proevenboek lbo

PLON

Project Leerpakketontwikkeling
Natuurkunde

natuuronderwijs 12-16 jarigen

AN 4.426.3661

proevenboek lbo

Enschede
april 1984

Stichting voor de
Leerplanontwikkeling

c 1984 Rijks Universiteit Utrecht

Dit proevenboek maakt deel uit van experimenteel lesmateriaal
Overname of referentie anders dan voor klassegebruik binnen school
uitsluitend na toestemming van de medewerkers van het PLON,lab.
voor Vaste Stof,Postbus 80.008 3508 TA Utrecht

inhoud

Voorwoord 1

Verantwoording 3

Hoofdstuk 1: Gevoel krijgen voor:

- Worden elektriciteitsdraden warm? 9
- De druk van je longen 13
- De werking van onze longen 15
- De druk van de lucht 19
- Op het water staan 21

Lerarenhandleidingen 23

Hoofdstuk 2: Echte metingen

- Reaktietijd 33
- Longvolume 37
- Meten met de kWh-meter 39
- Een brommer keuren op geluidshinder 43

Lerarenhandleidingen 49

Hoofdstuk 3: Zelf maken

- Rijp maken 55
- Een stoomboot 57
- Behendigheidsspel 59
- Aluinkristallen maken 61
- De stop 65

Lerarenhandleidingen 69

Hoofdstuk 4: Praktikum vaardigheden

- Aflezen 77
- Schakelschema's 81

Lerarenhandleidingen 89

Hoofdstuk 5: Rapporteren

- Wie bouwt de sterkste brug 95
- Tentoonstelling over metalen 101

Lerarenhandleiding 121

Informatiecentra 127

voorwoord

Dit proevenboek is speciaal bestemd voor LBO-leraren in de vakken natuurkunde en natuuronderwijs. Het is geen boek om alleen in te kijken, maar een boek om met leerlingen mee te werken. U kunt er dan ook naar hartelust uit kopiëren.

In dit boek hebben wij een twintigtal proeven bijeengebracht, onderverdeeld in 5 hoofdstukken. Elke proef is vergezeld van een lerarenhandleiding met praktische- en didaktische aanwijzingen. Deze proeven zijn afkomstig uit lesmateriaal (thema's) van het PLON voor de MAVO en de onderbouw van het HAVO/VWO. In nauwe samenwerking met docenten hebben we de gekozen proeven geschikt gemaakt voor gebruik in het LBO. Daarbij is vooral gelet op taalgebruik. De proeven bevatten afgeronde aktiviteiten die betrekkelijk eenvoudig inpasbaar zijn in bestaande programma's.

Met het proevenboek willen wij u een beeld geven van het PLON lesmateriaal. De proeven gaan over verschijnselen die voor leerlingen herkenbaar zijn in hun dagelijkse omgeving. Er zijn differentiatiemogelijkheden naar interesse en diepgang opgenomen. De leerlingen doen zelf véél proeven, vertellen elkaar wat ze geleerd hebben en worden zo met hoofd, hart en handen op veel verschillende manieren bij de les betrokken.
De onderwerpen bestrijken niet alleen het terrein van de natuurkunde, maar ook dat van de natuur en de techniek. Daarmee is dit boek bruikbaar in de lessen natuurkunde èn natuuronderwijs.

Dit proevenboek is een eerste produkt van de samenwerking tussen PLON en de projectgroep 'Natuuronderwijs 12-16' van de SLO. Het is de bedoeling dat er nog een gezamenlijke publicatie volgt: een bewerking van het PLON-thema 'Werken met water' voor natuuronderwijs.
Zoals u uit dit proevenboek zult merken vormen de PLON-thema's een rijke inspiratiebron van proeven en aansprekende onderwerpen die dan ook niet in de bibliotheek van een LBO-leraar zou mogen ontbreken.
Wanneer u geïntersseerd bent in het PLON lesmateriaal dan kunt u dit inzien in een informatiecentrum van een NLO bij u in de buurt (voor adressen zie pagina 125). U kunt de thema's bij het NIB bestellen (eventueel vrijblijvend ter inzage). Adres: NIB, Postbus 144, 3700 AC Zeist, tel. 03404-21624.

Aan de tot stand koming van dit boek werkte de PLON-LBO lerarengroep mee:

Lammert de Groot	Chr. SG de Brug, Archipel 11-06, Lelystad
Ria van der Hoogen	Ashram College, Marsdiep 289, Alphen ad Rijn
Lex Krosse	1e T.S., IBBlaan 7, Utrecht
Waldrik Vijftigschild	Chr. SG Revius, v Blankenheimstr 21 Deventer
Hans Wolbert	1e T.S., IBBlaan 7 Utrecht

Zij kunnen u ook inlichten over hun ervaringen met PLON op het LBO.

