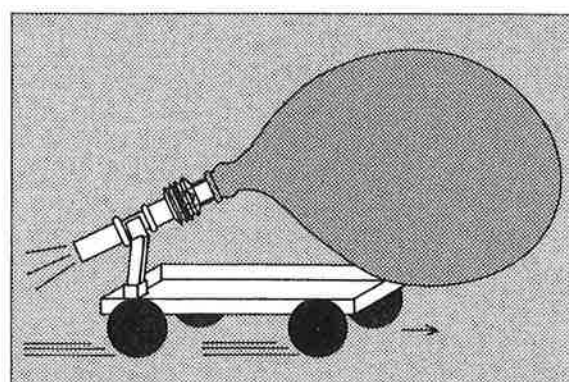
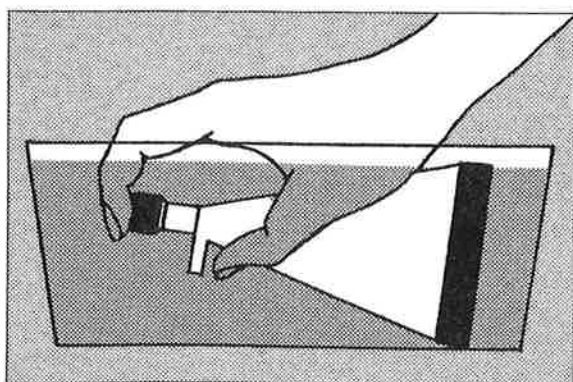
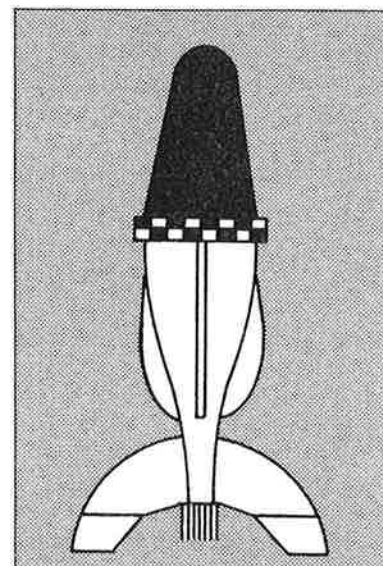
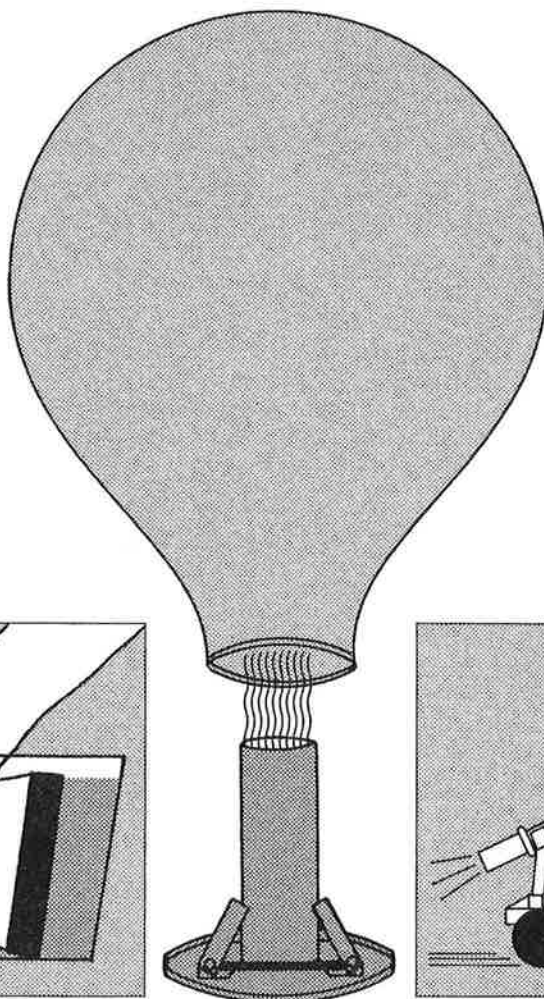
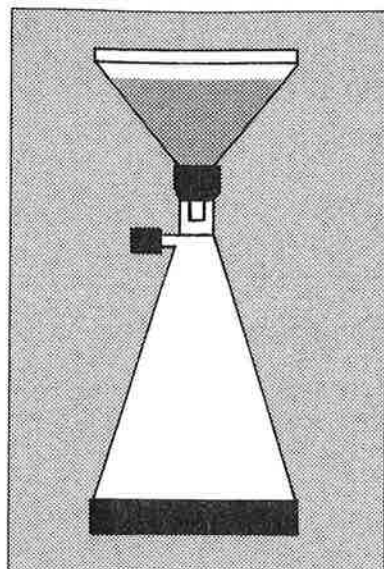


CVK- eksperimenterkasse

Natur & Teknik

Luft - emnekasse



Lærervejledning

Indhold	side
1. Om materialet	3
1.1 Forsøgs materialet	3
1.2 Lærervejledning	3
2. Formål	3
2.1 Almene formål	3
2.2 Specifikke formål	4
3. Faglig grundviden	4
3.1 Jordens atmosfære	4
3.2 Luftens sammensætning	5
3.3 Luftforurening	5
3.4 Luft er et stof	5
3.5 Lufttryk	6
3.6 Gassers tilstandsændring	7
3.7 Raketprincip	7
4. Liste over forsøgs materialet	7
4.1 Apparater til forsøg i elevgrupper	7
4.2 Arbejds materiale	7
4.3 Apparater til lærerdemonstration	7
4.4 Oplysninger om forsøgs materialet	8
5. Forslag til undervisningsbrug	8
5.1 Luft udfylder et hulrum	8
5.2 Luft udøver en kraft	12
5.3 Luft består af partikler	18
5.4 Luftforurening	19
5.5 Luft vejer noget	20
6. Kopimateriale til elevark	21

Lærervejledningen indeholder 3 ark til frikopiering. Disse kan anvendes som arbejdsark til eleverne eller som transparenter.

1. Om materialet.

Materialet består af 3 dele:

1. Forsøgs- og arbejds materiale i 2 kasser.
2. Lærervejledning.
3. Kopiforlæg til elevarbejdsark (i lærervejledningen side 21-23)

1.1 Forsøgsmaterialet.

Følgende synspunkter ligger til grund for "CVK Experimentierbox":

- kasserne indeholder samtlige dele til elevforsøgene i en klasse.
- de muliggør gennemførelse af næsten alle forsøg i elevgrupper.
- de indeholder hovedsagelig materiale, der senere bliver brugt i fysik- og kemiundervisningen, tildels også materiale, som eleverne kender fra deres omverden, og som er i handelen.
- de hjælper læreren ved materialesamlingen og sparer uproduktiv tid.
- i de 2 transportable kufferter er alle de materialer til rådighed, som er nødvendige i et undervisningsforløb.
- materialet er pakket overskueligt, så indholdet nemt kan kontrolleres.

I undervisningen på 1.-6. klassetrin anbefales det som regel at gennemgå et nyt emne, eller et nyt aspekt af et allerede kendt område, ved hjælp af ting og eksempler fra børnenes egen verden. Da eleverne også har gjort sig iagttagelser ved brugen af disse ting, kan de koncentrere sig omkring det faglige problem. Det er ikke nødvendigt for dem at blive fortrolig med ukendte apparater.

Nogle gange er det dog uundgåeligt og ønskeligt at arbejde med apparatur fra fysikundervisningen for at give eleverne de fornødne faglige forkundskaber. Andre gange kan et fænomen også kun gennemskues, et forsøg kun gennemføres, ved brugen af sådanne midler.

Det er f.eks. svært at få en tragt til at slutte lufttæt omkring en flaskehals. For at tilgodese disse krav har man fremstillet en brudsikker sugeflaske.

1.2 Lærervejledningen.

Intentionerne med lærervejledningen er dels at lette den faglige information og dels at lette planlægningen.

Den faglige information gives ved en kort gennemgang af vigtig grundviden.

Til forberedelse af undervisningen foreligger detaljerede forslag til planlægning præciseret ved:

- formål
- metodisk fremgangsmåde, der i praksis har vist sig

egne til opfyldelse af intentionerne

- nødvendige eksperimenter inklusive deres resultater
- muligheden for differentieret undervisning gennem andre eller lignende forsøg.

Der skelnes i undervisningsforslagene mellem tre arbejdsmetoder. De fleste forsøg burde være elevforsøg. Nogle eksperimenter angives som lærerforsøg, da forbrug af materiale og tid er ret stort sammenlignet med indlærings-effekten. En mellemting er elevdemonstrationsforsøgene. De udligner ulemperne ved lærerforsøgene, der tvinger børnene til udelukkende at iagttage, og giver i det mindste nogle elever mulighed for at gennemføre forsøgene.

Oplysningerne til de mulige undervisningsforløb er resultater af forsøgene. Men da undervisningen også er afhængig af specielle forhold såsom præstations- og intelligensniveau, arbejdsindstilling og social struktur i klassen, bør planlægningen tilpasses den enkelte situation og den enkelte elevgruppe. Trods delvis detaljerede oplysninger til undervisningsplanlægningen skal de enkelte delmål kun forstås som en ramme. Læreren opfordres til en kritisk gennemgang - også m.h.t. modificering, udvidelse og fordybelse af materialet. Principielt burde eleverne få mulighed for selv at lave forsøg og forsøgsopstillinger.

2. Formål

Eleverne på 1.-6. klassetrin er ikke bevidste omkring de kendsgerninger, at vi ind- og udånder luft, at der hviler et kraftigt lufttryk på os og at luft er noget konkret, et stof. Luftens mange egenskaber har børn oplevet ubevidst og som en selvfølge. For at erkende disse skal der stilles spørgsmålstegn ved dem. Undervisningsforslagene er ordnet efter formål. De skal ikke forstås som retningslinier i forløbet, men som en hjælp til lærerne. Læreren kan frit vælge mellem forsøgene alt efter, hvad der ønskes indlært. Formålene tjener til lærerens orientering og er ikke tænkt som lærersætninger, som eleverne skal kunne fremsige ordret ved undervisningens afslutning. Mere vigtigt er det, at eleverne har fået forståelsen af dem.

2.1 Almene formål

Eleverne lærer,

- at udtrykke og systematisere deres viden.
- at opstille og afprøve hypoteser, at opgive falske hypoteser.
- at planlægge forsøgsopstillinger selvstændigt, i samarbejde med andre eller efter anvisning.
- at udføre eksperimenter alene, parvis eller gruppevis.
- at iagttage nøjagtigt.
- at drage konklusioner, at begrunde og diskutere dem.
- at skelne mellem iagttagelser og tolkningen af samme.

- at omgås forsøgsapparaturler fornuftigt og forstandigt.

2.2 Specifikke formål

Luft udfylder et hulrum.

- tilsyneladende tomme beholdere indeholder luft.
- luft er et stof, der udfylder et hulrum.
- hulrummet i en beholder, der er fyldt med luft, kan ikke samtidig udfyldes med et andet stof.
- luft kan fortrænge vand; men vand kan også fortrænge luft fra en beholder.
- en væske kan kun løbe ud af en beholder, hvis der kommer luft ind i den.
- luft kan være indesluttet i et andet stof.

Luft udøver en kraft.

- luft kan presses sammen og udvide sig igen.
- med kraften fra sammenpresset luft kan en genstand løftes.
- med kraften fra udstrømmende luft kan en genstand bevæges.
- når luften fyldes i en genstand af elastisk materiale, så er luftfyldingen større jo mere luft, der presses sammen i genstanden.
- masseudstødning som drivkraft (raketprincippet).
- opvarmet luft udvider sig, bliver lettere og stiger derfor opad.
- der eksisterer en vekselvirkning mellem over- og undertryk.
- luftpumpens opbygning og funktion.
- alm. cykelventilers og kugleventilers opbygning og funktion.

Luft består af partikler.

- luften yder modstand mod genstande, der bevæger sig.
- luft består af partikler.

Luftforurening.

- i luften findes smudspartikler.
- sod er skadeligt for luftkvaliteten.
- i regnvandet findes smudspartikler.

Luft vejer noget.

3. Faglig grundviden

3.1 Jordens atmosfære

Jorden har som visse andre himmellegemer en atmosfære (gr. atmos = damp, sphaira = kugle). Den når op i en højde af 1000 km. Denne store kugle består af luft, der bliver tyndere jo længere man kommer væk fra jordens overflade, indtil den kun består af enkelte molekyler og går over i verdensrummet (fig. 7).

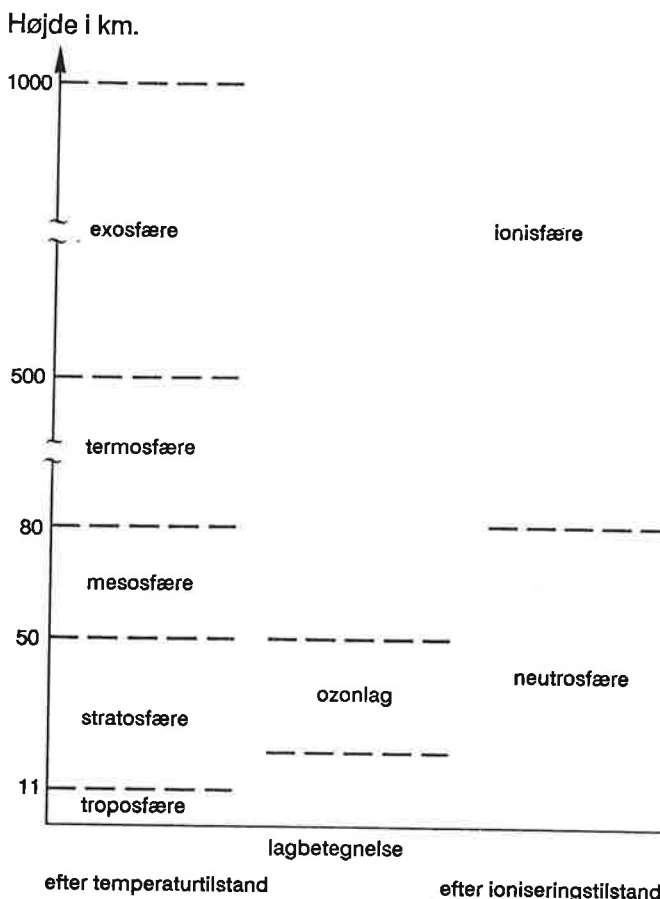


fig. 1: atmosfærens opbygning

Det nederste jordnære lag kaldes troposfære. Den når op i en højde af 11 km, og temperaturen falder helt ned til -70°C . Den indeholder hele atmosfærens vanddamp, og det er i dette lag vejrforholdene, som vi oplever det, bliver skabt.

