

GRÖNSKANDE ÄR NATURVETENSKAPLIGA TEORIER!

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

EN PARTIKELTEORI OM LUFT	5
Tre händelser i vardagslivet	5
Teorin presenteras och exemplifieras	6
Teorin används	9
NÅGRA REFLEXIONER	12
Teoretisk integration	12
Grönskande är naturvetenskapliga teorier!	13
HUR TÄNKER ELEVERNA?	14
Sex uppgifter för diagnos eller utvärdering	14
Orientering om forskningsresultat	18
MER TEORI I SKOLAN?	21
FÖR DIG SOM VILL VETA MERA	21
NOTER	22
REFERENSER	22
BILAGA: NÅGRA FRÅGOR OM LUFT	23

GRÖNSKANDE ÄR NATURVETENSKAPLIGA TEORIER!

Den bärande idén i denna workshop är att teorier är tankeverktyg som kan användas i många olika sammanhang. I ljuset av en bra teori visar sig en mångfald detaljer vara manifestationer av ett litet antal grundprinciper, vilket ger tankeekonomi. Detta illustreras med en kvalitativ partikelmodell för luft. Inledningsvis introduceras och exemplifieras denna modell, varefter läsaren får tillfälle att använda den för att göra förutsägelser och tänka ut förklaringar. Här efter följer några reflexioner om teorier som redskap för kunskapsintegration och som motvikt mot ytligt inpluggande av termer och fakta. Så kommer ett avsnitt om elevers begrepp om materiens byggnad och egenskaper, särskilt luft och andra gaser. Möjligheter att diagnostisera egna elever erbjuds i samband med detta. Slutligen påstås att naturvetenskapens teorier är lysande intellektuella prestationer som gör världen begriplig och därför förtjänar en central plats i skolans undervisning. Håller läsaren med om detta?

EN PARTIKELTEORI OM LUFT

Tre händelser i vardagslivet

- En sugkopp sitter på badrumskaklet. Den är svår att dra loss.
- En fotboll pumpas upp. Den blir hårdare och hårdare, men bara obetydligt större.
- Nykokt sylt hålls i en glasburk. Ett tättslutande lock sätts på. Burken sätts in i ett kylskåp. När sylten är kall är det svårt att skruva av locket. Det sitter hårt.

Finns det något gemensamt för dessa tre händelser? I så fall vad?

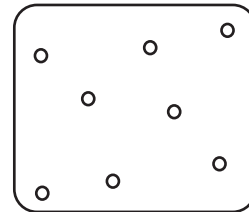
Teorin presenteras och exemplifieras

Det tre händelserna som nyss beskrivits är vid första påseendet ganska olika. Det kan vara svårt att direkt se något gemensamt. Men samtliga har med luften och dess egenskaper att göra.

Luft är något man inte tänker på särskilt mycket. När det är vindstilla märks den inte alls. Men den omger oss helt och hållet, och luften i en skolsal väger cirka ett ton. Ibland ger sig luften tillkänna. Om man t. ex. håller för hålet till en cykelpump och försöker trycka in kolven så går det en bit, men det tar emot mer och mer...

Luft har många spännande egenskaper, och en hel del av dessa förstås kanske bäst med hjälp av en partikelteori. Här följer en sådan, formulerad i kvalitativa termer:

- Luft består av mycket, mycket små partiklar, som kallas molekyler.*
- Mellan molekylerna finns ingen materia. (Det är tomrum mellan dem).**
- Molekylerna är materien. De har massa och tyngd fast de är mycket små.**
- En liter luft består av miljarders miljarder molekyler.
- Varje molekyl rör sig med hög hastighet i en rak linje tills den kolliderar med en annan molekyl. Då ändrar den riktning och fart. Farten varierar alltså, men är i genomsnitt hög (500 m/s).
- De molekyler, som tillsammans utgör en luftmängd (t. ex. luften i en flaska), rör sig åt alla möjliga håll.
- Om man tänker sig en "stillbild" av ett antal molekyler, så är de i genomsnitt ganska långt från varandra.



- Om luft värms, så ökar molekylernas fart. Om den kyls, så minskar farten. (Molekylerna kan alltså ändra riktning och fart. Men för övrigt så ändras de inte. Om man t. ex. värmer luft, så kan molekylerna inte smälta eller fatta eld. De ökar bara farten.)*

Som andra naturvetenskapliga teorier kan denna utvecklas, förfinas, revideras...

Här följer några exempel på hur man kan använda partikelteorin som ett redskap för att förklara vad som händer.

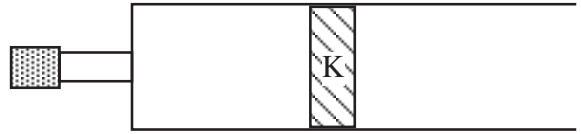
* I luften ingår ädelgaser, främst argon (0,9%). Dessa är enatomiga. Trots detta tycker vi att 'molekyler' är en passande term i detta sammanhang.

** Denna punkt har tagits med i modellen på grund av vissa forskningsresultat rörande elevers tänkande. Se vidare avsnittet 'Orientering om forskningsresultat'.

EXEMPEL 1. VARFÖR RÖR SIG INTE KOLVEN?

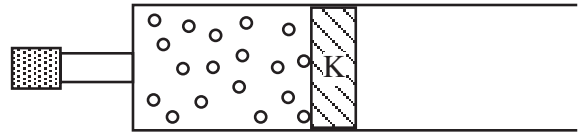
Observation

Om man drar in luft i en plasticspruta, och sedan stänger till med en kork, så rör sig inte kolven (K). (För enkelhets skull är inte skaftet på kolven uttrit.)



Försök till förklaring

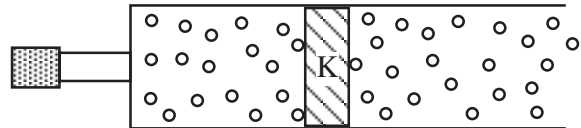
Detta kan verka konstigt. Det finns ju miljarders miljarder molekyler mellan kork och kolv som ständigt kolliderar med kolven. Den borde därför röra sig utåt. Men det gör den inte...



(Du har säkert redan tänkt på att de molekyler som ritats i figuren är alldeles för stora och alldeles för få. Egentligen går det inte att rita ut miljarders miljarder molekyler. Men figuren med alltför stora, och alltför få, molekyler kan ändå hjälpa tanken att förstå.)