We wensen u veel plezier toe bij het werken met de proeven uit dit boekje.

Ineke Geuzebroek-Frederik
Ton van der Valk
PLON-LBO deelproject

Rob de Kievit
SLO project Natuuronderwijs 12-16

Het proevenboek is verkrijgbaar bij de SLO, afdeling Verkoop, postbus 2041, 7500 CA Enschede, onder vermelding van het nummer AN 4.426.3661. De prijs bedraagt ƒ 9,--.

verantwoording

1. KENMERKEN VAN HET ONDERWIJS DAT HET PLON VOORSTAAT ZIJN:

- de leerlingen doen veel dingen samen. Samenwerking is een belangrijke vaardigheid, die de leerlingen bovendien aanzet tot foumuleren wat ze gezien en geleerd hebben en ertoe bijdraagt dat de dingen beter overdacht gedaan worden.
- de leerlingen zijn aktief aan het leren. Dat wordt gerealiseerd door ze veel zelf te laten doen, ze keuzemogelijkheden te geven en door ze als groep zelfverworven kennis aan hun medeleerlingen te laten overdragen.
- de leerlingen doen veel verschillende dingen, omdat ze verschillend zijn in aard, aanleg, voorkennis, voorkeuren ..... Deze verschillen moeten niet alleen geaccepteerd worden, ze vormen ook een stimulans om te leren en vooral om van elkaar te leren.
- de leerlingen leren zelfstandig. Dat wordt vooral gestimuleerd door ze de mogelijkheid te geven zelfstandig en verantwoordelijk bezig te laten zijn in de klas. Vooral de keuzeaktiviteiten geven daartoe de gelegenheid.
- de praktisch en meer theoretisch ingestelde leerlingen moeten elk aan hun trekken komen. Daarom moet er een grote verscheidenheid aan leeraktiviteiten van verschillende aard aangeboden worden.
- de onderwerpen worden genomen uit de dagelijkse leefwereld. Die onderwerpen worden vanuit het vak natuur(kunde) gekozen, maar zo'n onderwerp houdt voor de leerling zeker niet op bij de randen van dat vak. Daarom moeten vele onderwerpen ook vak-overschrijdend zijn.
- de rol van de leraar verschuift van de "centrale bron van kennis (en aktiviteiten)" naar de rol van begeleider en organisator van het leerproces.

2. DE INDELING VAN HET PROEVENBOEK

De proeven staan in de hoofdstukken niet geordend naar leerinhoud, maar naar het soort aktiviteiten dat ze met elkaar gemeen hebben. Daarmee hebben we de nadruk willen leggen op de vernieuwende kenmerken.

De hoofdstukken zijn:

1. Gevoel voor .....

   Voordat de leerlingen met formules en grafieken gaan werken moeten ze de verschijnselen gevoeld of gezien hebben.
   Ze zullen dan gerichter gaan kijken. Een aantal proeven waarbij je gevoel krijgt voor grootheden zoals luchtdruk of oppervlaktespanning staan in dit hoofdstuk.

2. Echte metingen.

   Metingen doe je niet alleen in de natuurkundeles. In de dagelijkse omgeving van leerlingen wordt ook veel gemeten. Bijvoorbeeld het energiegebruik thuis, het geluidsniveau van een brommer. De leerlingen gaan meten met echte apparaten (soms simpel nagebouwd) en kunnen conclusies trekken uit hun metingen.

3. Zelf maken.

   Zelf een apparaat met een bepaalde funktie maken, zelf een mooi kristal maken of de natuur nabootsen is erg motiverend. Leerlingen leren zó de natuurkundige principes beter, dan door alleen luisteren en kijken.

4. Practicumvaardigheden.

   Vaardigheden zoals natuurkundige instrumenten aflezen, schakelschema's maken enzovoorts hebben de leerlingen vaker nodig. Door aan te sluiten bij "gevoel voor" proeven en "zelf maak" proeven zien de leerlingen het nut van deze oefeningen in. Ze oefenen in in sterk vereenvoudigde situaties en moeten dan direkt horen of ze de vaardigheid wel of (nog) niet beheersen. Hiervan worden twee voorbeelden gegeven.