Herefter følger stratosfære, der når op i 50 km højde. Den omslutter et 30 km højt ozonlag (ozon er et iltmolekyle, der består af 3 atomer O_3). Ozonlaget absorberer en stor del af solens ultraviolette stråler, der ved fuld styrke har en skadelig virkning på jorden. I stratosfæren stiger temperaturen jo højere man bevæger sig til ca. 0°C .

Efter stratosfære følger mesosfære indtil 80 km's højde. Her falder temperaturen igen, for derefter igen at stige indtil 1000°C i termosfæren (op til 500 km). Når man tænker på luftens kraftige fortynding, forklarer den høje temperatur intet om luftens varme, sådan som vi mennesker fornemmer den. Temperaturen er kun udtryk for luftpartiklernes middelhastighed (nærmere betegnet gennemsnitlig kinetisk

energi).

De viste lagbetegnelser tager udgangspunkt i temperaturfordelingen. En anden lagopdeling henviser til luftens ioniseringstilstand. Her skelner man mellem neutrosfære (omkr. 80 km) og ionisfæren (over 1000 km). I neutrosfæren er luftpartiklerne elektrisk neutrale, i ionisfæren derimod delvis ioniserede, dvs. elektrisk ladet. Dette sker ved solens stråler. Ioniserede luftlag kan reflektere radiobølger og har derfor stor betydning for radiomodtagelsen (især i kortbølgeområdet).

3.2 Luftens sammensætning

Den atmosfæriske luft er en blanding af luftarter. Den procentvise fordeling af luftens bestanddele (fig.2) forbliver uændret fra jordoverfladen til ca. 100 km's højde. En undtagelse udgør vanddampen, der kun forefindes i den jordnære troposfære.

Bestanddelens navne		Andele i % (rumfang)
Kvælstof	N ₂	78,09
Ilt	O ₂	20,95
Argon	Ar	0,93
Kuldioxid	CO ₂	0,03
Neon	Ne	1,80 x 10 ⁻³
Helium	He	5,24 x 10 ⁻⁴
Methan	CH ₄	2,00 x 10 ⁻⁴
Krypton	Kr	1,00 x 10 ⁻⁴
Brint	H ₂	5,00 x 10 ⁻⁵
Dinitrogenoxid	N ₂ O	5,00 x 10 ⁻⁵
Xenon	X	0,80 x 10 ⁻⁵
Ozon	O ₃	2,00 x 10 ⁻⁶
Ammoniak	NH ₃	2,00 x 10 ⁻⁶
Jod	J	3,50 x 10 ⁻⁹
Radon	Rn	6,00 x 10 ⁻¹

Fig. 2: luftens sammensætning

3.3 Luftforurening

Forurening betyder både en proces og resultatet af denne proces. I dette afsnit vil vi kun beskæftige os med resultaterne dvs. med de faste, flydende og luftformige bestanddele, der ikke eller kun i meget ringe koncentrationer forekommer i "ren" luft, som f.eks. kvælstofdioxid eller svovldioxid. Nogle af disse stoffer er i store koncentrationer skadelige for mennesker, dyr og planter. Naturen bidrager selv til denne forurening f.eks. ved vulkanudbrud, varme kilder, biologiske nedbrydnings- og forrådnelsesprocesser eller naturlige forbrændingsprocesser, ligeledes støvstorme og storme på havene, der er ansvarlige for luftens saltindhold ved kysterne. Denne naturlig forekommende luftforurening indebærer som regel ingen risiko for mennesket. Bevægelser i luften gør, at forureningen spreder sig forholdsvis hurtigt og synker mod jorden, hvor den nedbrydes af jordbakterier. Først med teknikkens udvidede muligheder betød luftforureningen en alvorlig risiko for mennesket. Det sker, at antallet af fremmedlegemer pr. kubikcentimeter er 5000 gange større over storbyer og industriområder end

over skov-, bjerg- eller havområder. Først og fremmest er der tale om flyveaske, sod, andet industristøv, svovldioxid, ammoniak, kvælstofoxider, kuloxider, kulbrinter, også klorbrinte, flourforbindelser og ozon.

Svovldioxid, der frigives i store mængder ved afbrænding af fossile stoffer (olie eller kul) anses for at bære hovedansvaret for miljøskaderne. Svovldioxid forbinder sig med ilt og regnvand og danner den nedbør, der nu omstunder betegnes som sure regn. Den gøres bl.a. ansvarlig for, at vore skove er i fare. Årsagerne til træ- eller skovdøden er dog ikke helt opklaret. Inden for de sidste 3 århundreder har der eksisteret skovdød (rød- og ædelgran) i større omfang i Tyskland. På det tidspunkt kan den sure regn ikke have været årsagen.

Den følgende tabel viser målinger af skadelige stoffer i luften, foretaget i Forbundsrepublikken Tyskland 1978:

Skadelige stoffer	Mængde i 1000 t	Hovedårsag
Støv	720	Industri, kraftværk
Svovldioxid	3550	Kraftv., husholdning
Kvælstofoxider	3000	Trafik, kraftværk
Kulmonoxid	9300	Trafik
Kulbrinte	1750	Trafik, industri

Fig. 3: mængden af skadelige stoffer i luften

Teknikerne har gjort meget for at mindske mængden af disse skadelige stoffer i luften. Men det er langt mere nødvendigt at bruge kræfter på det teknisk-videnskabelige område, på de politiske afgørelser og på opdragelsesmæssigt arbejde på verdensplan, så menneskeheden kan renholde et af de vigtigste grundlag for al liv på jorden. Set i lyset af disse anstrengelser er ideologiske beskyldninger tåbelige - og uden logisk sammenhæng. De hjælper ikke, men afføder fordomme. Den globale realitet viser, at den måde produktionsmidlerne, der er årsag til de skadelige stoffer i industri, erhverv og husholdning, er fordelt på, ikke er afgørende for miljøforureningen. Det er utopisk at skruer tiden tilbage i menneskeheden udvikling til det punkt, hvor mennesket og dets arbejdsmetoder kunne forenes med naturen. Men det synes ikke utopisk, at der opstår eller styrkes en vilje og en evne i menneskeheden bevidsthed og hvert enkelt individ til ikke at acceptere det videnskabelige - tekniske fremskridt til fordel for en indskrænkning af livskvaliteten. Fremskridtet er kun acceptabelt, hvis det også betyder fremskridt for denne livskvalitet.

3.4 Luft er et stof

I fysikken betyder "et legeme" en ting fra den livløse natur, f.eks. en sten, en vandmængde, en luftblære. "Et legeme" og "et stof" er ikke det samme. Et bestemt legeme kan bestå af forskellige stoffer. Alle stoffer udfylder et bestemt rum. Vi skelner mellem faste, flydende og luftformige stoffer. Faste stoffer er i stor strækning form- og volumenbestandig, flydende kun volumenbestandig, luftformige kan relativt nemt ændre form og volumen (fig. 4).

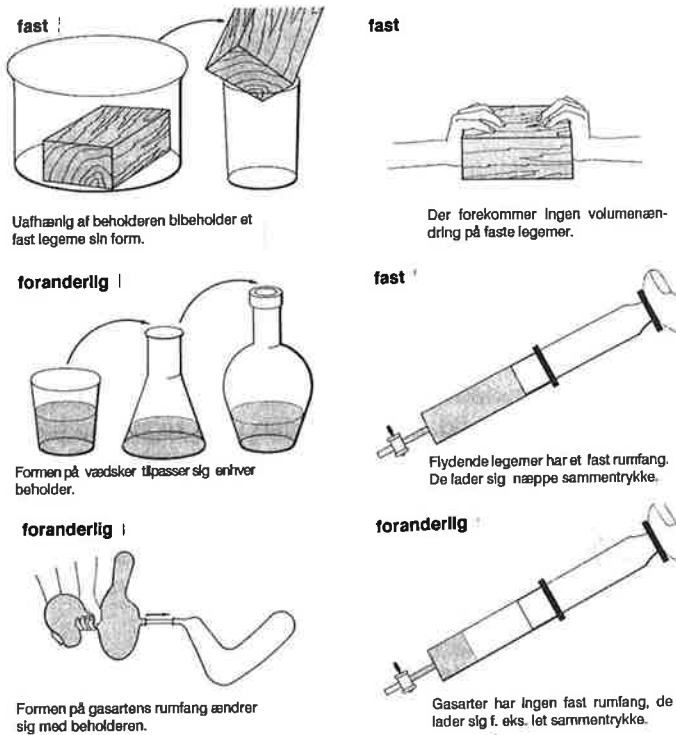


Fig. 4: Stoffers volumen og form/tilstandsformer.

Fra fysikkens oldtid kendes følgende regel: Hvor der er et stof, kan der ikke være et andet stof. Det udelukker ikke, at stofferne vand og luft befinder sig i en svamp. Legemet "svamp" har hulrum, der kan udfyldes af andre stoffer. Hvis der trænger vand ind i en svamp, fortrænges luften. Falder en sten i en skål med vand (eller en anden væske), fortrænges væsken. Den stiger i skålen eller den løber over. Også luft og andre gasser kan fortrænge væsker (fig.5).

Nogle faste stoffer har den egenskab, efter en deformation gennem en kraftpåvirkning, at tage deres gamle form igen, når kraftpåvirkningen stopper. Denne egenskab kalder man elasticitet. En indesluttet gas kan ved kraftudvikling ændre sit volumen. Efter kraftens påvirkning indfinder det gamle volumen sig. Denne egenskab hos gasser har intet at gøre med faste stoffers elasticitet. Fælles for alle gasser er nemlig ekspansionsbestræbelsen. På det tekniske område udmønter denne egenskab sig i luftfjedring (f.eks.: cykelslange, luftstøddæmper).

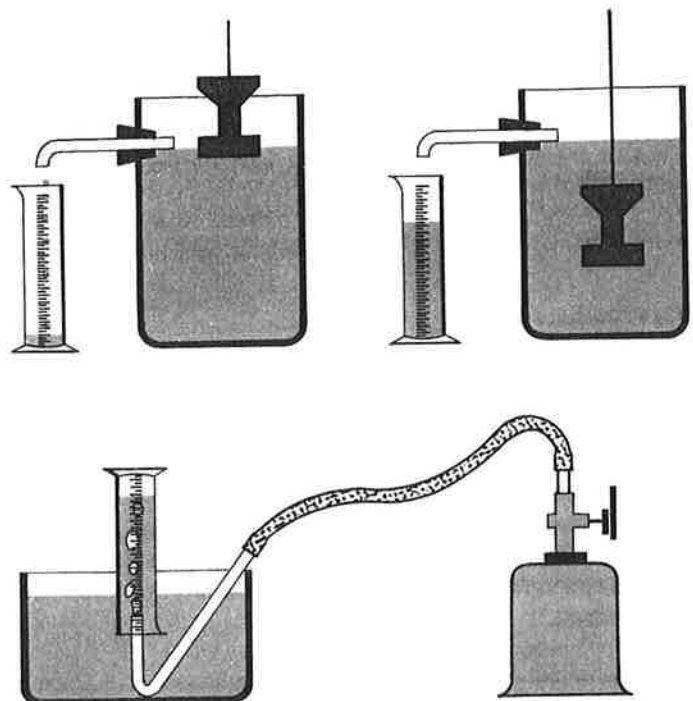


Fig. 5: Stoffer kan fortrænge hinanden.

3.5 Luftryk

1 liter luft vejer under normale omstændigheder ca. 1,3 g. Forestiller man sig et afgrænset areal på 1 m² ved jorden og ved havets overflade, så har luftsøjlen over dette areal en vægt (en masse) på 10000 kg, det svarer til en vægt (en masse) på 10 m³ vand. Den dertil hørende masekraft er rundet op med 100.000 Newton¹⁾ (10⁵ N). I det internationale enhedssystem måles tryk i "Pascal".

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

Luftrykket ved havets overflade udgør altså ca. 10⁵ Pa. I stedet for 10⁵ Pa siger man også 1bar eller 1000 mbar. Siden 1984 angives luftrykket ved vejrmeldingen i hektopascal (hPa): 1 hPa = 1 mbar²⁾

Otto von Guericke påviste allerede i 1656 luftrykkets virkning med de magdeburgske halvkugler (fig. 6). De to sammensatte halvkugler blev pumpet lufttom. Det ydre luftryk pressede dem så meget sammen, at selv ikke 16 heste kun-

1) Gamle og nye kraftenheder.

Fra den 1. januar 1978 må der i Forbundsrepublikken Tyskland kun anvendes newton ved kraftmålingen. Enhederne kilopond (i det tekniske målesystem) og dyn (i det fysiske målesystem) må godt anvendes i den videnskabelige terminologi, men ikke længere i den officielle og den forretningsmæssige.

Et kilopond (1 kp) er lig med den kraft, der giver massen på 1 kg en acceleration på 9,81 m/s² (acceleration på vore breddegrader). Det betyder, at en masse på 1 kg tiltrækkes på vore breddegrader til jorden med en kraft på 1 kp. Den udøver altså en tyngdekraft på 1 kp. Efter Newtons 2. lov: kraft lig masse gange acceleration, $F = m \cdot a$, fåes følgende 2 sætninger:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2$$

$$1 \text{ kp} = 1 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

Højre side af den nederste ligning er 9,81 gange større end højreside af den øverste ligning. Deraf fåes, at også den venstre side af den nederste ligning er 9,81 gange større, end venstre side af den øverste ligning.

