Du anser att en kastrull inte är materia, så kryssar Du i NEJ. Fortsätt sedan med resten av listan!

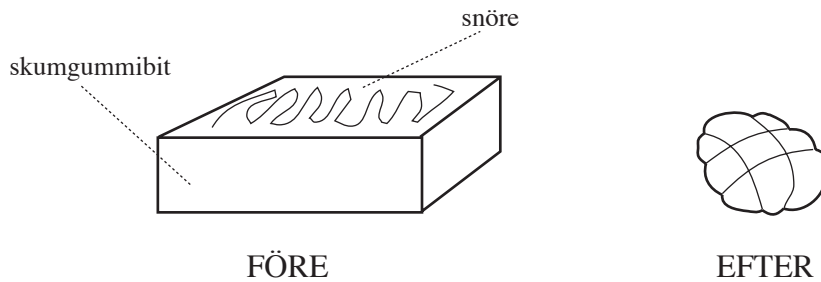
	JA	NEJ		JA	NEJ
atom	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	människa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
dammkorn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	nervcell	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kastrull	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	olja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ljus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	skugga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
luft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	tulpan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
magnetfält	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	vakuum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
molekyl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	värme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Vad har vikt?

Vad har vikt? Om Du anser att en kastrull har vikt, så kryssar Du i JA. Om Du anser att en kastrull inte har vikt, så kryssar Du i NEJ. Fortsätt sedan med resten av listan!

	JA	NEJ		JA	NEJ
atom	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	människa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
dammkorn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	nervcell	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kastrull	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	olja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ljus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	skugga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
luft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	tulpan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
magnetfält	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	vakuum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
molekyl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	värme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Skumgummibiten



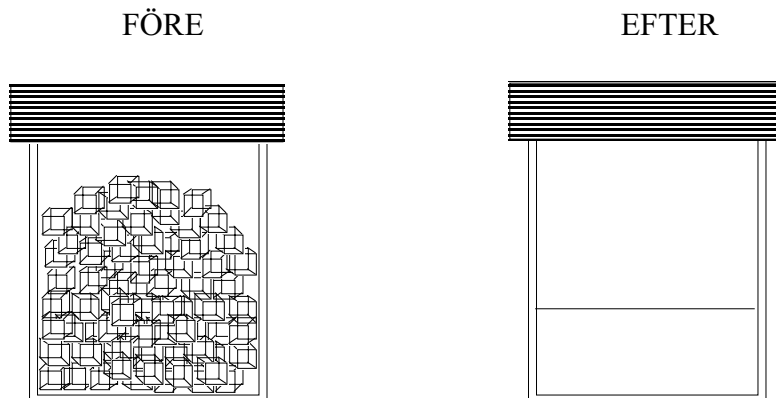
En bit skumgummi och en bit snöre vägs på en känslig snabbvåg (FÖRE). Med hjälp av snöret packas skumgummibiten ihop till en liten och ganska hård boll, som läggs på vågen (EFTER). Vad visar den nu?

- Mer än vid första vägningen Samma som vid första vägningen
 Mindre än vid första vägningen

Förklara ditt svar!

4. Isen som smälter i burken

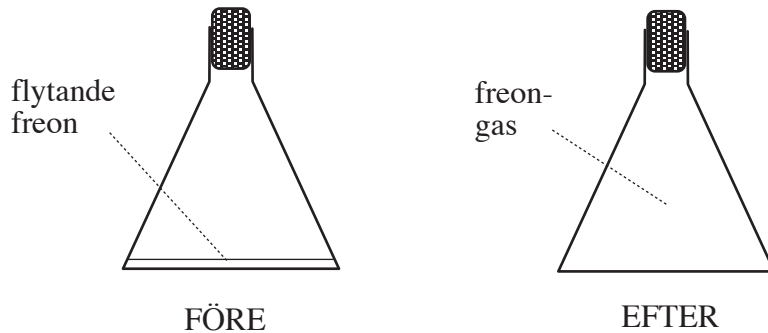
En burk fylls med iskuber. Ett tättslutande lock sätts på, varefter burken med innehåll vägs. Resultatet är 630 gram. Burken får sedan stå tills all is har smält. Den vägs så igen. Vad blir resultatet nu?



- Mycket mer än 630 gram Lite mindre än 630 gram
 Lite mer än 630 gram Mycket mindre än 630 gram
 Fortfarande 630 gram

Förklara ditt svar!