Nytt försök till förklaring

Kolven bombarderas inifrån av miljarders miljarder molekyler. De studsar mot kolven och trycker den utåt. Men det är luft inte bara inuti sprutan. Det finns också luft utanför.

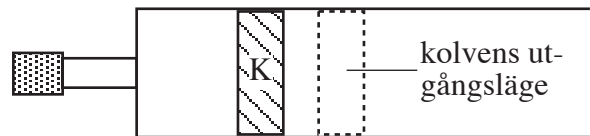


Därför bombarderas kolven även utifrån av miljarders miljarder molekyler. De studsar mot kolven och trycker den inåt. De båda trycken motverkar varandra. (Det finns naturligtvis molekyler runt om hela sprutan, men vi har bara ritat ut dem som vi tycker behövs för att förklara.)

EXEMPEL 2. VARFÖR GÅR LUFT ATT PRESSA IHOP?

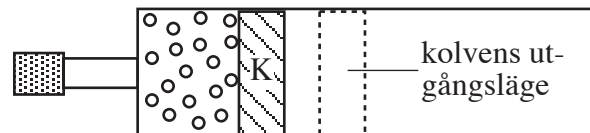
Observation

Kolven går att trycka in.



Förklaring

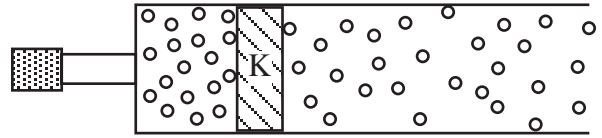
Det är stora mellanrum mellan molekylerna. I mellanrummen finns ingen materia. Där råder vakuum. På grund av de stora mellanrummen kan man pressa ihop luften.



EXEMPEL 3. VARFÖR TAR DET EMOT MER JU MER MAN PRESSAR IN?

Förklaring

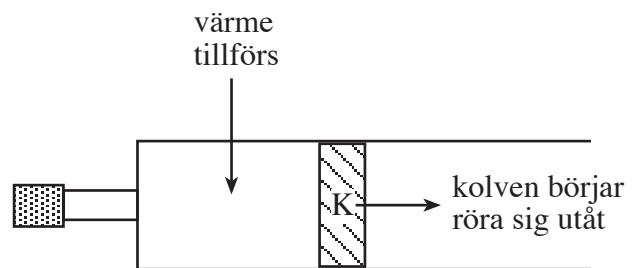
Molekylerna inuti sprutan kommer nu tätare ihop. Därför blir det fler kollisioner per sekund på kolven inifrån, jämfört med utgångsläget. Men utifrån är det lika många kollisioner som förut. Trycket inifrån är alltså större än utifrån. Därför måste man hålla emot. Om man släpper går kolven tillbaka till sitt utgångsläge.



EXEMPEL 4. VARFÖR KAN EN LUFTMÄNGD UTVIDGA SIG OM DEN VÄRMS?

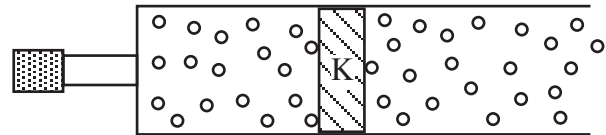
Observation

Om man värmer den inneslutna luften, så flyttar sig kolven utåt. (Den inneslutna luftmängden utvidgas.)



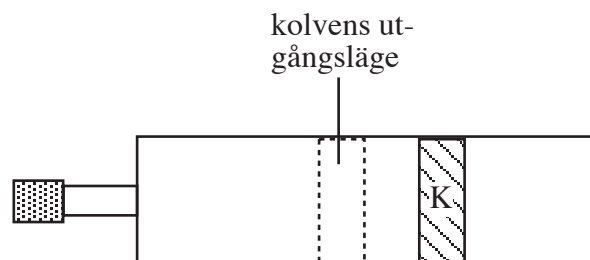
Förklaring

Uppvärmningen gör att molekylerna inuti sprutan rör sig fortare. De kolliderar då hårdare och oftare med kolven, som därför flyttar sig utåt.



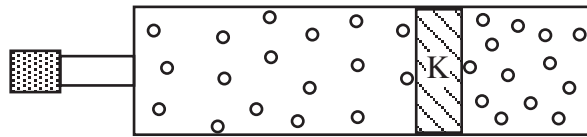
Observation

Efter ett tag slutar kolven att röra sig.



Förklaring

Molekylerna inuti sprutan rör sig fortfarande fortare än när man började värma. De kolliderar hårdare med kolven. Men antalet träffar på kolven per sekund har minskat eftersom molekylerna nu är mera utspridda.



Molekylerna utanför beter sig som vanligt. De kolliderar inte så hårt men fler gånger per sekund, jämfört med molekylerna inuti sprutan. Kollisionerna inifrån (hårda, inte så många per sekund) har samma verkan som kollisionerna utifrån (inte så hårda, fler gånger per sekund).

Teorin används

I det här avsnittet presenteras sju problem. Du kan betrakta dessa ur olika perspektiv.

- Det kanske var ett tag sedan du använde en partikelteori om luft. Då kan det vara en utmaning att lösa de sju problemen som sådana.
- Du kanske är väl insatt i partikeltänkande när det gäller gaser och deras egenskaper. Då kan du fundera på om det är möjligt att introducera den teori som presenterats ovan till elever i skolor 7-9 och låta dem öva sig att använda den för problemlösning. Andra frågor att fundera över är om uppgifter liknande de sju problemen nedan är lämpliga att använda på gymnasiet, och vad som i så fall är bra svar på exempelvis NV-programmet.

1. Sugkoppen

En sugkopp sitter på badrumskaklet. Den är svår att dra loss. Förklara detta med hjälp av teorin om luft.

2. Fotbollen

En fotboll pumpas upp. Den blir hårdare och hårdare, men bara obetydligt större. Förklara detta med hjälp av teorin om luft.

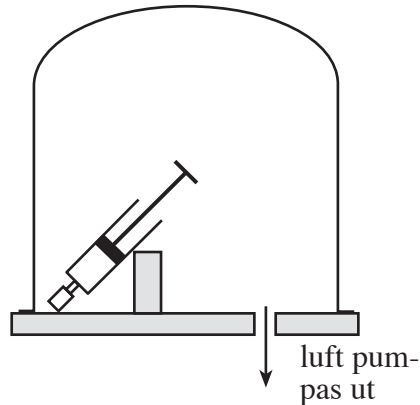
3. Syltburken

Nykokt sylt hälls i en glasburk. Ett tättslutande lock sätts på. Burken sätts in i ett kylskåp. När sylten är kall är det svårt att skruva av locket. Det sitter hårt. Förklara detta med hjälp av teorin om luft.