Derfor gælder:

$$1 \text{ kp} = 9,81 \text{ N}$$

Når en afvigelse på 2 % ingen rolle spiller ved en kraftmåling, kan man stille følgende op:

$$1 \text{ kp} = 10 \text{ N}$$

$$1 \text{ N} = 0,1 \text{ kp}$$

Omregningen er altså let. Elever, der ikke kender enheden kilopond, finder det ikke svært at arbejde med newton. Også anskueliggørelsen er problemløs. Kunne man for vise og sige, at tyngdekraften på 1 liter vand er 1 kp, så viser og siger man i dag, at tyngdekraften på 1 liter vand er 10 N (el. lign.).

2) Luftryksenheder.

Sjældnere brugte trykenheder i dag er 1mm Hg eller 1 Torr. Det gælder:

$$1 \text{ mm Hg} = 1 \text{ Torr} = 133,25 \text{ Pa}$$

Med 760 Torr var tidligere det normale luftryk ved havoverfladen fastlagt. 760 Torr blev betegnet som fysisk atmosfære (1 atm).

$$760 \text{ Torr} = 1 \text{ atm}$$

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 1013,25 \text{ mbar}$$

I teknikken anvendte man tidligere den tekniske atmosfære (at) Der gjorde:

$$1 \text{ at} = 1 \text{ kp/cm}^2 = 98066,5 \text{ Pa} = 980,66 \text{ mbar}$$

ne trække dem fra hinanden. Først da von Guericke åbnede for den hane, der før havde været tilsluttet pumpen, faldt halvkuglerne af sig selv fra hinanden.



fig 6: De magdedurigske halvkugler (demonstrationsapparat i moderne udgave).

3.6 Gassers tilstandsændring

Gassers tilstand kan beskrives v.h.a. volumen, tryk og temperatur. Disse betegnes også som tilstandsformer. Der eksisterer visse indbyrdes lovmæssige forhold. Forøges f.eks. gassens tryk, så kan volumen formindskes. Forbliver temperaturen konstant ved denne proces, gælder det, at produktet af tryk og volumen er konstant ($p \cdot v = \text{konst.}$). Denne lov hedder Boyle-Mariottes lov, og den gælder som sagt, hvis temperaturen holdes konstant (Boyle 1627-1691, eng. fysiker; Mariotte 1620-1684, fransk fysiker).

I praksis sker der for det meste dette, når man formindsker gassens volumen, en forøgelse af trykket og samtidig en temperaturstigning. (eksempel: cykelpumpen bliver varm ved længere tids anvendelse). Tit indtræffer også temperaturstigninger med et forhøjet tryk til følge, uden at volumen forandrer sig (eksempel: bildæk efter længere tids hurtig kørsel). Opvarmningen af en gasmængde kan overvejende være forbundet med en volumenforøgelse. Gas mængden bliver specifik lettere og kan stige opad (eksempel: luft over et ildsted).

Dette udnyttede brødrene Montgolfier i 1783 til at bygge en varmluftballon. Deres varmekilde var glødende trækul. Den første (meget korte) flyvetur med en bemanded varmluftballon fandt sted ifølge en samtidig kilde den 8. august 1709 i Portugal ved kong Johan V's hof.

3.7 Raketprincip

Fra raketeknikken er det kendt, at masser (ved de fleste raketter er det opvarmede gasser), der stødes bagud fra en raket samtidig driver denne fremad. Årsagen til dette er kendsgerningen, at der til enhver kraft hører en tilsvarende modsatrettet kraft (eksempler: trampolinspring, roterende havevander, fodaftryk på blød bund osv.).

Produktet af massen af et legeme m og dets hastighed v kaldes impuls. Hvis der eksisterer et system af 2 legemer m_1 og m_2 , og at der virker en kraft imellem dem, så gælder at $m_1 v_1 = m_2 v_2$. Legemet med den største masse har efter påvirkningen en lavere hastighed end legemet med den mindre masse.

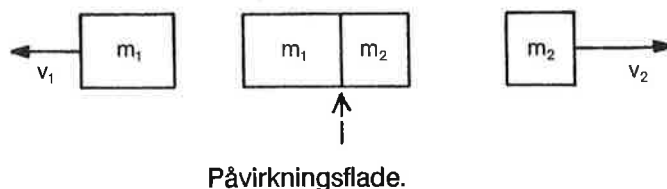


Fig. 7. Forklaring til impulsbevarelsessætningen.

4 Liste over forsøgs materialet.

4.1 Apparater til forsøg i elevgrupper.

- 12 Små vandkar, transparent, 173x132x70 mm.
- 12 Sugokolber med åbent låg og aftagelig bund, plast, 90 ml.
- 12 Lukninger til sugokolbestuds.
- 12 Tragte, plast Ø 60 mm, passer til sugokolben.
- 12 Bægre, plast, 100 ml.
- 12 Slanger med ventilskæft.
- 12 Alm. cykelventiler.
- 12 Omløbere til ventiler.
- 12 CVK-luftpumper, cylinder transparent.
- 24 Plastslinger, transparent, længde 200 mm.
- 12 Flydere.
- 12 Sprøjter med mundstykke 10 ml.
- 12 Ballonventiler.
- 12 Raketbiler.
- 12 Ventilgaffler til raketbil.
- 12 Luftpudeplader med ventilstuds.
- 12 Sugekroge.
- 12 Plastplader, hvid 90x90 mm.
- 12 Objektplader med inddeling, plast.

4.2 Arbejds materiale.

- 100 Specialballoner med forstærket overfladespænding.
- 1 Plastikpose med genluk til brugte balloner.
- 1 Ballonpumpe.
- 2 Faldskærme, Ø 60 cm, med lod.
- 1 Pose vat.
- 1 Forstøver.
- 1 Dåse vaseline.
- 2 Lupper med 3 forsk. forstørrelser.
- 1 Sæt lapperej til slange.
- 1 Pakke med desinfektionstabletter.
- 2 Renseklude i posen.

4.3 Apparater til lærerdemonstration.

- 1 Raketmodel med vandtank.
- 1 Startpumpe til raketmodel.
- 1 Varmluftballon af specialfolie.
- 1 Tørspritbrænder, forniklet.

- 1 Metaltallerken.
- 1 Varmlufttrør, længde 150 mm.
- 1 Pakke tørsprit (Esbit).
- 1 Tråds Ø 70 mm.
- 1 Stearinlys (fyrfadsllys).

4.4 Oplysninger om forsøgsmaterialet.

CVK-ballonerne er fremstillet af en specialgummilegering, der garanterer en større overfladespænding i modsætning til traditionelle balloner. Derved opnås en længere, jævn luftudstrømning, der sikrer et bedre forsøgsforløb. Ballonerne kan desuden bruges flere gange.

Alm. balloner bør være på lager i tilstrækkelige mængder, da der altid springer et par stykker under forsøg. Skulle forsøgene tidsmæssigt ligge langt fra hinanden, skal der foretages stikprøver. Materialet kan blive porøs. Det anbefales at opbevare allerede brugte balloner i den anden plasticpose. Skulle nogle børn ikke kunne puste ballonerne op, bør man give starthjælp med ballonpumpen. Ballonerne skal kun have 3 gange knytnevæstørrelse.

Ballonventilerne letter ikke kun oppustningen af ballonerne, men også fastgørelsen af disse på raketbilens ventilgaffel.

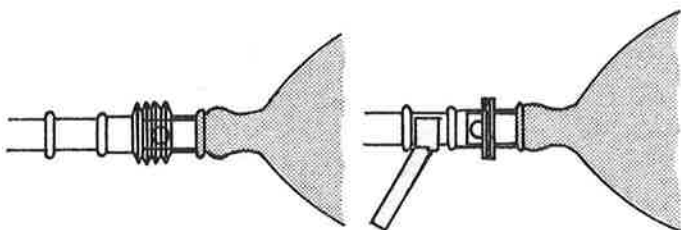


fig. 8

fig. 9

Først trækkes ballonen over den korteste studs frem til blæsebælgen (fig. 8). Ventilen holdes med den ene hånd op til munden. Med den anden hånd bevæges bælgen, mens man trækker vejret. Skubbes bælgen sammen, er ventilen spærret, og luften kan ikke slippe ud af ballonen (fig. 9). Derpå sættes ballon og ventil (med sammenpresset bælge) på raketbilens ventilgaffel eller på luftpudens studs.

Det sker, at der samler sig fugtighed i ventilen og at bælgen klæber lidt. Man kan da trække den ud, rense den og lade den tørre.

Tips: Til rengøring af ventiler og slanger, der har været i berøring med munden, findes en pakke med desinfektionstabletter i kassen. Til desinficeringen opløses 1 tablet i ½ l. varmt vand i et af karrene og lader delene ligge der i en ½ time. Det er også muligt at rense delene ved at skylle dem i/under meget varmt vand.

Sprøjterne med mundstykke er forsynet med specialkolber til langtidsbrug. Skulle en sprøjte efter længere tids lagring være svær at bevæge, kan en dråbe siliconeolie rette op på skaden.

Alm. ventiler og kugleventiler til cykelslangerne opbevares i separate dåser. Efter brug bør alle ventiler tages ud af

slangerne. Undgå at lægge pumpede slanger i kassen.

Da sættet kun indeholder 2 lupper, kan brugen af CVK-Lupbox anbefales (indhold: 24 lupper med 3 forskellige størrelser, best. CVKnr:9769).

5. Forslag til undervisningsbrug.

5.1 Luft udfylder et hulrum.

5.1.1 Formål: Tilsyneladende tomme beholdere indeholder luft.

Forsøg 1

Materiale: -

Ekstramateriale: flasker i forskellige former og størrelser, talrige andre beholdere, et større og helst gennemsigtigt kar (f.eks. akvarium) i hvilket beholderne kan sænkes ned i, helt under vand.

Dette forsøg kan også gennemføres med redskaber fra arbejdskasserne (se forsøg 2). Det anbefales dog at eksperimenterer først og fremmest med redskaber, som eleverne kender fra deres omverden.

Alle elever har på et eller andet tidspunkt holdt en "tom" flaske under vand og har glædet sig over luftboblerne. Det 1. forsøg tager udgangspunkt i disse iagttagelser.

Enkelte elever opfordres til foran klassen at dyppe flasker af forskellig form og størrelse ned i vandet. Alle eleverne iagttagelse luftblærens opstigning og hører den boblende lyd. Alt efter flaskens størrelse og dens åbning vil det optiske og det akustiske indtryk være forskelligt.

Følgende spørgsmål bør afklares:

- hvad har vi set og hørt?
- hvor var luften?
- var flaskerne virkelig tomme?

Eleverne får en begyndende indsigt i, at tilsyneladende tomme beholdere i virkeligheden indeholder luft.

Eleverne kan gentage dette forsøg (også derhjemme) med andre beholdere som f.eks. kopper, bægre og kander og gøre de samme iagttagelser.

Tips: Resultaterne bliver mere entydige, hvis beholderens åbning er smal; dvs. krus er bedre egnede end f.eks. skåle.

Forsøg 2

Materiale: 1 bæger, 1 sugokolbe, 1 lukning til sugokolbestuds, 1 kar med vand.

Hvis man dypper et "tomt" bæger omvendt ned i vandet og stadig under vand langsomt vender det om igen, ser man, at der slipper luftblærer ud. Forsøget lykkes bedre med en

beholder, hvis åbning er smallere, f.eks. med en sugokolbe.

Studsens lukkes med en gummihætte. Holder man sugokolben på skrå under vand med åbningen tæt ved vandoverfladen, stiger der luftblærer op. I den tilsyneladende tomme sugokolbe er der altså luft (fig. 10).

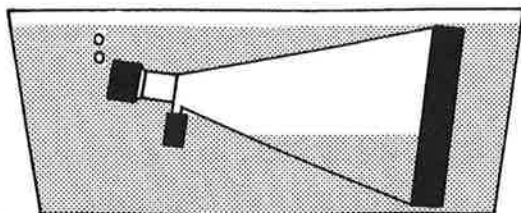


Fig. 10

Tips: Sugokolben fyldes ikke helt. Selv om karret er fyldt med vand næsten til randen, kan vandstanden i den skråtliggende sugokolbe ikke være højere end i karret. Der vil altid være en rest luft i sugokolben. Tager man i stedet for et større kar (se ekstramateriale, forsøg 1), i hvilket sugokolben kan stå lodret under vandoverfladen, er der ingen resterende luft tilbage i den.

Forsøg 3

Materiale: 1 ballon, 1 ballonventil.

Ekstramateriale: Oppustelige badedyr, svømmevinger osv.

Det bliver meget iøjnefaldende, at luft udfylder et hulrum, hvis eleverne får mulighed for at puste forskellige ting op, som de kender, f.eks. balloner, bolde, badedyr. Dette gøremål er børnene fortrolige med, og da det sker med ting, som de kan tage med hjemmefra, er det en velegnet øvelse som optakt til emnet luft.

5.1.2 Formål: Luft er et stof, der udfylder et hulrum.

Forsøg 4

Materiale: 1 slange med kugleventil, 1 luftpumpe, 1 kar med vand.

Elever, der allerede selv har lappet en cykelslange eller kigget på, kender den metode, der anvendes til at finde et lille hul i slangen. Den luftfyldte slange holdes under vand. Opstigende luftblærer røber det utætte sted.

Eleverne arbejder parvis med at pumpe slangerne op. Forinden da skal læreren sætte kugleventiler i alle slangerne, da især yngre elever ikke vil være istand til at pumpe gennem en alm. ventil (m. ventilgummi).

Da slangerne jo ikke skal ødelægges, simuleres næste fase. Eleverne åbner en smule for ventilen, så ventilen løsnes. Derefter holder de den under vand og presser lidt luft ud. De ser luftblæerne stiger op af vandet og hører den boblende lyd.

Eleverne mærker, at slangerne er elastiske. Hvis man laver en bule i dem, forsvinder denne igen, når man slipper.

Eleverne mærker ligeledes den modstand, som den komprimerede luft giver dem.