5. Rapporteren.

   Op school en later in het beroep zullen de leerlingen nogal eens aan een ander moeten laten zien wat ze doen. Een proef laten zien aan klasgenoten en er wat bij vertellen vinden we heel belangrijk. Rapporteren moet door een goede didaktische struktuur veiligheid bieden aan de leerlingen. Dit hoofdstuk bevat een bruggenbouw wedstrijd en een tentoonstelling over materialen.

De inhoud van de proeven is ontleend aan diverse PLON-thema's. Voor de MAVO en de onderbouw HAVO/VWO vormen deze thema's een complete leergang. Vaardigheden als zelfstandig werken, proeven uitvoeren, rapporteren en kiezen worden in die leergang stap voor stap opgebouwd. In dit proevenboek wordt rapporteren als vaardigheid aangeboden. Je mag echter niet verwachten dat de leerlingen bij de eerste kennismaking zo'n vaardigheid meteen beheersen.

De PLON-thema's die het hier betreft zijn:

PLON-THEMA's

- Een Eerste Verkenning
- Mensen en Metalen
- Werken met Water
- Leven in Lucht
- IJs, Water, Stoom (I en II)
- Electrische Schakelingen
- Kleur en Licht
- Krachten

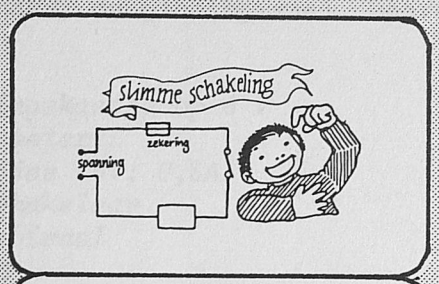
- Bruggen
- Zien Bewegen
- Geluid weergeven
- Natuurkunde in de Samenleving: Water voor Tanzania
- Energie Thuis
- Natuurkunde in de Samenleving: Energie in de Toekomst
- Verkeer en Veiligheid
- Natuurkunde in de Samenleving: Stoppen of Doorrijden
- Verwarmen en Isoleren
- Schakelen en Regelen
- Machines en Energie
- Natuurkunde in de Samenleving: Kernwapens en/of veiligheid

3. DIFFERENTIATIEMOGELIJKHEDEN.

In dit proevenboek is er naar gestreefd dat elke leerling de proeven kan uitvoeren en een antwoord kan hebben op de vragen. De vragen zijn zo gesteld dat er meer dan één antwoord mogelijk is. Aan het antwoord kun je vaak zien op welk niveau de leerling gewerkt heeft. Voorbeelden van zulke verschillende antwoorden zijn in diverse lerarenhandleidingen opgenomen. Elke proef heeft verdiepings- of uitbreidingsmogelijkheden. Verdieping voor de leerlingen die méér aankunnen, uitbreiding in de breedte voor leerlingen, die op hetzelfde niveau maar in wat andere toepassingen met de stof verder willen gaan. In de lerarenhandleiding staan daar suggesties voor.

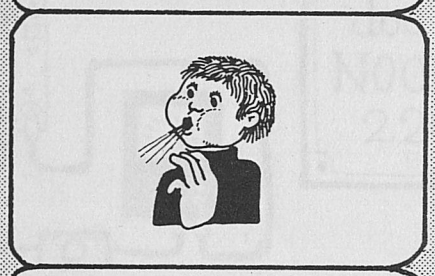
1. gevoel krijgen voor...

warm worden
van elektriciteitsdraden



de druk
van je longen

de werking
van onze longen



de druk
van de lucht

op het water staan

Voordat de leerlingen met formules en grafieken gaan werken moeten ze de verschijnselen gevoeld of gezien hebben.
Ze zullen dan gerichter gaan kijken. Een aantal proeven waarbij je gevoel krijgt voor grootheden zoals luchtdruk of oppervlaktespanning staan in dit hoofdstuk.

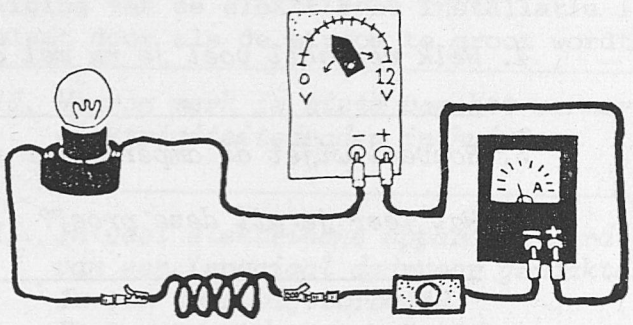
worden elektriciteitsdraden warm?