4. Sprutan i vakuum

Man sätter in en plastspruta under glaskupan till en vakuumpump. Mynningen på sprutan är tilltäppt med en gummikork. Luften pumpas ut ur glaskupan. Vad händer med kolven i plastsprutan?

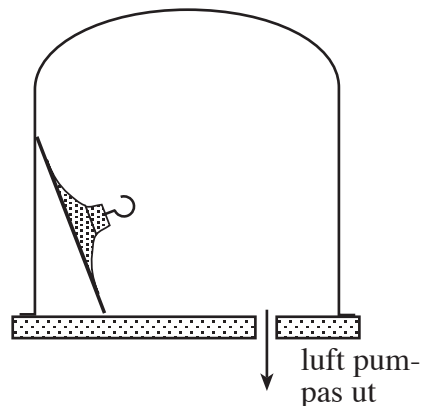
- kolven rör sig ut ur sprutan
- kolven rör sig inte
- kolven rör sig in i sprutan



Förklara din förutsägelse med hjälp av teorin om luft! Gör sedan om möjligt experimentet!

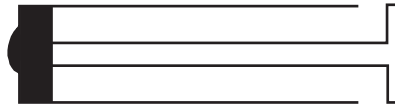
5. Sugkoppen i vakuum

En sugkopp sätts fast på en fickspegel. Anordningen ställs in under glaskupan till en vakuumpump så som figuren visar. Luften pumpas ut. Händer det då något med sugkoppen? I så fall vad? Förklara din förutsägelse med hjälp av partikelteorin om luft. Gör sedan om möjligt experimentet!



6. Sprutan utan luft

En spruta (50 ml) med kolven i botten och avsågad pip täpps till med en plastbit och modelleras så att det inte finns någon luft mellan kolven och sprutans botten. Ingen luft kan läcka in. Vad händer om du försöker dra ut kolven?

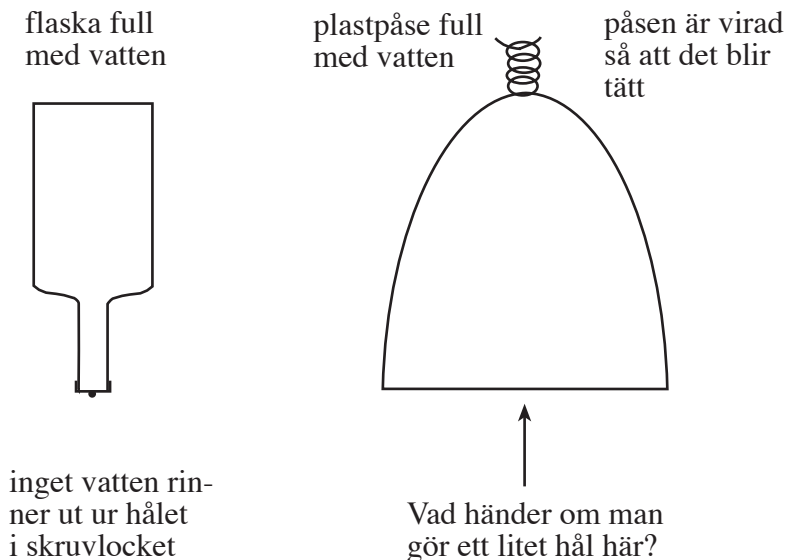


- Jag orkar inte rubba kolven
- Jag orkar dra ut kolven lite
- Jag orkar dra ut kolven till cirka hälften, men sen blir det för tungt
- Jag orkar dra kolven ända ut, men det går tyngre och tyngre
- Jag orkar dra kolven helt ur sprutan. Det känns lika tungt hela tiden.

Förklara din förutsägelse med hjälp av teorin om luft. Gör sedan om möjligt experimentet.

7. Plastpåsen

Om man fyller en saftflaska helt med vatten, skruvar på locket ordentligt, gör ett hål i det och vänder flaskan upp och ned, så rinner det inte ut något vatten. Men hur blir det om man fyller en plastpåse med vatten, knyter till och gör ett litet hål undertill. Kommer det då att rinna ut något vatten? Gör en förutsägelse och förklara denna. Testa vid behov med experiment.

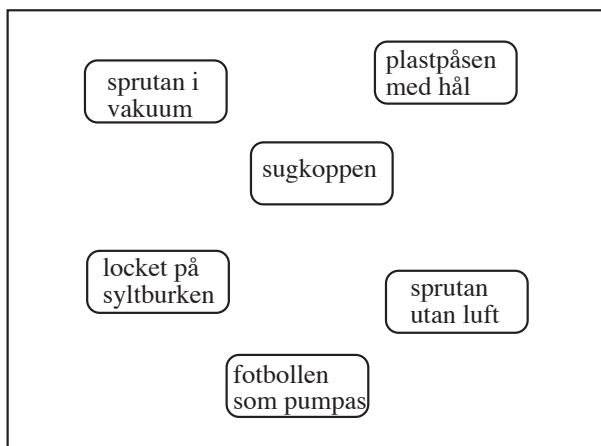


NÅGRA REFLEXIONER

Teoretisk integration

Låt oss nu stanna upp en stund och reflektera över vad som hittills gjorts.

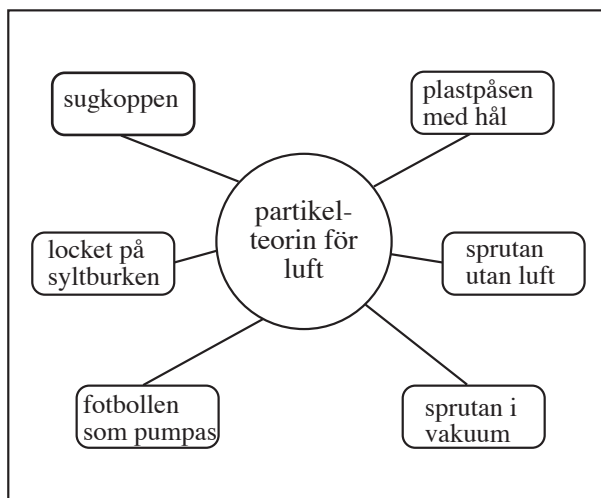
Anta till att börja med att vi inte hade haft tillgång till partikelteorin för luft. Då hade förmodligen de olika experimenten och händelserna upplevts som åtskilda, utan inbördes sammanhang.