Tips: Slangerne må ikke pumpes for hårdt op. Der kan opstå udposninger, og der er risiko for, at slangerne punkterer, da de jo ikke er beskyttet af et dæk. Sorter efter forsøget ventilerne i plastæskerne. Læg ikke oppumpede slanger i kassen.

5.1.3 Formål: Hulrummet i en beholder, der er fyldt med luft, kan ikke samtidig udfyldes med et andet stof.

Forsøg 5 (5.- 6. klasses trin)

Materiale: 1 sugokolbe, 1 tragt, 1 lukning til sugokolbestuds, 1 bæger med vand, 1 kar.

Eleverne ved, at man kan hælde vand, olie og andre væsker i en beholder v.h.a. en tragt. Måske har nogle iagttaget, at væsken kun løb langsomt i beholderen, hvis tragten sad for fast på beholderens åbning.

For at vise, at luften kan hindre vandet i at løbe ind i en beholder, skrues tragten fast til sugokolben. Studsen lukkes (med en lukning). Med bægeret hældes vandet **hurtigt** ned i tragten. Til at begynde med løber nogle dråber vand i sugokolben. Men så bliver lufttrykket, der indvirker på åbningen, lig med vandtrykket. Der kan hverken komme luft ud af flasken eller vand ind i flasken.

Tips: Hvis man hælder vandet langsomt eller dråbevis, kan luften slippe ud gennem tragten og forsøget mislykkes.

Eleverne har ikke nemt ved at finde en forklaring på dette forbavsende fænomen, at vandet ikke løber gennem tragten. Forklaringer som "vanddråberne lukker for/stopper tragten" eller "vandpartiklerne lader ikke luftpartiklerne komme igennem" kan man til at starte med anse for rigtige.

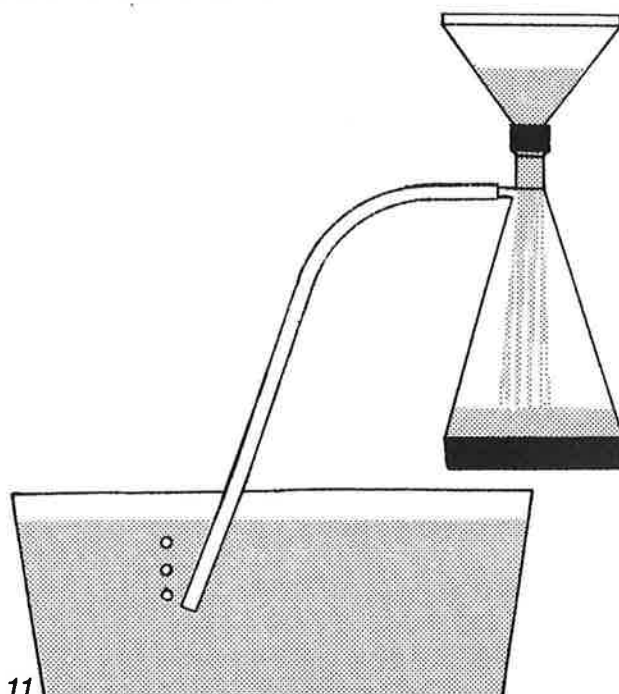


Fig. 11

Forsøg 6 (lærerforsøg, 5.- 6. klassetrin)

Materiale: 1 sugokolbe, 1 tragt, 1 bæger med vand, 1 kar med vand, 1 plastslange.

Det bliver endnu tydeligere, hvorfor vandet ikke kan løbe ind i sugokolben, hvis man i stedet for en gummihætte sætter en plastslange på studsen. Giv slangen et knæk, inden vandet som før omtalt hældes i tragten. Når vandet er i tragten, dyppes slangens anden ende hurtigt ned i karret med vand. Eleverne ser vandet løbe ud af sugokolben samtidig med, at luften bobler ud af slangen (fig. 11).

De elever, der efter det første forsøg ikke har kunnet forstå det fysiske fænomen, vil efter dette forsøg nemmere kunne indse, at vandet først kunne løbe ind i flasken, efter at luften havde fundet en vej ud.

Forsøg 7.

Materiale: 1 sugokolbe, 1 kar med vand.

Følgende forsøg kan bruges som alternativ eller supplement til de foregående.

Eleverne lukker med en finger for hullet i sugokolbens låg. Flasken holdes vandret under vand (også studsen skal være under vand og pege til siden eller nedad). Nogle elever vil sikkert antage, at der vil trænge vand gennem den åbne studs ind i sugokolben. Men luften i flasken forhindrer dette (fig. 12).

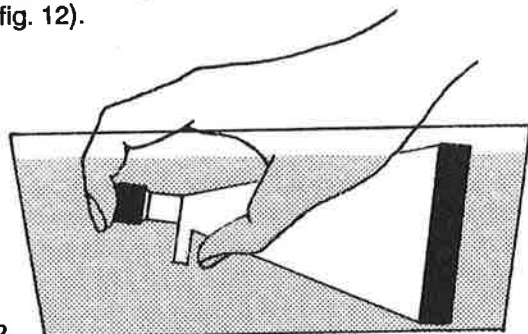


Fig. 12

Eleverne finder selv på, når de gentager dette forsøg, at åbne for hullet i låget. De opdager, at vandet nu strømmer ind i sugokolben, og at luften slipper ud, hvis åbningen holdes skråt opad, men stadig under vand. Det samme sker, hvis studsen holdes opad ligeledes tæt under vandoverfladen.

5.1.4 Formål: Luft kan fortrænge vand; men vand kan også fortrænge luft fra en beholder.

Forsøg 8

Materiale: 1 bæger, 1 flyder, 1 kar med vand, 1 plastslange.

I det 1. elevforsøg var det vandet, der trængte luften ud af flasken, men i det næste forsøg vises det modsatte. Luft kan fortrænge vand fra en beholder. Et bæger fyldes med vand, stilles i det vandfyldte kar og vendes om under vand.

ind i bægeret. Luften fortrænger vandet. At vandstanden i bægeret synker ses tydeligt på flyderen (fig 13).

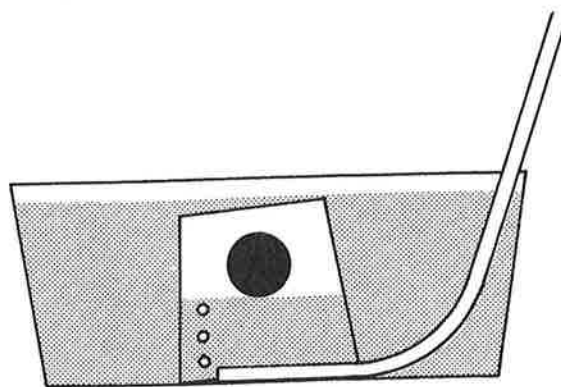


Fig. 13

Tips: Bægeret skal holdes fast under hele forsøget. Desuden bør forsøget ses fra siden. Set ovenfra er spejlingen i bægeret for kraftig til at kunne iagttage at vandstanden synker.

Forsøg 9 (lærer-/elevforsøg)

Materiale: 1 bæger, 1 kar med vand.

Ekstramateriale: ½ papirlommetørklæde.

Dette forsøg har for eleverne en overraskelseeffekt, der motiverer dem til at spekulere nærmere over årsagerne til det forbavsende resultat.

Læreren propper et halvt papirlommetørklæde ned på bunden af bægeret. Det må ikke kunne falde ud, når bægeret vendes om. Inden forsøget lader læreren eleverne gætte på, hvad der vil ske, når bægeret med bunden i vejret sættes ned i karret med vand.

Erfaringsmæssigt er klasens mening delt. Papiret bliver vådt/ikke vådt. Har eleverne gennemgået forsøg 5-7, kan de på grundlag af den indsigt, de har fået, opstille hypo-

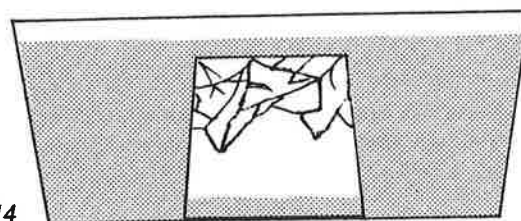


Fig. 14

teser om forsøgets udfald. Afprøvning af forsøget afgør, hvilken hypotese, der er rigtig (fig.14).

Som regel er eleverne så begejstrede for dette eksperiment, at de selv ønsker at afprøve, om papiret ikke bliver vådt alligevel. Giv om muligt eleverne lov til det, selv om denne arbejdsform kræver en del tid (evt. et elevdemonstrationsforsøg -se 1.2)

Forsøg 10

Materiale: 1 kar med vand, 1 tragt, 1 plastslange.

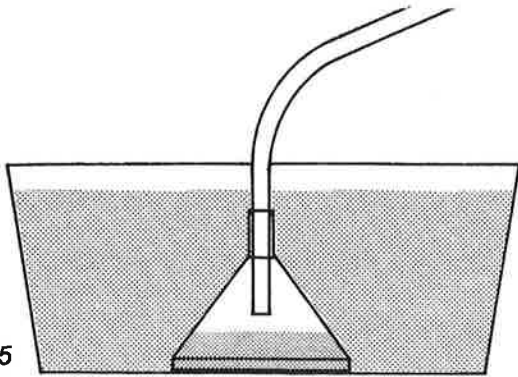


Fig. 15

Eleverne fylder et kar med vand. Tragten skal være dækket helt med vand med tuden opad. Slangen føres ind i tragstens tud og der pustes nu luft igennem. Luften presser vandet ud af tragten. Under hele forsøget skal tragten trykkes mod karrets bund, da den ellers drives op (fig. 15).

Tips: Eleverne skal have at vide, at dette fysiske forsøg anvendes inden for teknikken. Det gælder arbejde under vand i en såkaldt dykkerklokke, der består af en sænkekasse af jern uden bund. Gennem rør og slanger presses luft, så vandet ikke kan trænge ind. I sænkekassens luftfyldte rum kan mennesker arbejde uden brug af itapparater, når de har vænnet sig til det forhøjede lufttryk (fig.16). Ang. rensning af plastslanger se side 8.

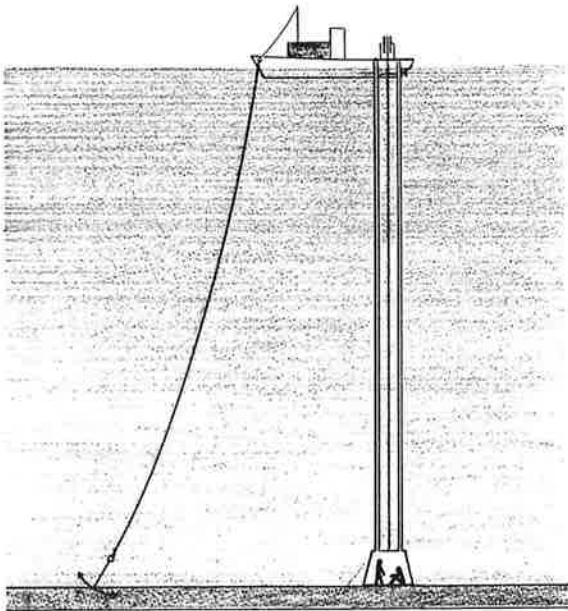


Fig. 16: Dykkerklokke

De følgende forsøg er forslag, der alt efter undervisningssituation og elevernes motivation kan bruges som supplement.

5.1.5 Formål: En væske kan kun løbe ud af en beholder, hvis der kommer luft ind i den.

Forsøg 11 (lærer-/elevforsøg, 5.-6. klassetrin).

Materiale: 1 bæger.

Ekstramateriale: 1 sodavand (på dåse), 1 dåseåbner.

Mange elever har sikkert erfaret, at der ikke løber sodavand ud af en dåsesodavand med kun ét hul. De kender også metoder til at få sodavanden ud, trykke på låget eller ryste dåsen kraftigt.

Eleverne vil hurtigt foreslå at bore et hul mere i dåsen, da de også er kendt med denne fremgangsmåde.

Af hensyn til økonomien planlægges dette forsøg som lærer- eller elevdemonstrationsforsøg. Hvis eleverne på dette tidspunkt i undervisningen kun er fortrolige med få kendsgerninger om luften er det ikke muligt at give dem en fysisk forklaring på deres iagttagelser (se "Faglig grundviden"). Følgende forklaringer kan eleverne finde frem til, og de er acceptable: "Sodavanden kan kun løbe ud af dåsen, hvis der kommer luft ind i dåsen". Eller sagt mere generelt: "Der kan kun løbe væske ud af en beholder, hvis der samtidig trænger luft ind i beholderen udefra."

Dette forsøg kan tages op igen under afsnit 5.2 "Luft udøver en kraft" og uddybes yderligere.

Når eleverne har lært, at hvor der er luft, kan der ikke være et andet stof, og hvor der er et andet stof kan der ikke være luft, kan de 2 følgende forsøg bruges som en tilskyndelse til at tænke over det, de har lært.

5.1.6 Formål: Luft kan være indesluttet i et andet stof.

Forsøg 12

Materiale: 1 kar med vand.

Ekstramateriale: 1 svamp, 1 mursten, 1 stk. brød.

Eleverne modtager en tør svamp, et stykke mursten og et stykke tørt brød. Opgaven lyder på at finde en forsøgs metode med hvilken, de kan afprøve, om der er luft i de udleverede ting.

De opdager, at de skal lægge genstandene i vand for at se om der siver luft (blærer) ud.

Forsøget vil motivere eleverne til at lægge flere genstande i vandet for at se, om de indeholder luft.

Benyt lejligheden til at lave en tabel. Genstande med luft og genstande uden luft.

Forsøg 13

Materiale: 1 bæger.

Ekstramateriale: Jord, sand, grus, vand.

For at se om blomsterjord, sand og grus også indeholder luft, ændres forsøg 12 en smule.

Eleverne modtager jord, sand og grus i bægre og hælder

vand på indtil de faste stoffer er dækket. Kort tid efter stiger luftblærer op.

Forsøg 12 + 13 opfordrer eleverne til at tænke over, hvor den opstigende luft kommer fra. Den nemmeste forklaring, lyder: "Luften var i murstenen, i jorden osv." En mere præcis forklaring kunne være: "I murstenen, i jorden (osv.) er der små huller (porer) med luft i".