5. Freonet som förgasas



I en tät kolva av kraftigt glas och med en gummikork ordentligt isatt finns en viss mängd freon i vätskeform. Kolven med innehåll vägs på en känslig våg. Freonet avdunstar mycket lätt i rumstemperatur, så det dröjer inte länge förrän all freon har övergått till gasform. Då vägs kolven igen. Vad visar vågen nu?

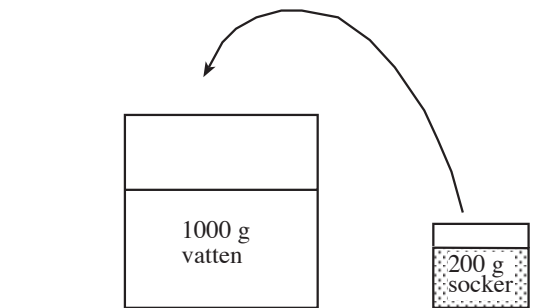
- Mer än vid första vägningen Samma som vid första vägningen
 Mindre än vid första vägningen

Förklara ditt svar!

6. Socker i vatten

I en kastrull finns 1000 g vatten. Eva häller 200 g socker i vattnet och vickar sakta på kastrullen tills allt sockret har löst sig. Vad väger nu innehållet i kastrullen?

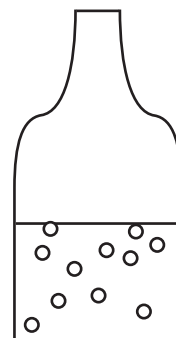
- mindre än 1000 g
 precis 1000 g
 mellan 1000 g och 1200 g
 precis 1200 g
 mer än 1200 g



Förklara ditt svar!

7. Läskedrycken

En halvdrucken läskedrycksflaska vägs med en mycket noggrann våg. Flaskan skakas utan att drycken skvätter ut. Det bildas då många bubblor, som stiger upp genom drycken och spricker vid dess yta. Skakningen upprepas flera gånger. Till slut blir det nästan inga bubblor längre. Då vägs flaskan med sitt innehåll igen. Vad blir resultatet?



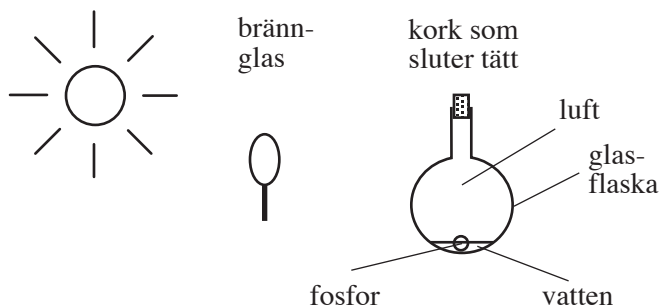
Flaskan med sitt innehåll väger nu

- mer än förut
- lika mycket som förut
- mindre än förut

Förklara ditt svar!

8. Fosforbiten

En bit fosfor lades i en glasflaska så som figuren visar. Flaskan med innehåll vägde 205 g. Fosfor antändes sedan med hjälp av ett brännglas. Den brann en liten stund. Då bildades en vit rök, som sakta löste sig i vattnet. Efter avsvälning vägdes flaskan med sitt innehåll på nytt. Vad väger den nu?

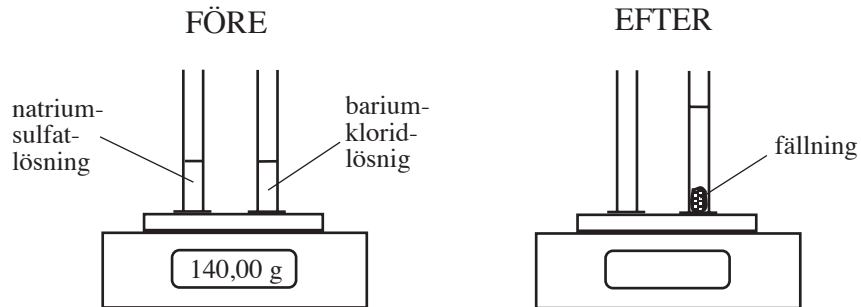


- Mer än 205 g 205 g Mindre än 205 g

Förklara ditt svar!

9. Fällningen

En cylinder med en vattenlösning av natriumsulfat och en cylinder med en vattenlösning av bariumklorid placeras tillsammans på vågplattan till en digital våg. Vågen visar 140 g.



Natriumsulfatlösningen hälls sedan ner i bariumkloridlösningen. Då bildas en fällning. Båda cylindrarna placeras åter på vågplattan. Vad visar vågen efter reaktionen?

- mindre än 140 g exakt 140 g mer än 140 g

Förklara sitt svar!

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>