Teorin förändrar bilden. Alla de till synes separata fenomenen kan förklaras med ett och samma tankeverktyg. Detta ger tankeekonomi. En mångfald fenomen kan förklaras med ett mindre antal grundprinciper.

Den som förstått en teori kan använda den i andra sammanhang än de situationer som behandlats i skolan. Detta är en vä-

sentlig poäng. Skolan går ju ut på att lära sig sådant som gör att man kan hantera det som är nytt och okänt på ett bättre sätt än utan skolgång.



Intressanta teorier som ingår i högstadiets undervisning är en partikelmodell för gaser, en strålmödel för ljuset och teorin om utveckling genom naturligt urval.

På gymnasiet N-program finns exempelvis Newtons teori om rörelse, uttryckt i form av tre postulater. Dessa skapar en enhetlig förståelse av många olika slags rörelse: partiklars, stela kroppars, vätskors, ljudvågors. En golfboll i luften, en skridskoprinssessa som ökar sin rotationshastighet genom att hålla armarna intill kroppen och en vas som står på ett bord är exempel på manifestationer av det tre postulaten.

Att använda en teori för att förklara ett fenomen är exempel på *teoretisk integration*. Det är fenomenet som integreras i teorin. Det tar tid och krävs övning för att lära sig denna typ av integration. En teori kan inte pluggas in som vilka fakta som helst. Den måste förstås som en helhet i relation till den mångfald av företeelser som den håller ihop.

Teoretisk integration har veterligen inte spelat någon större roll i skoldiskussionen om integration. Anledningen är troligen att tänkandet varit så fokuserat på begrepp som 'tema' och 'ämnesintegration' att man helt enkelt inte uppmärksammat denna mycket betydelsefulla form av integration, som bl. a. förekommer inom ämnen (evolutionsteorin, termodynamiken, materiens partikelnatur m. m.). Det finns ett gott skäl att flitigt arbeta med teoretisk integration i skolan - den är ett utmärkt vapen när det gäller att bekämpa ytligt inpluggande av termer och fakta!

Grönskande är naturvetenskapliga teorier!

Teorier har dåligt rykte i det allmänna medvetandet. Att vara teoretisk förknippas med ord som torr, tråkig och abstrakt. 'Grey is all theory, green grows the golden tree of life' är ett välkänt ordspråk som nog de flesta är benägna att skriva under på. Därför kan det vara intressant att ta del av den motsatta inställningen, beskriven av journalisten Per Svensson i tidningen Expressen för några år sedan¹. Hans artikel hade rubriken 'Det är ju teorierna som gör världen begriplig'. Här följer några utdrag:

Periodiska systemet var en uppenbarelse. Dittills hade kemin varit ett slags pyrotekniskt skolkök. Det blandades och skakades och joxades och kokades och sa pang! ---

Periodiska systemet var inte pang-pang och rök och svavelosande publikfriari. --- Ordning och reda, klarhet och... tja, systematik. Världen fick ett facit. Jag förstod hur allt hängde samman. Jag kände mig ungefär som den marxistiske skridskoåkaren i en av Blå Tågets bättre sånger: '...isen är blank som en spegel, och i spegeln han ser hela världen upp och ner, men vänder den rätt med Marx och Hegel' (eller hur den nu gick...).

Länge ville jag bli kemist. Teorins gyllene träd är grönt, men grå är all praktik, det har alltid varit min inställning till livet. Felet med kemin, det som fick mig att skrinlägga yrkesplanerna, var alla dessa laborationer. De förstörde ämnet. Jag ville mycket hellre sitta under min korkek och titta på det periodiska systemet.

I det periodiska systemet är samtliga grundämnen ordnade efter atomnummer i vågräta perioder på ett sådant sätt att ämnen med likartade kemiska egenskaper hamnar i samma lodräta grupp (som ni förhoppningsvis noterat citerar jag nu en uppslagsbok!).

Vitsen med detta naturens melodikryss var, ur en ambitiös skolelevs synvinkel, att denne ambitiöse skolelev inte längre behövde lära sig några kemiska formler utantill. Systemet gav alla svar.

Varför undanhöll vår högstadielärare oss denna fantastiska kunskap? Varför fick vi inte nyckeln? Varför var jag tvungen att tjuvläsa en gymnasiebok i kemi för att lära mig den teori som gjorde högstadiekemin meningsfull?

HUR TÄNKER ELEVERNA OM PARTIKLAR, LUFT OCH ANDRA GASER?

Det finns en hel del undersökningar som bidrar till svar på rubrikens fråga. Vi återkommer till dessa, och föreslår här att du undersöker dina egna elevers föreställningar genom att ge dem följande uppgifter. Du kan ge dessa uppgifter före undervisningen som ett diagnostiskt test, under pågående undervisning för att 'kolla läget' eller kanske långt efter din undervisning om det aktuella området för att få inblick i elevernas bestående behållning. Sammanställ svaren och diskutera dem med kollegor/workshopdeltagare.

Vi tillhandahåller testet i både tryckt form (kopieringsunderlag i bilaga 1) och via internet. Beträffande internetanvändningen, så kan testfrågorna besvaras i en vanlig browser (t.ex. Netscape eller Internet Explorer) från vilken dator som helst. Eleverna skickar in sina svar till en databas tillsammans med en klasskod. Både lärare och elever kan söka klassens resultat i basen genom att skriva in denna klasskod. För vidare instruktioner se <http://na-serv.did.gu.se/diagnos/diagnos.html>

Sex uppgifter för diagnos eller utvärdering

Uppgift 1

Olle för ner en ballong i öppningen på en petflaska. Han kränger fast ballongen över flaskans öppning (se figuren). Han sätter så munnen till flaskans öppning och försöker blåsa upp ballongen. Det går inte, trots att han tar i all vad han orkar. Konstigt, tycker Olle. Det verkar ju finnas gott om plats i flaskan. Förklara varför det inte går att blåsa upp ballongen!