Det afhænger af klassens og enkelte elevers præstationsniveau, hvor præcis forklaringen på forsøgsresultatet skal være.

5.2 Luft udøver en kraft.

5.2.1 Formål: Luft kan presses sammen og udvider sig igen.

Forsøg 14

Materiale: 1 sprøjte.

Eleverne ved, at de skal bruge kræfter til at pumpe en cykelslange. De har sikkert også følt trykket fra sammenpresset luft, når de skubber luftpumpens stempel i bund og samtidig pressede en finger på tilslutningsstudsens til ventilen.

Da dette forsøg kun lykkes med nye pumper, anvendes i stedet plastiksprøjter. Hvis børnene virkelig lukker for luftudslippet, vil det ikke lykkes for dem at skubbe stemplet helt i bund (fig. 17).

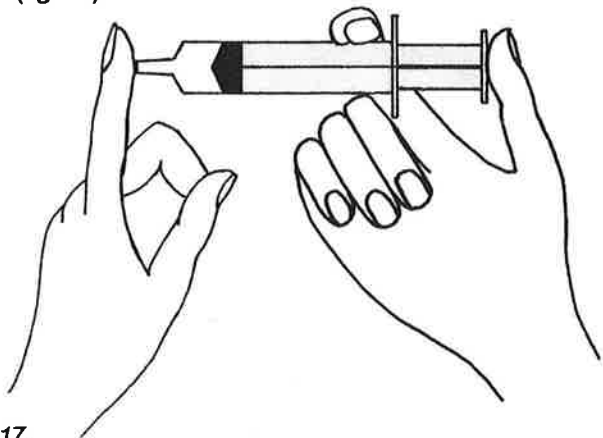


Fig. 17.

Ved afprøvningen i undervisningen viste det sig, at dette forsøgsmateriale motiverede eleverne til at indgå væddemål. Hvem er den stærkeste og kan skubbe stemplet længst ind i sprøjten? Det fik nogle af eleverne til lade lidt luft slippe ud af sprøjten for at opnå et bedre resultat.

Skalainddelingen muliggør en begyndende måling. Eleverne konstaterer til hvilket mærke de kan skubbe stemplet.

Eleverne opdager selv, at stemplet bevæger sig tilbage, når man slipper den, men stadig holder fingeren på sprøjten. Denne iagttagelse kan forekomme at være hemmelighedsfuld. Men selv elever fra 1.- 4. klasse opdager snart, at den sammenpressede luft udvider sig igen og på den måde

skubber stemplet ud af cylinderen.

5.2.2 Formål: Med kraften fra sammenpresset luft kan en genstand løftes.

Forsøg 15

Materiale: 1 ballon, 1 ballonventil, evt. 1 plastslange.

Ekstramateriale: bøger.

Eleverne lægger en bog på en ballon og puster den op v.h.a. en ballonventil. Den kraft, der presser luften ind i ballonen, er tilstrækkelig til at løfte bogen.

Eleverne lærer på denne måde grundprincippet at kende i hydrauliske maskiner som f.eks. en lift i et autoværksted. Kompressorer leverer det lufttryk, der er nødvendig for at løfte tunge biler. Måske bliver der mulighed for at se en lift i arbejde på et værksted eller en tankstation. Andre maskiner, der arbejder med komprimeret luft er et lufttrykbor og et mejselbor, der anvendes ved vejarbejde og i miner sten bearbejdes med et trykluftmejsel, møtrikker skrues i med en trykluftsnøgle (Fig.18).

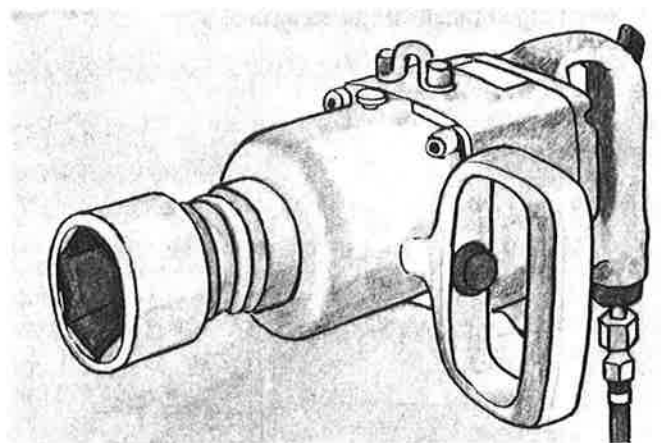


Fig. 18. Trykluftsnøgle.

Tips: Ønsker man at løfte større bøger, har man den mulighed med lidt snilde at sætte plastslangen fast til ballonventilen. Den derved opnåede afstand til ballonen forhindrer, at bogen tipper af og letter iagttagelsen. Man skal regne med, at nogle balloner buster. Rengøring af plastslanger se side 8.

Forsøg 16 (elevdemonstrationsforsøg).

Materiale: 1 luftpumpe.

Ekstramateriale: Cykel, evt. fodpumpe.

På lignende måde som i forsøg 15 virker kraften af sammenpresset luft, hvis en flad cykelslange pumpes op. Eleverne kan se, hvordan hele cyklen løfter sig.

Den stærke løftekraft bliver endnu mere iøjnefaldende, hvis

en elev sidder på cyklen og bliver løftet med. Til dette forsøg kan man anvende en fodpumpe, der producerer et kraftigere lufttryk. Men forsøget med håndpumpen giver det største indtryk.

Forsøg 17 (5.-6. klassetrin).

Materiale: 1 sugokolbe fyldt 1/4 op med vand, 1 kar, 1 tragt, 2 plastslanger.

Ved hjælp af sugokolben og tragten kan man bygge en model af et springvand (fig. 19).

Tragten skrues på sugokolben. Slangen stikkes igennem tragten og ned i vandet. Den anden slange sættes på sugokolbens studs. Ved at puste i den på siden fastgjorte slange opstår et tryk i sugokolben, og vandet presses op igennem den anden slange. Springvandet anbringes for en sikkerhedsskyld i karret.

Efter dette princip er kemikerens sprøjteflaske konstrueret, der jo kun må afgive små mængder vand.

Skulle der opstå vanskeligheder ved at stikke slangen gennem tragten kan man prøve med en anden slange.

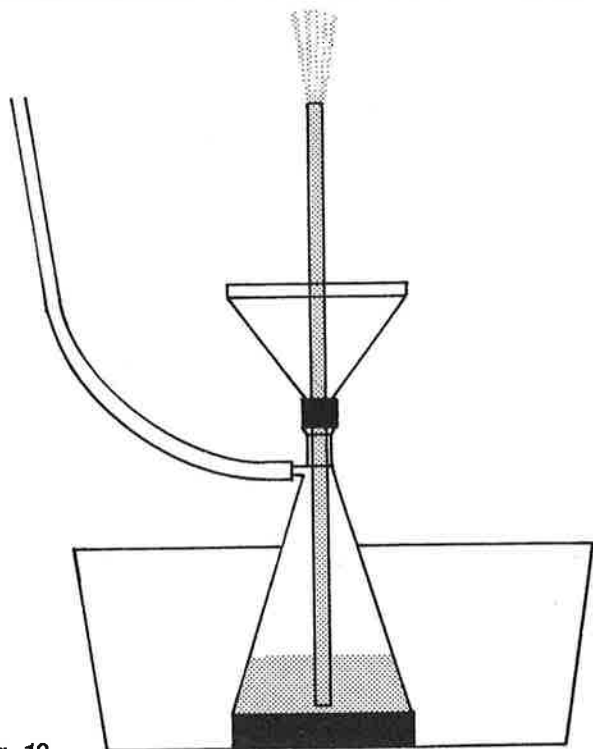


Fig. 19

5.2.3. Formål: med kraften fra udstrømmende luft kan en genstand bevæges.

Materiale: 2 plastslanger, 1 tot vat.

Ekstramateriale: hjemmelavede sejlbåde, vifter af kraftigt papir, malertape.

For at lære eleverne, at omgås og håndtere udstrømmende luft, tilbydes de her nogle lege, der er baseret på dette.

Af styropor, nøddeskaller, kraftigt papir o.lign. materiale

bygger eleverne sejlbåde, som de lader sejle i en balje (stor skål, børnebadekar, dam). Børnene puster til sejlbådene - med eller uden slange, eller lader vinden blæse til dem.

En anden nem konkurrenceleg er hurtigt arrangeret. Også her er udstrømmende luft drivkraften. En bordplade deles op i 2 lige store spillerbaner med malertape. 2 elever sidder overfor hinanden og skal ved at puste i en plastslange prøve på at blæse vatkuglen ud af modstanderens banehalvdel. Dette spil kan også spilles med 2 vifter.

5.2.4. Formål: Når luften fyldes i en genstand af elastisk materiale, så er luftfjederingen større jo mere luft, der presses sammen i genstanden.

Forsøg 19

Materiale: 1 cykelslange med kugleventil, 1 luftpumpe.

Ekstramateriale: evt. stor stabil bold (håndbold el. lign.), 2 lige store, men ikke lige hårdtpumpede bolde, boldpumpe.

Når vi vil undersøge elasticiteten af komprimeret luft, kan vi tage udgangspunkt i elevernes forkundskaber og erfaringer. Vi minder dem om luftmadressens fjedring og luftfyldte siddepuder og badebolde.

Ved hjælp af cykelslangerne opdager eleverne nemt luftens fjedervirkning, og at fjederkraften er større, jo mere luft der er i slangen. Hvis man har en stor stabil og luftfyldt bold til rådighed, kan en elev sætte sig på den og hoppe gennem klasseværelset (f.eks. hoppebold). Jo hårdere en bold (f.eks. en gymnastikbold) er pumpet op, desto højere springer den, når den stødes i gulvet.

5.2.5. Formål: Masseudstødning som drivkraft (Raketprincip).

Forsøg 20

Materiale: 1 ballon til hver elev.

Virningen af masseudstødningsprincippet kender eleverne fra deres lege; men begrebet **masseudstødning** er sikkert nyt for dem. Alle har pustet balloner op og ved en fejltagelse givet slip på dem. Ballonerne fløj i zig zag gennem lokalet.

Eleverne får mulighed for at genopfriske disse erfaringer i undervisningen. Sørg for at have rigelig med balloner, da nogle af dem vil revne under forsøget. I anden omgang skal eleverne mere præcist iagttage ballonerens flyvebane. De vil opdage, at den udstrømmende luft og ballonerne bevæger sig i modsat retning. Nogle børn vil på dette tidspunkt tænke på raketter og jettfly.

Forsøg 21.

Materiale: 1 raketbil, 1 ventilgaffel, 1 ballon, 1 ballonventil.

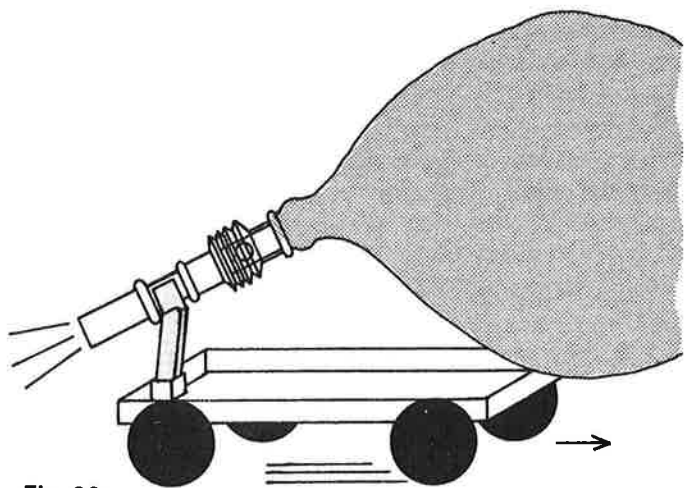


Fig. 20

Ballonens retning kan styres ved at montere den på et køretøj. Ventilet med ballonen klemmes i ventilgafflen. Er ballonen pustet op skubbes blæsebælgen sammen (fig. 9 side 8), og ventilgafflen sættes i raketbilens holder. Nu trækkes blæsebælgen fra hinanden og den udstrømmende luft driver køretøjet fremad (fig. 20).

Tips: Bilen kører bedst på glat underlag, gulvtæpper hæmmer kørslen.

Forsøg 22 (lærerforsøg).

Materiale: Raketmodel, pumpe, påfyldningsbæger, bæger med vand.

Læreren må afgøre, om dette forsøg skal vises allerede i 1.-4. klasse eller først i 5.-6. klasse.

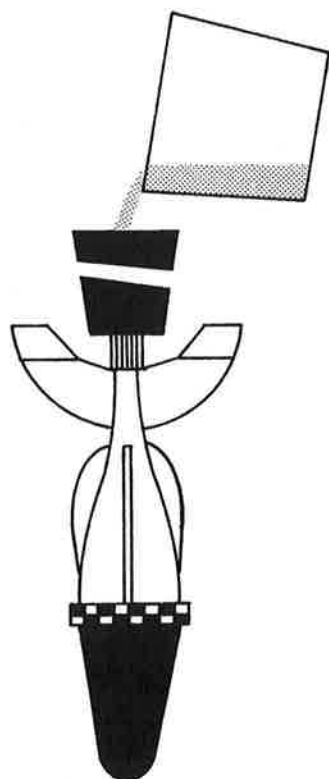


Fig. 21

Først sættes påfyldningsbægeret på raketten. Derefter fyldes hurtigt vand på (fig. 22). Nu pumpes raketten med max. 20 stød. Luften samles i rummet oven over vandet og komprimeres der. Spændebøjlen trækkes tilbage, luften udvider sig og presser vandet ud af raketåbningen. Raketten flyver.

Start med at pumpe 10 gange, og så i et par afdelinger op til 20 gange. Jo mere komprimeret luften er, desto længere/højere flyver raketten, helt op til 5 m.

I undervisningen på 1.-6. klassetrin kan man nøjes med at konstatere, hvad der sker, uden at give en forklaring på raketprincippet.