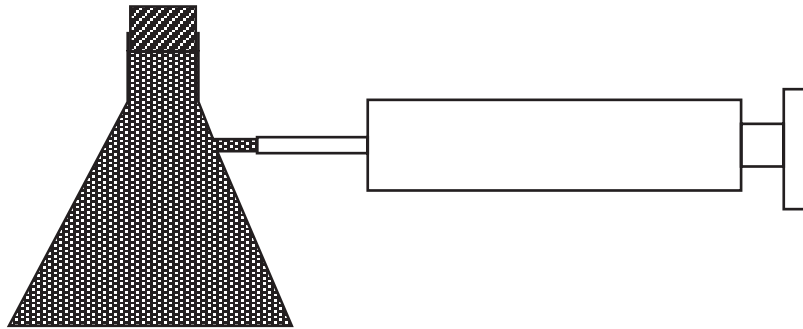
Uppgift 2

Luft är en blandning av gaser. Vilken finns det mest av? Vilken finns det näst mest av? Kryssa i det alternativ som är rätt!

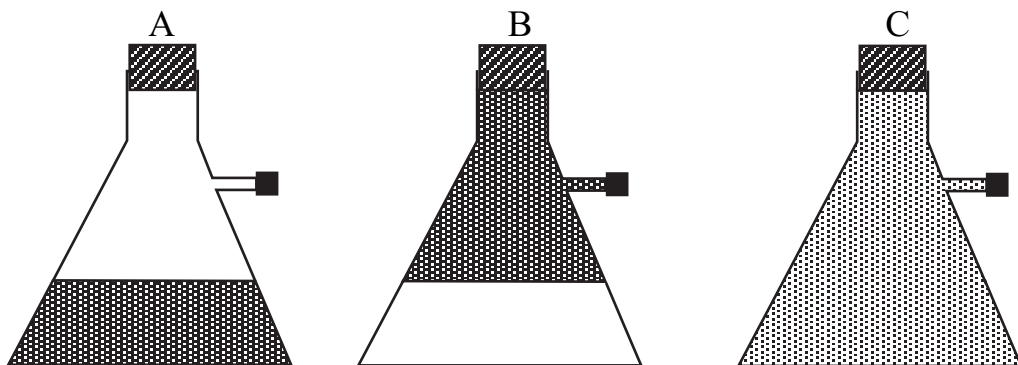
- Det finns mest av syre och näst mest av kväve
- Det finns mest av kväve och näst mest av syre
- Det finns mest av syre och näst mest av koldioxid
- Det finns mest av koldioxid och näst mest av syre

Uppgift 3

En kolv är fylld med en gas som har färg. Man drar ut en del av denna gas med en plastspruta.



Hur ser det ut efteråt i kolven? Som i A, B eller C?

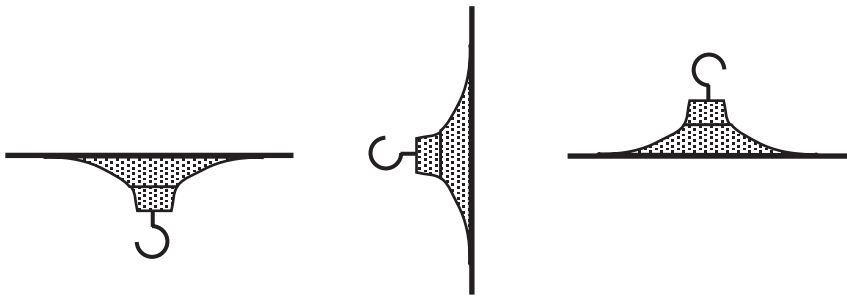


Förklara ditt svar!

Uppgift 4

En parfymflaska öppnas i ett rum. Efter ett tag kan man känna en härlig doft i hela rummet. Vilket av följande alternativ beskriver bäst vad som har hänt? Sätt ett kryss

- Molekyler från parfymen sprider sig åt alla håll från flaskan. Då de tränger in i näsan kan man känna doften.
- En doft sprider sig åt alla håll från parfymen, men inga molekyler lämnar flaskan. Näsan kan känna doften.
- Ångor sprider sig åt alla håll från parfymen, men inga molekyler lämnar flaskan. Näsan kan känna doften.
- Molekyler från parfymen sprider sig åt alla håll från burken. Från molekylerna strömmar en doft ut. När molekylerna är nära näsan kan man känna denna doft.

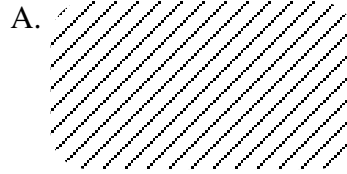
Uppgift 5

Om man sätter fast en sugkopp på en kakelplatta, så är den svår att dra loss. Det spelar ingen roll om kakelplattan är en del av ett golv, en vägg eller ett tak. Sugkoppen sitter lika fast. Förklara varför sugkoppen är svår att dra loss.

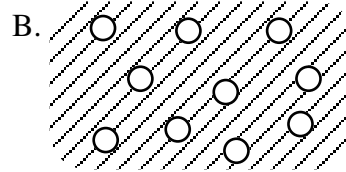
Uppgift 6

Några elever ser en behållare i kemisalén. Den innehåller gasen helium. De börjar diskutera denna gas.

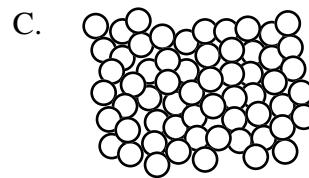
Olle: En gas är en enda sak, en enda massa. Därför finns det inga atomer i gasbehållaren.
(Olle ritade figur A.)



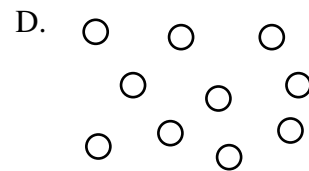
Lisa: Inuti gasbehållaren finns det heliumatomer med heliumgas emellan.
(Lisa ritade figur B.)



Stina: Inuti gasbehållaren finns det heliumatomer. De sitter tätt och fyller hela behållaren.
(Stina ritade figur C.)



Eva: Inuti gasbehållaren finns det heliumatomer. De rör sig om varandra. Mellan dem är det tomrum.
(Eva ritade figur D.)



Ringa in namnet på den elev du anser har rätt. Förklara hur du tänkte!

ORIENTERING OM FORSKNINGSRISULTAT

Luft och andra gaser

De flesta undersökningar som gjorts angående elevers begrepp om det gasformiga tillståndet gäller luft. Då man tar del av resultatet bör man hålla i minnet, att elever inte nödvändigtvis ser luft som exempel på en gas, utan betraktar gas och luft som två skilda saker. Gas kan förknippas med något giftigt, skadligt eller brännbart, t. ex. stridsgas, avgas och campinggas. Luft kan förknippas med andning och liv. Ej heller är alla elever på det klara med att gas är ett överordnat begrepp till luft, och att luft är en blandning av olika gaser. De säger t. ex. att "luft är syre och gas" eller att "syre är sådant man andas, det vill säga luft"².

Luftens existens

Piaget^{3,4} har i olika skeden av sin verksamhet intresserat sig för barns begrepp om luft. I sina tidiga studier visade han att dåtidens elever i 6-8 årsåldern inte hade något begrepp överhuvudtaget om stillastående luft. Luft existerar bara för barnet när den är i märkbar rörelse.

Kan luft avgränsas?

Kunskap om att luft överhuvudtaget existerar och var den finns är ett första steg mot ett naturvetenskapligt gasbegrepp. En annan viktig insikt är att det går att avgränsa och försluta en viss gasmängd. Härigenom är det möjligt att förflytta gaser under kontrollerade former, att ta reda på olika egenskaper och att göra jämförelser mellan olika gaser. 600 franska elever, 11-12 år gamla, har fått frågor om detta innan undervisning⁵. Cirka hälften ansåg att det var omöjligt att t. ex. flytta lite ren floraluft till New York, eller att ta luft från ett rum till ett annat. Ett argument för detta som framfördes under intervjuerna var att "luft är en enda sak, en enda massa."

Är gaser materiella?

En annan grundläggande egenskap är luftens materiella natur. Den har massa. För att testa de franska elevernas förståelse av detta fick de en papper- och pennafråga om en fotboll som pumpades upp lite grand och placerades på en våg, vilken gjorde ett visst utslag. Därefter pumpades bollen upp så att den blev hård, för att ånyo placeras på vågen. Eleverna ombads förutsäga om vågutslaget nu skulle bli detsamma, eller större eller mindre. 45% ansåg att bollen blivit tyngre. 16% menade att utslaget inte skulle ändras, därför att luft inte väger något eller för att luft inte går att väga. 25% tänkte att bollen blev lättare, i allmänhet med motiveringen att den nu studsade bättre.

Att skilja på massa och volym

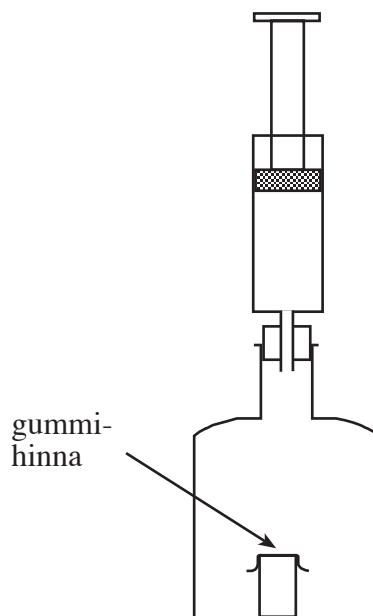
För att förstå undervisningen om gasers egenskaper är det också nödvändigt att eleven kan skilja på materiemängd och volym. Cirka hälften eller mer av de nämnda franska eleverna kunde göra detta i olika situationer, t. ex. när luften i en plastspruta trycks ihop.⁶ De menade bland annat att eftersom inget kom ut eller in,

så var det lika mycket luft som förut. Andra ansåg att om utrymmet minskade, så borde också luftmängden bli mindre.

Kan luft utöva krafter på angränsande föremål?

En stillastående gasmängd utövar krafter på objekt som den är i kontakt med, t. ex. väggar i kärl och vätskeytor. Men eleverna tänker sig att en gasmängd utövar krafter bara när den är i rörelse, t. ex. vind. Cirka 20 franska elever i åldern 12-13 år fick en blodtrycksmätare anbringad runt överarmen⁷. Så länge manschetten pumpades upp ansåg de att luften tryckte på armen, men då testaren upphörde pumpa upphörde trycket – enligt samtliga elever. Manschetten satt förvisso åt, men luften tryckte inte.

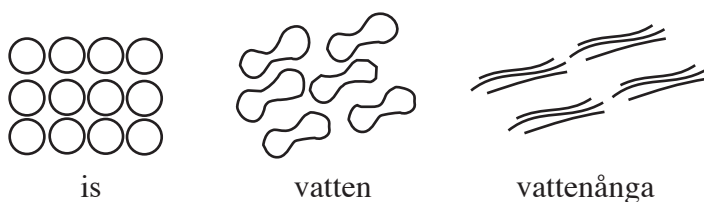
Ett annat experiment gjordes med systemet här invid. Elever i 12-årsåldern förutsäger att då kolven skjuts in, så strömmar luften i densamma ner i flaskan och påverkar gummihinnan så att den buktar in i den lilla kapseln som den sitter på (hinnan sitter tätt an mot kapseln). Men en del hävdar, att då kolven är helt inskjuten så är det inte längre någon luft som strömmar, varför hinnan intar sitt utgångsläge. (Men inbuktningen kvarstår därför att gastrycket ökat – det är nu fler molekyler som kolliderar med hinnan utifrån.) Om kapseln är upp och ned och kolven skjuts in, så förutsäger de flesta elever att membranet inte påverkas, vilket också strider mot vad som faktiskt händer.



Atomer, molekyler och partikelsystem

Det är vanligt att elever överför ämnesegenskaper på atomer och molekyler: svavel är gult – svavelatomer är gula, naftalen luktar – naftalenmolekyler luktar, vattnet är varmt – molekylerna är varma, bly plattas ut – blyatomerna plattas ut osv.

Projektion av makrobegrepp på mikrovärlden förekommer också när det är fråga om transformationer av materia. Under en lektion har iakttagits den beskrivning på atomär nivå av fasändringar som ges i figuren nedan⁸. "Isatomerna" blir först skvalpiga och sedan slöjlika eller molnlika, en tydlig extrapolation av den makroskopiska världen in i den atomära.

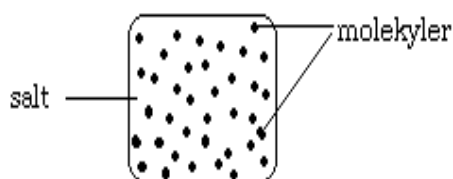


Andra exempel, också från högstadienivå, är att elever menar att alkohol- och vattenmolekyler inte kan vara fasta objekt, utan måste vara små droppar. Vidare sägs, att molekylerna i ett mjukt ämne (t. ex. varmt stearin) också måste vara mjuka⁹. När det gäller kemiska reaktioner så har t. ex. svenska elever på högstadiet menat att när stålull börjar brinna, så fattar också atomerna eld och börjar brinna.