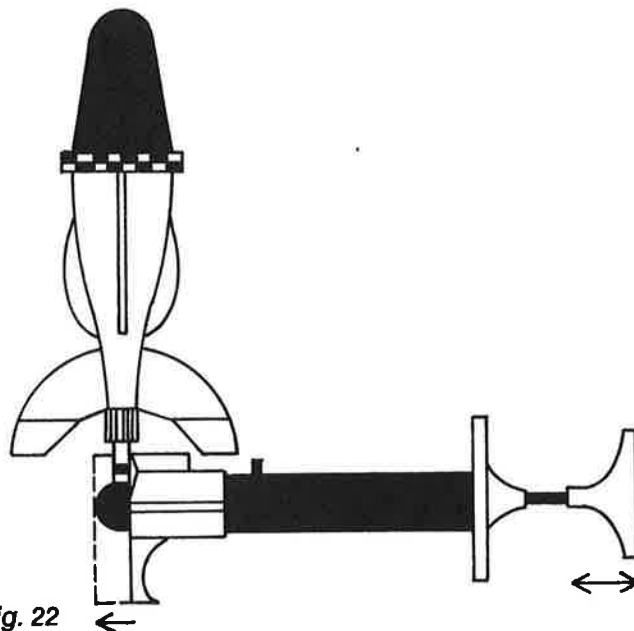


fig. 22

Tips: Selvfølgelig kan dette forsøg kun gennemføres i det fri, om muligt på græs eller jord. Eleverne vil sikkert gerne selv lave dette forsøg. Sørg for, at ingen elev rammes af raketten.

Forsøg 23. (evt. kun 5.-6. klasse)

Materiale: 1 luftpudeplade, 1 slange eller 1 ballon med ballonventil.

Et område, hvor raketprincippet anvendes (se afsnit 3.7) er ved luftpudebåden. (fig. 23 og 24)

Princippet anskueliggøres v.h.a. luftpudeplader. Eleverne puster med slangen fra oven på luftpudepladens luftkanal. Luften trænger ind under pladen og danner en luftpude, pladen løfter sig. Den luft, der strømmer ud under randen, bevæger pladen. Steder, hvor luften rammer kraftigst, er afgørende for retningen.

Forsøget kan ændres. En ballon pustes op med en ballonventil. Ventilet monteres på luftpudepladen, og den udstrømmende luft bevæger modellen hen over bordpladen. Giv evt. pladen et skub (fig. 25).

Tips: Eleverne kan selv bygge lignende modeller. I bunden af et yoghurtbæger laves et hul, Ø 5 mm, med en varm strikkepind. En gummislange eller et sugerør holdes 1 cm

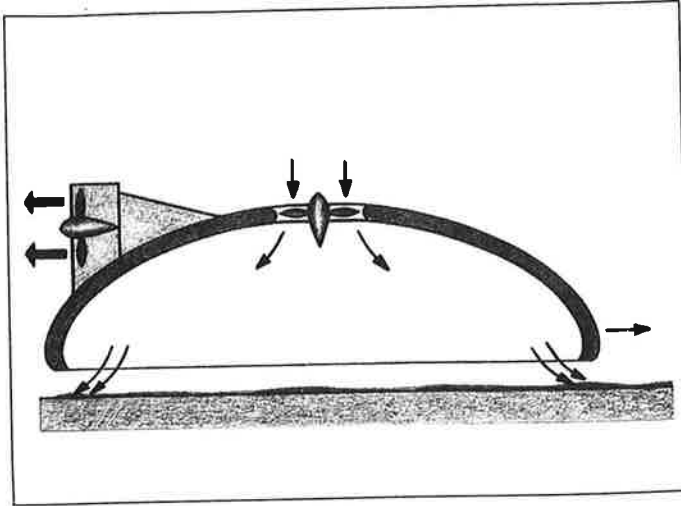


Fig. 23: Snit gennem en luftpudebåd.

over hullet, og der blæses kraftigt. Rensning af slangerne se side 8 .

5.2.6. Formål: Opvarmet luft udvider sig bliver lettere og stiger derfor opad.

Forsøg 24 (lærerforsøg)

Materiale: varmluftballon, tørspritbrænder, metaltallerken, varmluftrør, 2 tørspritbrikker.

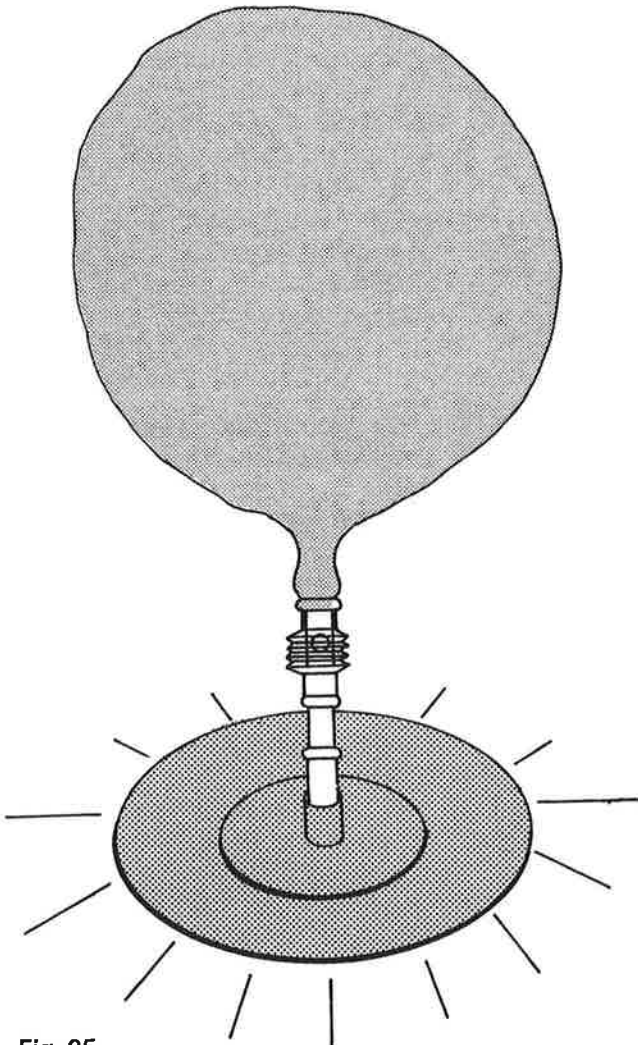


Fig. 25

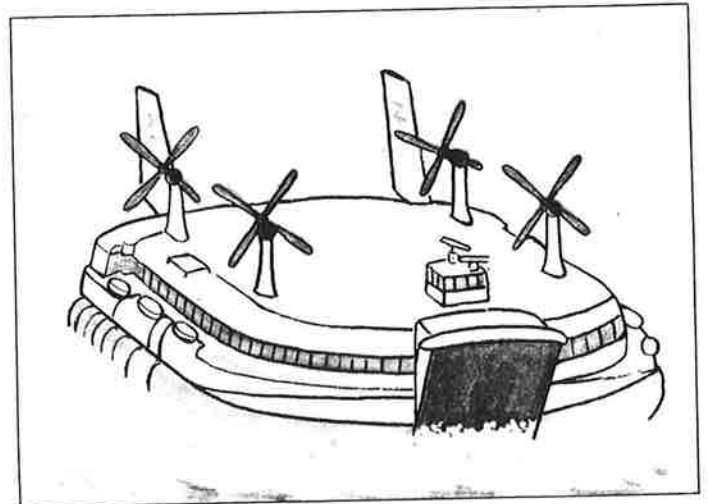


Fig. 24: Luftpudebåd.

At opvarmet luft, der udvider sig, bliver lettere og stiger til vejrs, vises med en varmluftballon. Nogle elever har sikkert set enten i medierne eller i virkeligheden, hvordan en ballon stiger.

Hvis eleverne kun skal vide, at opvarmet luft stiger op uden man kommer nærmere ind på årsagerne, kan følgende forsøg vises for 1.- 4. klasse.

Tørspritbrænderen stilles på metaltallerkenen, og sidepladerne klappes op. Tørspritbrikkerne lægges fladt på bunden og tændes. Varmluftrøret stilles over den lille flamme. Sidevæggene trykkes mod røret og holder det sikkert på plads. Når tørspritbrikkerne brænder godt, gøres ballonen klar ved at give den lidt fylde. Ballonåbningen (med metalring) holdes over varmluftrøret uden at delene berører hinanden. Luften i ballonen opvarmes, den bliver rundere og stiger til vejrs. Det tager ca. 2-3 minutter alt afhængig af flammens styrke, rummets temperatur o.lign. 2 tørspritbrikker rækker til 3-5 opstigninger (fig 26).

Tips: Forsøg kan gennemføres i klasseværelset, men kun af læreren. Der er ingen brandfare. Forsøgsopstillingen er afprøvet og sikker. Ballonen er fremstillet af en specialfolie (B1 efter DIN 4104), der ikke brænder; men smelter når den kommer i nærheden af flammer.

Pas på! Brug aldrig alm. plastic- eller folieposer. Brandfare.

Efter forsøget skal varmluftrør og forbrænder afkøles, før de pakkes ned igen.

5.2.7. Formål: Der eksisterer en vekselvirkning mellem over- og undertryk.

Elever i 1.-4. klasse kommer daglig i berøring med fysiske lovmæssigheder m.h.t. lufttryk og vekselvirkningen mellem over- og undertryk. De drikker sodavand eller juice med sugerør. Suger vand op i en sprøjtepistol eller suger et stykke papir fast til munden. Eleverne i 1.-4. klasse kan ikke selvstændigt give en forklaring på dette fænomen. Efter deres mening trækkes eller suges sodavand/juice op gennem sugerøret; men de kan ikke beskrive det. De har svært ved

at forstå, at det ydre lufttryk presser væsken op i sugerøret, når trykket inden i det formindskes.

Læreren skal overveje nøje, om forsøgene med ydre og indre lufttryk skal tilbydes elever på 1.-4. klassetrin, eller om de bare skal have oplevelsen.

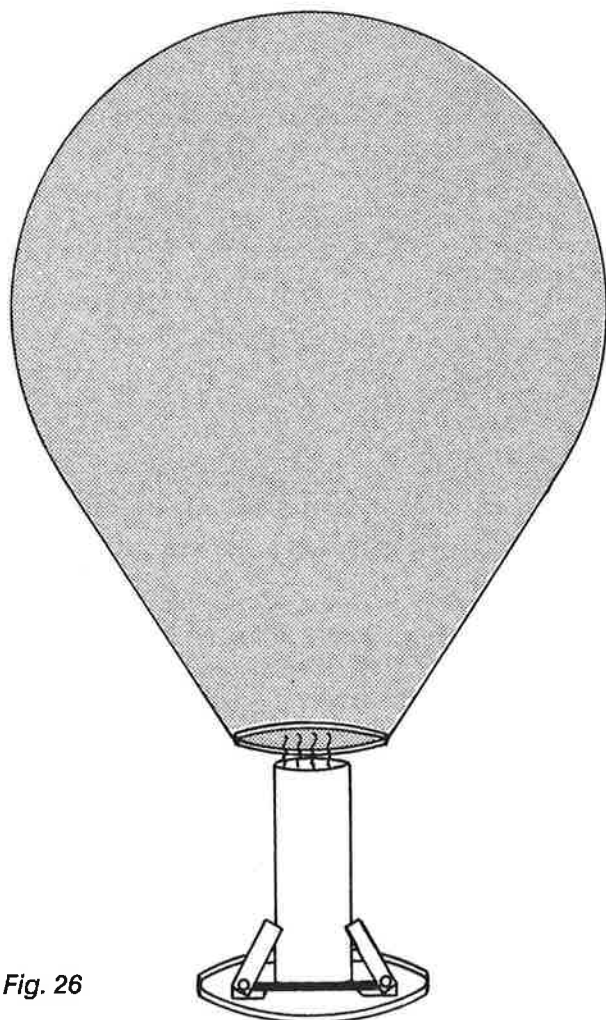


Fig. 26

Forsøg 25

Materiale: 1 tragt, 1 plastslange.

Ekstramateriale: klar plastfolie.

Dette forsøg skal være det første skridt i retning af indlæring af formålet. Slangen stikkes ind i tragten. Folien spændes ud over tragtens åbning og holdes fast. Luften suges ud af tragten med slangen. Eleverne ser, at folien buer indad som om den trækkes ned i tragten (fig 27).

Forklaringen til dette forsøg skal ske meget forsigtigt, da nogle elever ellers ikke kan følge med. Vi tager udgangspunkt i erfaringer fra tidligere forsøg. Eleverne ved, at luft udfylder et hulrum og gerne vil udfylde "tomme" rum. Luften uden for tragten kan ikke komme ind i den, da der allerede er luft. Men hvis vi nu suger luften ud af tragten, er der jo mindre i den end før, og luften udefra kan strømme ind. Folien er mellem den indre og den ydre luft, derfor presser den ydre luft folien indad.

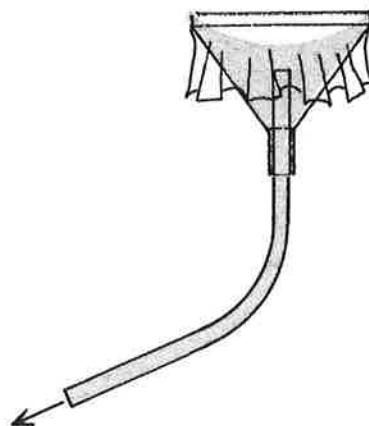


Fig. 27

På dette tidspunkt kan læreren for første gang benytte begrebet lufttryk. Børnenes egne erfaringer (nævnt i begyndelsen) drages frem igen og sammenlignes med de nye erkendelser.