I olika sammanhang har elever ritat, skrivit och talat om system av många partiklar. På basis härav har några kategorier formulerats^{10,11}.

Atomer/molekyler/partiklar sitter i kontinuerlig materia som russin i en kaka

En elev i åk 8 skall förklara hur ett saltkorn är uppbyggt¹². Han ritat figuren nedan. Han kallar prickarna molekyler. Då intervjuaren frågar om det finns något emellan svarar han salt.



Liknande modeller har erhållits för luft¹³. Det är luftmolekyler som sitter i kontinuerlig luft. Det finns olika varianter av kategorin. I en del fall är det kontinuerliga mediet ämnet och partiklarna något annat. I andra svar är partikelsystemet ämnet och mediet något annat, ofta luft. Kategorin kan ses som tecken på en konflikt mellan vardagligt och naturvetenskapligt tänkande. Eleverna har i skolan fått lära sig att föremål består av atomer och molekyler, men överger ändå inte sitt vardagstänkande enligt vilket materien är kontinuerlig. En lösning på detta dilemma är att man behåller sin kontinuumidé i form av ett homogent ämne, och beaktar skolans undervisning genom att i detta placera in atomer och molekyler. Härigenom löser eleven, förmodligen omedvetet, bindingsproblemet. Mediet hindrar atomerna att rulla isär.

Partikelmassa

I den här kategorin sitter partiklarna så tätt att det inte finns något utrymme mellan dem. Detta gäller oavsett om det är fråga om fast, flytande eller gasformigt tillstånd. För ett givet ämne kan partiklarna ha olika storlekar. De kan sammansmälta och bilda större enheter. De kan också sönderfalla i mindre partiklar, vilka i sin tur sönderfaller i ändå mindre osv. Vi noterar att både i denna och föregående kategori så 'undviker' eleven vakuum, trots undervisning härom.

Genom att fylla rummet med en partikelmassa eller ett medium, så blir det inget tomrum.

System av många partiklar med makroskopiska egenskaper

Denna kategori kan ses som en kombination av idén om många partiklar med föreställningen om att atomer och molekyler har liknande egenskaper som ämnet. Se figuren angående is, vatten och vattenånga ovan för ett exempel.

De tre nu beskrivna kategorierna är inte modeller av materia i hypotetiskt-deduktiv mening. Eleverna har inte medvetna modeller som de försöker utveckla i ett växelspel med iakttagelser. Snarare är det så att de anpassar egenskaperna hos sina partikelkollektiv efter det som situationen kräver. Om trä brinner så får trämolekylerna också brinna. Om svavel smälter så smälter svavelatomerna. Om vatten stelnar så beror det på att molekylerna i det kontinuerliga vattnet inte rör sig längre. Osv.

MER TEORI I SKOLAN?

Det torde ha framgått att vi gillar naturvetenskapliga teorier. Vi tycker helt enkelt att naturvetenskapens teorier är lysande intellektuella prestationer som bidrar till att göra världen begriplig och som därför förtjänar en central plats i skolans undervisning. Håller du med om detta? Är det verkligen motiverat med mer teori i skolan?

FÖR DIG SOM VILL VETA MERA

Vi rekommenderar följande rapport:

Andersson, B., & Bach, F. (1995). *Att utveckla naturvetenskaplig undervisning. Exemplet gaser och deras egenskaper.* (Rapport NA-SPEKTRUM, Nr 14). Göteborg: Göteborgs Universitet, Institutionen för ämnesdidaktik.

Den innehåller bl. a. följande:

- en diskussion om varför det är motiverat att introducera och använda en partikelmodell för gaser i åk 7-9
- en genomgång av tidigare forskning,
- beskrivning av en undervisningssekvens, inklusive problemsamling och elevtexter, i vilken ett väsentligt inslag är att använda en kvalitativ partikelmodell för att förklara experiment och fenomen
- redovisning av en undersökning av hur undervisningssekvensen påverkat elevernas kunskaper och förståelse av gaser och deras egenskaper

NOTER

1. Svensson (1995)
2. Andersson och Renström (1981)
3. Piaget (1930)
4. Piaget (1974)
5. Séré (1986)
6. Ibid.
7. Séré (1985)
8. Andersson (1986)
9. de Vos och Verdonk (1985)
10. Nussbaum och Novick (1982)
11. Renström (1988)
12. Renström (1988)
13. Nussbaum och Novick (1982)

REFERENSER

- Andersson, B. (1986). Pupils' explanations of some aspects of chemical reactions. *Science Education*, 70, 549-563.
- Andersson, B., & Renström, L. (1981). *Oxidation av stålull*. (Rapport ELEV-PERSPEKTIV Nr. 7). Göteborg: Göteborgs universitet. Inst. för pedagogik.
- Nussbaum, J., & Novick, S. (1982). *A study of conceptual change in the classroom*. A paper presented at NARST annual meeting, Lake Geneva, near Chicago, USA.
- Piaget, J. (1930). *The child's conception of physical causality*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Piaget, J. (1974). *Understanding causality*. New York: Norton.
- Renström, L. (1988). Conceptions of matter- a phenomenographic approach. *Göteborg studies in educational sciences*, 69. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Séré, M.G. (1985). The gaseous state. In R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science* (pp. 105-123). Milton Keynes: Open University Press.
- Séré, M.G. (1986). Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching. *European Journal of Science Education*, 8, 413-425.
- Stavy, R. (1988). Children's conception of gas. *International Journal of Science Education*, 10, 553-560.
- Svensson, P. (1995, augusti 8). Det är ju teorierna som gör världen begriplig. *Expressen*, s 20
- de Vos, W., & Verdonk, A. H. (1985). A new road to reactions, part 1. *Journal of Chemical Education*, 62, 238-240.

BILAGA
NÅGRA FRÅGOR OM LUFT

Uppgift 1. Ballongen i flaskan

Olle för ner en ballong i öppningen på en petflaska. Han kränger fast ballongen över flaskans öppning (se figuren). Han sätter så munnen till flaskans öppning och försöker blåsa upp ballongen. Det går inte, trots att han tar i all vad han orkar. Konstigt, tycker Olle. Det verkar ju finnas gott om plats i flaskan.

Förklara varför det inte går att blåsa upp ballongen!



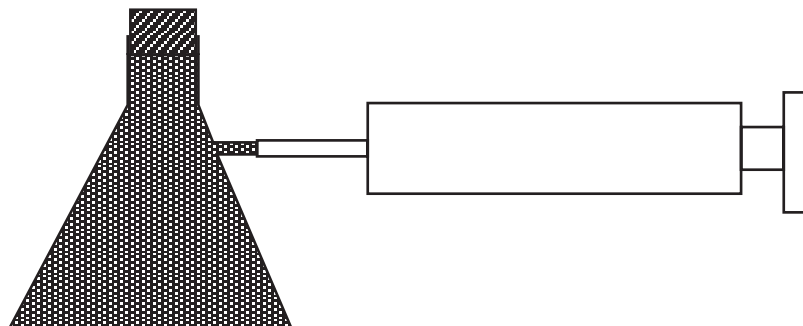
Uppgift 2. Gaserna i luften

Luft är en blandning av gaser. Vilken finns det mest av? Vilken finns det näst mest av? Kryssa i det alternativ som är rätt!

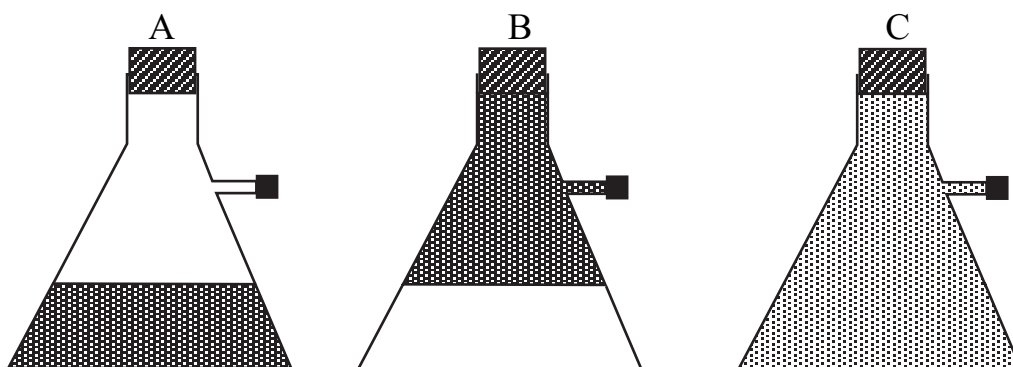
- Det finns mest av syre och näst mest av kväve
- Det finns mest av kväve och näst mest av syre
- Det finns mest av syre och näst mest av koldioxid
- Det finns mest av koldioxid och näst mest av syre

Uppgift 3. Gasen i kolven

En kolv är fylld med en gas som har färg. Man drar ut en del av denna gas med en plastspruta.



Hur ser det ut efteråt i kolven? Som i A, B eller C?



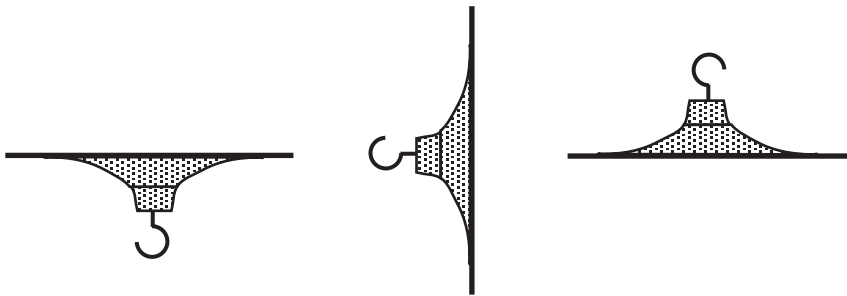
Förklara ditt svar!

Uppgift 4. Parfymen

En parfymflaska öppnas i ett rum. Efter ett tag kan man känna en härlig doft i hela rummet. Vilket av följande alternativ beskriver bäst vad som har hänt? Sätt ett kryss

- Molekyler från parfymen sprider sig åt alla håll från flaskan. Då de tränger in i näsan kan man känna doften.
- En doft sprider sig åt alla håll från parfymen, men inga molekyler lämnar flaskan. Näsan kan känna doften.
- Ångor sprider sig åt alla håll från parfymen, men inga molekyler lämnar flaskan. Näsan kan känna doften.
- Molekyler från parfymen sprider sig åt alla håll från burken. Från molekylerna strömmar en doft ut. När molekylerna är nära näsan kan man känna denna doft.

Uppgift 5. Sugkoppen

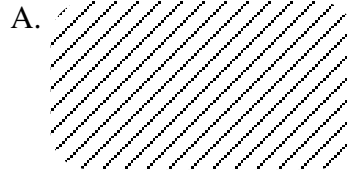


Om man sätter fast en sugkopp på en kakelplatta, så är den svår att dra loss. Det spelar ingen roll om kakelplattan är en del av ett golv, en vägg eller ett tak. Sugkoppen sitter lika fast. Förklara varför sugkoppen är svår att dra loss.

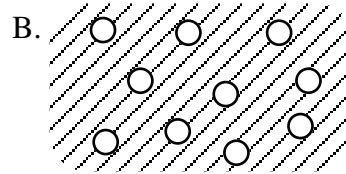
Uppgift 6. Heliumgasen

Några elever ser en behållare i kemisalén. Den innehåller gasen helium. De börjar diskutera denna gas.

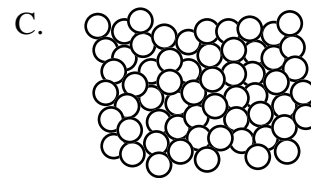
Olle: En gas är en enda sak, en enda massa. Därför finns det inga atomer i gasbehållaren.
(Olle ritade figur A.)



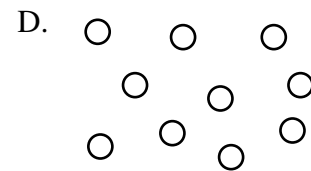
Lisa: Inuti gasbehållaren finns det heliumatomer med heliumgas emellan.
(Lisa ritade figur B.)



Stina: Inuti gasbehållaren finns det heliumatomer. De sitter tätt och fyller hela behållaren.
(Stina ritade figur C.)



Eva: Inuti gasbehållaren finns det heliumatomer. De rör sig om varandra. Mellan dem är det tomrum.
(Eva ritade figur D.)



Ringa in namnet på den elev du anser har rätt. Förklara hur du tänkte!

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>