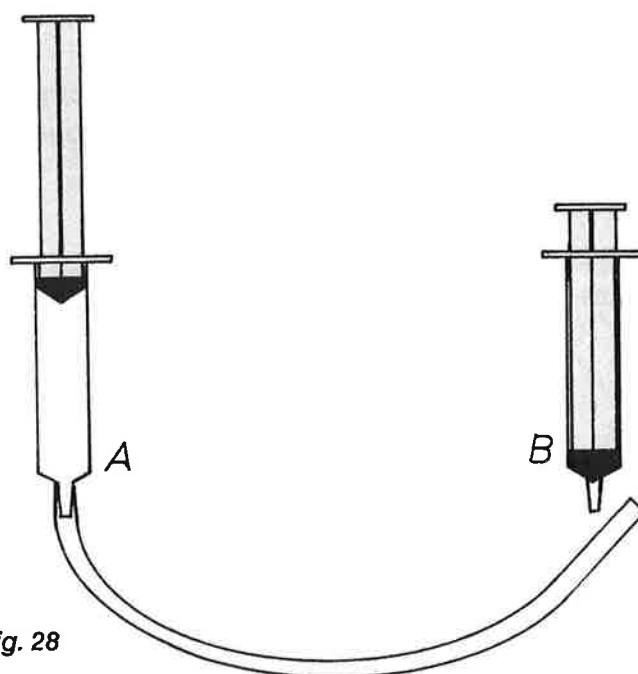


Fig. 28

Forsøg 26.

Materiale: 2 sprøjter, 1 plastslange (der er ikke sprøjter nok i kassen, så eleverne må låne hos hinanden).

Princippet i vekselvirkningen mellem over- og undertryk illustreres ved 2 sprøjter, der er forbundet med en slange. Forsøget består af 2 faser. Først skal man være opmærksom på, at stemplet på den ene sprøjte er trukket helt tilbage (A) og på den anden er skubbet helt frem (B), inden slangen sættes på (fig 28).

Fase 1: Stemplet i sprøjte A skubbes ned og den komprimerede luft presser stemplet i sprøjte B ud. Eleverne forstår, at luften i rørsystemet presses sammen ved muskelkraft og at stemplet derfor skubbes ud (fig 29).

Fase 2: Nu trækkes stemplet fra sprøjte A ud igen, og stemplet fra sprøjte B suges ind (fig 30). Forklaringen er, at det ydre lufttryk er stærkere end det indre lufttryk, der bliver fortyndet og mister sin kraft.

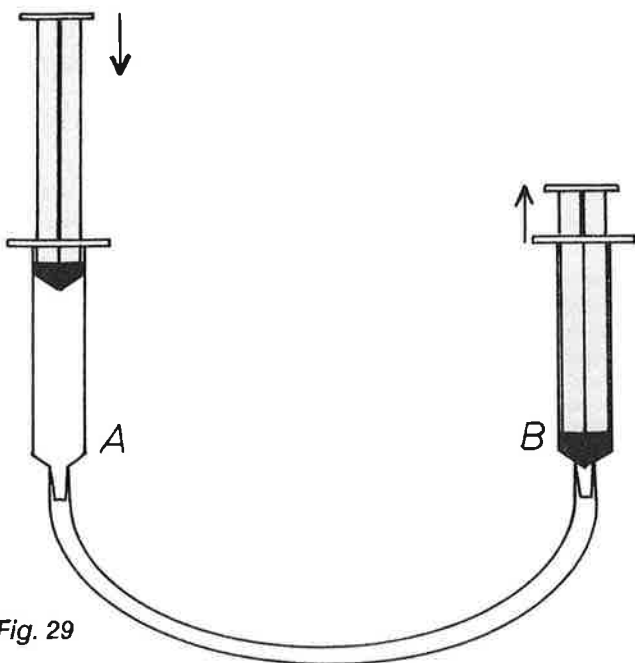


Fig. 29

Forsøg 27

Materiale: sugekrog.

Ekstramateriale: Skoletasker eller indkøbsnet/tasker.

At en sugekrog kan sidde fast på glatte flader beror på forholdet mellem ydre og indre lufttryk. Sådanne kroge kender børnene fra køkken og badeværelse. Krogen presses mod væggen, og den indespærrede luft presses ud. Der opstår et undertryk under sugekrogen. Eleverne siger, at krogen har suget sig fast.

Det ydre lufttryk er stærkere end det indre, og presser kroget ind mod væggen. Forsøget lykkes bedre, hvis kroget fugtes lidt. Eleverne sætter kroge rundt om på skolen (tyk rude, fliser, dør) og efter nogen tid hænger de ting på som f.eks. skoletasker eller indkøbsnet, som de fylder efterhånden.

Tips: Sugerkrogen har en bæreevne på ca. 3,5 kg.

Dette forsøg er en metode til at måle lufttrykkets kraft, og samtidig peger det i retning af Otto von Guerickes forsøg med de magdeburgske halvkugler. Dette bør dog gemmes til et senere klasetrin. I 5.-6. klasse kan man i forenklet form vise denne kraft med 2 sugekroge.

Forsøg 28

Materiale: 1 sprøjte, 1 bæger med vand.

De fysiske sammenhænge ved påfyldningen af en sprøjte vil være for svære at forstå for 1.-4. klasetrin. Når sprøjtes spids dyppes i vand og stemplet trækkes op, trænger vand ind i sprøjten. Luften i sprøjten fortyndes, og lufttrykket på vandoverfladen i bægeret presser vand ind i sprøjten. I dette eksperiment optræder vand, som et ekstra stof, og det kræver en grundig samtale, så eleverne kan følge denne

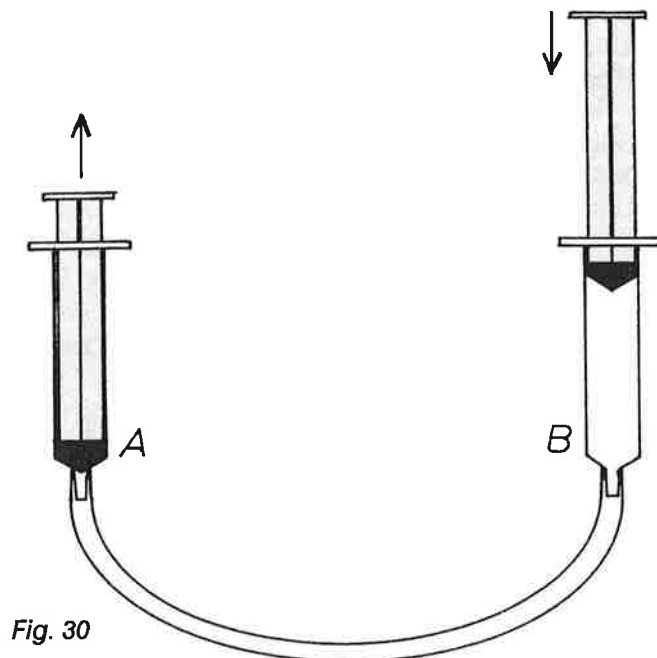


Fig. 30

tankegang.

Forsøg 29

Materiale: 1 bæger, 1 kar med vand, 1 plastslange.

Elever, der har et akvarium, kender metoden til at tømme det for snavset vand uden at skulle løfte det.

Den ene ende af slangen holdes ned i karret med vand i. I den anden ende skabes et undertryk ved at suge. Vandet løber fra karret og over i bægeret vel at mærke, når slangens udløb er lavere end karret (fig 31). Inden bægeret løber over fjernes slangen.

Den bagvedliggende naturlov kan ikke forklares på dette klasetrin.

Tips: Rengøring af slanger se side 8.

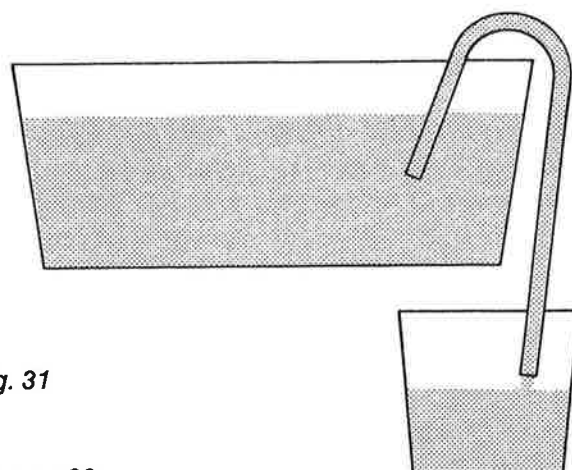


Fig. 31

Forsøg 30

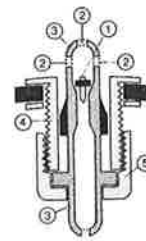
Materiale: 1 hvid plastplade, 1 bæger med vand, 1 vandkar.

Følgende berømte tryllesnummer lykkes kun p.g.a. kraften fra det atmosfæriske tryk. Et postkort hænger fast på et omvendt glas med vand. Istedet for et postkort bruges en plastplade (genbrug).

Et bæger fyldes til randen med vand og dækkes med pladen. Vender man bægeret med pladen om, vil der ikke løbe vand ud, fordi pladen presses mod bægerets rand og mod vandoverfladen. Lav forsøget over vandkarret.

Hvis eleverne har forstået lufttrykkets virkning, vil de ikke sige, at pladen klistrer på bægeret. De vil kunne give den rette forklaring.

Tips: Laves forsøget med et postkort, find da først et, der er stærk nok.



Alm. ventil

1. ventilgummi
2. luftgennemstrømningshul
3. ventilhus
4. ventiltrør
5. omløber

Kugleventil

1. kegle med gummiring
2. luftgennemstrømningshul
3. ventilhus med gummipakning
4. ventiltrør
5. omløber

Fig. 33: Slangeventil og kugleventil.

Begge ventiler bør afprøves i cykelslangerne. Eleverne mærker tydeligt forskel. Slangen fyldes hurtigt og pumpringen går lettere med en kugleventil.

Ud fra arbejdsark 2 beskriver eleverne de 2 ventilers opbygning, og gennemgår samtidig deres funktion.

Tips: Sorter ventilerne efter forsøget. Læg ikke oppumpede slanger ned i kassen.

Forsøg 33

Materiale: -

Ekstramateriale: pr. elev 1 saks, 1 tom tændstikæske.

Eleverne klipper i skuffen fra en tændstikæske, som vist på fig. 34. Så sættes skuffen på plads i hylsteret, og de puster ind i åbningen, klappen åbner sig. Suger de, lukker klappen sig. Resultatet overføres på et virkeligt ventil. I modellen repræsenterer klappen ventilgummi/kuglen. Nu holder eleverne klappen op foran munden. Først puster de, klappen lukker sig. Så suger de, klappen åbner sig. Klappens åbne/lukkemekanisme er nu modsat.

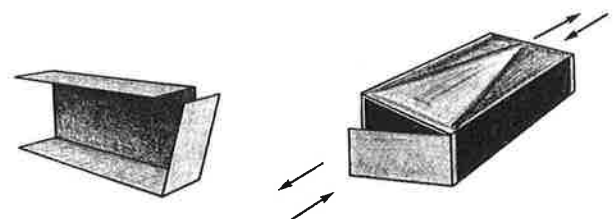


Fig. 34

Forsøget overføres til virkeligheden. Den sammenpressede luft i cykelslangen trykker på ventilgummi/kuglen og lukker ventilen. Luften kan ikke komme ud af slangen.

5.3. Luft består af partikler.

5.3.1. Luften yder modstand mod genstande, der bevæger sig.

5.2.8. Luftpumpens opbygning og funktion.

Forsøg 31

Materiale: 1 luftpumpe, 1 kopi til hver elev af arbejdsark 1.

Alle elever har prøvet at håndtere en luftpumpe. Nogle har også skilt dem ad og ved, at der for enden af stemplet sidder en skive af plastik eller læder.

Eleverne får udleveret luftpumper og iagttager, hvordan den virker. Navngiv de enkelte dele (fig 32).

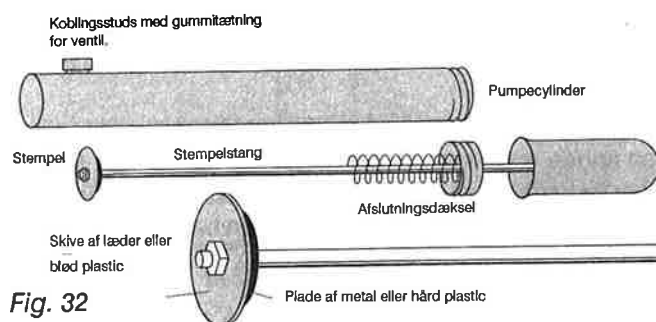


Fig. 32

At luften presses ud gennem den runde tilslutningsstuds på pumpecylinderen, ved alle elever. Det er straks vanskeligere at afgøre, hvor luften kommer ind i pumpen. De opdager, at luften trænger ind mellem afslutningskappe og stempelstang. For at synliggøre pumpens dele og dens funktion anvendes arbejdsark 1.

5.2.9. Formål: Alm. cykelventilers og kugleventilers opbygning og funktion.

Forsøg 32

Materiale: 1 slangeventil, 1 kugleventil, 1 cykelslange, 1 luftpumpe, 1 stk kopi af arbejdsark 2 til hver elev.

Eleverne ved, hvad man skal bruge en cykelventil til. Mange ved også, at der er forskel på at pumpe gennem et alm. ventil og en kugleventil. Men kun få kender noget til ventilernes opbygning og funktion (fig 33).

Forsøg 34 (5.- 6. klasse)

Materiale: -

Ekstramateriale: 2 lige store stykker papir, stopur til læreren.

Eleverne har i det foregående fundet ud af, at luft ikke bare er et intet, men er et stof.

Det er muligt, at eleverne undervejs i forløbet har spurgt, hvad luft egentlig er. Det er for tidligt at komme nærmere ind på luftens kemiske sammensætning, da eleverne i 5.-6. klasse ikke har den grundlæggende viden.

Følgende iagttagelser kan lede dem på sporet af luftens struktur. De ved, at det er svært at løbe mod vinden, eller at cykle i modvind. De er også klar over, at løbere opnår bedre tider i medvind end når det er vindstille. Blæsten, altså luft der bevæger sig, må have en bremsende og en skubbende kraft. Der må være noget, der bremser eller driver fremad.

Til forsøget krølles det ene ark papir. Eleverne lader de to stykker falde fra ens højde. Papirkuglen falder hurtigt. Arket falder langsomt mod jorden (Mind dem om efterårsblad- enes dalen).

Mål tiden for papirstykkernes fald mod jorden (fra 1. sal, 2. sal, etc.).

Forsøg 35 Elevdemonstrationsforsøg. (5.-6. klasse)

Materiale: Faldskærm med lod.

Det foregående forsøg bliver mere interessant med faldskærmene.

Tips: Faldskærmen skal pakkes omhyggeligt efter brug. Træk skærmspidsen og figur fra hinanden. Eleverne kan selv lave faldskærme derhjemme eller i sløjde.

Forsøg 36 (5.- 6. klasse).

Materiale: vat.

Ekstramateriale: frø med flyveegenskaber (f.eks, ahorn, tidsel, mælkebøtte.)

De fysisk-tekniske sammenhænge kan genopfriskes og anvendes i biologiundervisningen, når der undervises i, hvordan frø spredes i naturen.

Eleverne lader vat, eller om muligt frø fra ahorn, tidsel og mælkebøtte, svæve ud af vinduet.

Tips: Frø fra mælkebøtte er de bedst egnede.

Forsøg 37 (5.- 6. klasse).

Materiale:-

Ekstramateriale: 2 cykler, 1 stk. pap (ca. 150 X 150 cm.) eller en gammel paraply, snor til at fastgøre pappet.

Pappet fastgøres på den ene cykel som en beskyttelses-skærm. Lav et cykelløb, hvor de to ulige cykler konkurrerer mod hinanden. Legen bliver endnu morsommere med en gammel paraply.

5.3.2. Formål: Luft består af smådele.

Forsøg 38 (lærerforsøg 5.-6. klasse).

Materiale: 1 forstøver til læreren.

Forsøget skal give eleverne en forestilling om, at luft består af smådele.

Læreren sprøjter med forstøveren. Eleverne kommer med lignende eksempler, hvor væsker sprayeres ud af spray-flasker (f.eks. parfume, deodorant, hårspray, maling).

Vandpartiklerne er så store, at de netop kan ses. Hvis vi kunne gøre dem mindre, ville de være usynlige.

Opgave (5.- 6. klasse) til 5.3.1. og 5.3.2.

Materiale: pr. elev 1 stk arbejdsark 3.

De erfaringer, som eleverne har fået ved gennemgang af forsøgene, kan de nu overføre til andre situationer.

Brug arbejdsark 3. En forklaring på luftmodstanden er forestillingen om, at luft består af smådele. Langt flere luftpartikler (luftmolekyler) hober sig op foran den gammel-dags bil end foran den strømlinede bil. Den gammel-dags bil skal overvinde en kraftigere luftmodstand.

5.4. Luftforurening.

5.4.1. Formål: I luften findes smudspartikler.

Forsøg 39

Materiale: 1 objektplade, vaseline, 1 lup.

Ekstramateriale: flere lupper (f.eks. lupper med 3 for-størrelser fra "CVK-LUPBOX"), snor, saks til læreren.

En avisartikel om luftforurening kan være udgangspunkt.

Eleverne hjælpes på vej i spørgsmålet om, hvordan luftens smudspartikler kan samles, ved at udlevere redskaberne til dem. Objektpladerne smøres med et tyndt lag vaseline for at opfange partiklerne og lægges / hænges op forskellige steder. Lad eleverne afgøre hvor (f.eks. i gymnastiksalen, i klasseværelset, i sløjde-lokalet, tæt ved en befærdet vej, ved en lysregulering).

Efter nogle dage kan resultaterne bearbejdes. Pladerne hentes hjem, og forureningen måles ved at tælle antal støv- og smudspartikler pr. kvadrat. Brug lup. Sammenlign resultaterne og find ud af, hvor forureningen var størst.

Tips: Fjern vaselinen fra objektpladerne med renskludene efter forsøget.

5.4.2. Formål: Sod er skadeligt for luftkvaliteten.

Forsøg 40 (lærerforsøg)

Materiale: -

Ekstramateriale: Et brugt og et nyt luftfilter fra en emhætte, det samme fra en bil.

Læreren skaffer snavsede og ubrugte luftfiltre fra hhv. et køkken og et autoværksted. De vises for elever. De opdager, at filteret fra køkkenet er fedtet og farvet mørkt. Specielt på filtret fra bilen er den mørke farve meget løjnefaldende.

Hvor de fedtede bestanddele kommer fra, er nemt at rekonstruere. Men meget få børn er klar over, at filteret fra bilen indeholder sod. Eleverne i 1.-4. klasse ved sjældent, hvad sod er, og at der opstår sod ved forbrænding.

I forsøg 41 og 42 undersøges, hvor og hvordan sod opstår.

Forsøg 41 (lærerforsøg)

Materiale: 1 trådsli, vat.

Vattet presses godt ned i sien og holdes et stykke tid foran udstødningen til en bil med motoren tændt.

Eleverne skal stå i en sikkerhedsafstand på mindst 2 meter, ved siden af udstødningsrøret. (Giv agt ! Udstødningsgasserne er varme og indeholder giftig kulmonoxid).

Kort tid efter er vattet farvet mørkt af sod.

Forsøg 42 (lærerforsøg)

Materiale: 1 fyrfadsllys, 1 metaltallerken.

Der opstår sod ved forbrænding. Det viser læreren ved at tilsode metaltallerkenen med stearinlyset.

Efter disse 2 forsøg kan eleverne selv komme på, hvor i deres omgivelser luften forurenes af sod (f.eks. husbrand, industriens forbrændingsgasser, forbrændingsmotorer i trafikken). Avisartikler og billedmateriale kan medtages i undervisningen.

5.4.3. Formål: i regnvandet findes smudspartikler.

Forsøg 43

Materiale: bunden af en sugokolbe, 1 lille vandkar.

Ekstramateriale: lupper

Tips: Dette forsøg er et tillæggsforsøg, da gennemførelsen og succesen af det, er afhængig af vejret.

Eleverne samler regnvand i rene vandkar. Det skal helst være begyndende regn, da vedvarende regn rensner luften så meget, at evt. smudspartikler vil være svære at opdage. Desuden skal karrene stå et par centimeter over jorden, så jord og snavs ikke sprøjter op i karret. Regnvandet hældes i sugekolbens rene bund, hvor det fordampes (1-2 dage).

Eleverne betragter smudspartiklerne, der må stamme fra regnvandet.

5.5. Luft vejer noget.

Luftens vægt kan måles v.h.a. en tynd træliste. I midten fastgøres en snor, i hver ende af listen en oppustet ballon i en lige lang snor. Ved at flytte midtersnoren bringes der ligevægt. Prik hul på den ene ballon (fig. 35) Listen hælder svagt, men synligt nedad med den fyldte ballon.

En almindelig vægt ville ikke kunne måle den ringe vægtforskel. Denne fremgangsmåde er den mest sikre m.h.t. forsøgsresultatet.

Tips: Det kræver tålmodighed, at afveje ballonerne, da bl.a. træk i lokalet kan ødelægge forsøget. Når ballonen punkteres, kan både nedfaldende ballonstykker, eksplosionskraften og den udstrømmende luft have indflydelse på forsøgsresultatet.

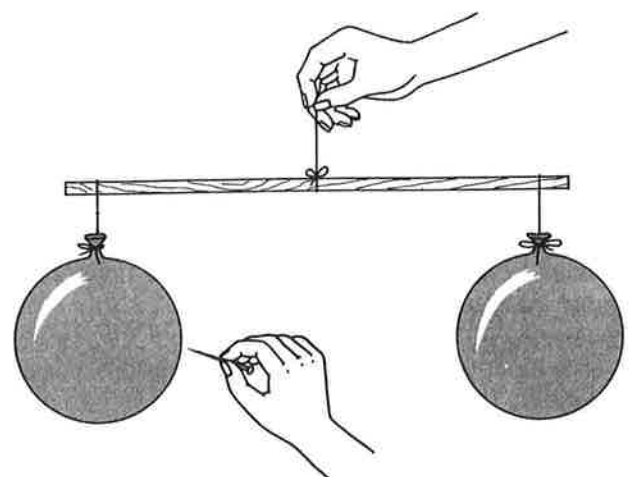
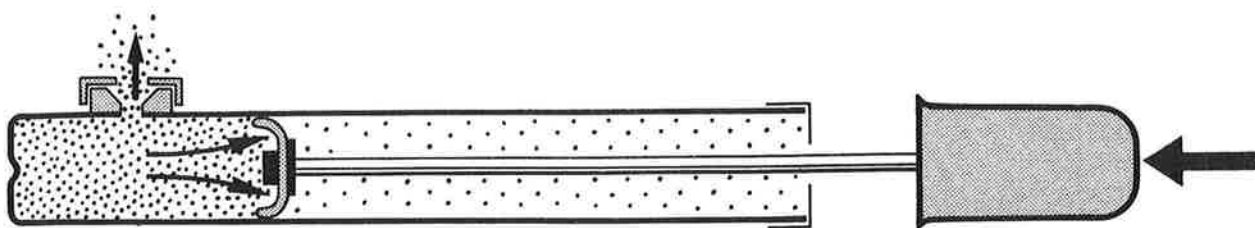


Fig. 35

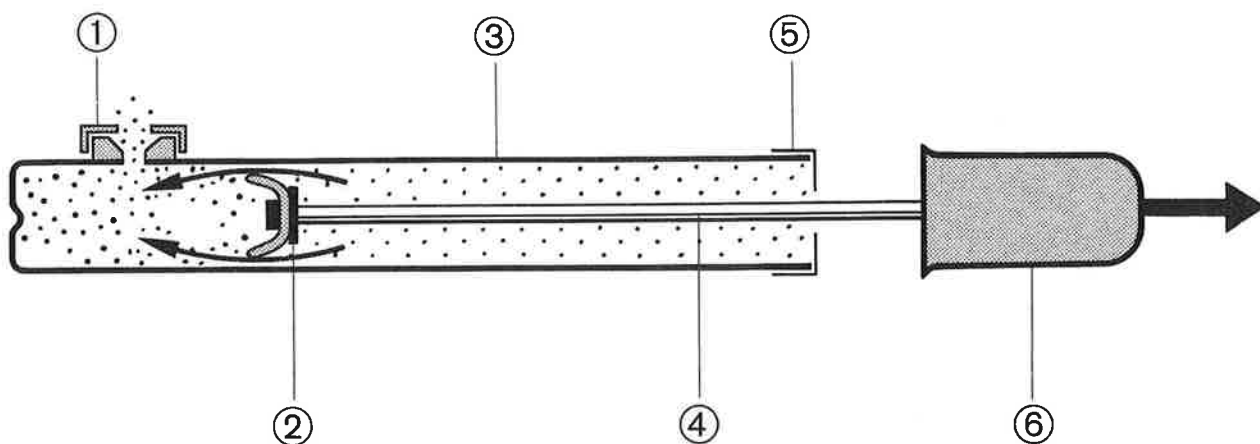
Arbejdsark 1.

Luftpumpens opbygning og funktion:

Stemplet skubbes ind.



Stemplet trækkes ud.



1

2

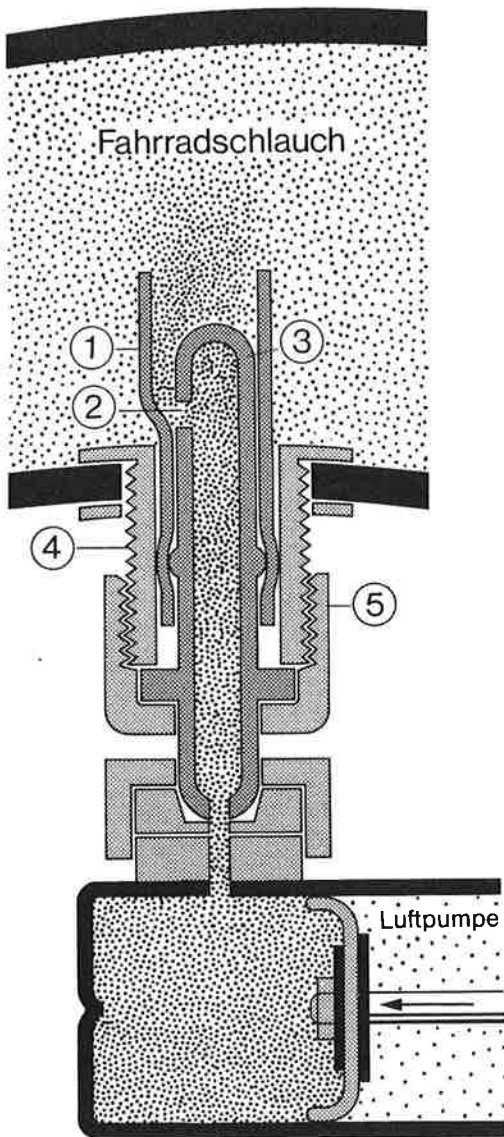
3

4

5

6

Arbejdsark 2.



①

②

③

④

⑤

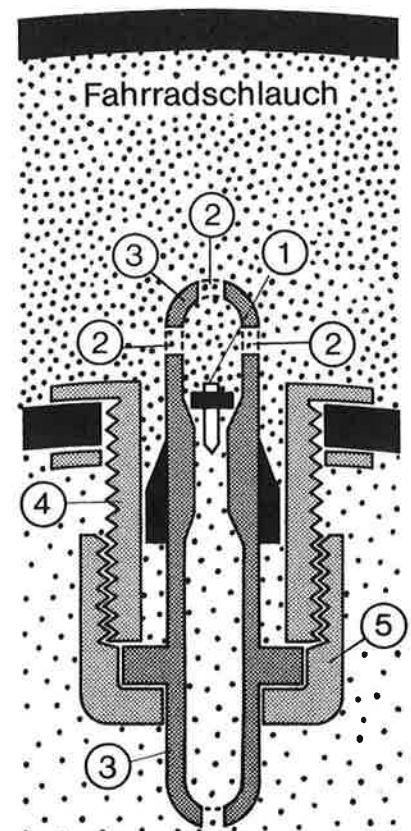
①

②

③

④

⑤



Arbejdsark 3.