Als een lamp brandt wordt de gloeidraad ontzettend heet. Witheet, zodat de lamp licht uitstraalt. Wordt de draad van en naar de lamp ook warmer? Meestal merk je daar niet veel van. Soms wel. Bij kortsluiting zie je wel eens dat de draden weggesmolten zijn. In deze proef ga je extra goed op de draden letten. Je gebruikt één bijzondere draad, de gloeispiraal. Daaraan ga je voelen of die warmer wordt.

Je hebt nodig:
- *spanningskastje op 6 V*
- *ampèremeter*
- *3 lampjes (6V; 0,5A)*
- *drukschakelaar*
- *gloeispiraal*
- *draden*

DOE NU 1

Maak de schakeling van de tekening



Stel het spanningskastje in op 6V. Druk de schakelaar in en houd die goed ingedrukt. Pak de gloeispiraal even vast, om te voelen of hij warm wordt. Herhaal dat enkele keren om te voelen of hij steeds warmer wordt. Stop ermee na 5 minuten.

1. *Wat heb je gemerkt?*

_____

2. *Hoeveel wees de ampèremeter aan*

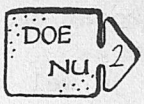
_____ A

3. *Vond je het gevaarlijk om de gloeispiraal vast te pakken? Waarom?*

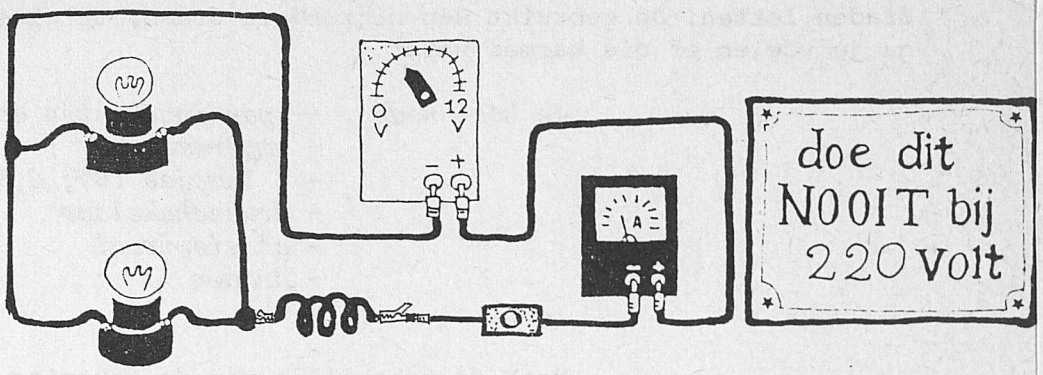
_____

_____

Ga door met 'doe nu twee' zelfs al heb je bij deze proef niets bijzonders gevoeld.



Schakel een tweede lampje parallel aan het andere lampje. Zie tekening



Herhaal de proef.

4. *Welk verschil voel je nu met de eerste proef?*

_____

5. *Hoeveel wijst de ampèremeter nu aan?* _____ A

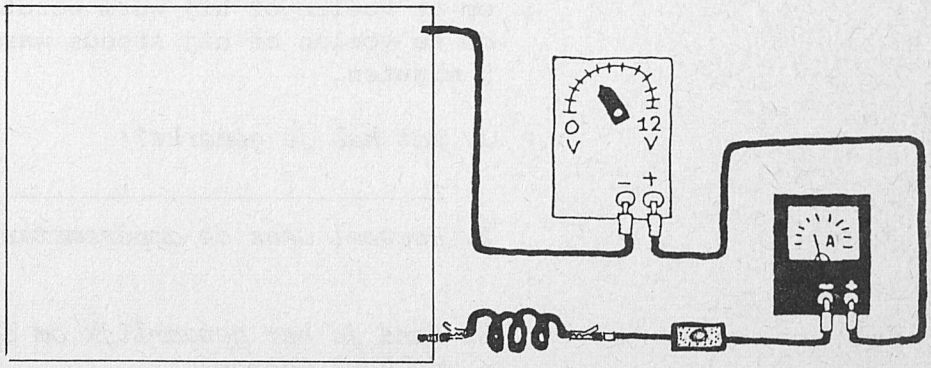
6. *Wat leer je uit deze proef?*

_____

_____

Schakel een derde lampje parallel aan de andere lampjes. Druk de schakelaar nog niet in. Beantwoord eerst opdracht 7 en 8.

7. *Teken hieronder hoe de drie lampjes geschakeld zijn.*



8. *Vul in wat je verwacht. Als ik de schakelaar indruk, zal de gloeispiraal* _____ *omdat* _____.

De ampèremeter zal _____ *aanwijzen.*

Druk de schakelaar in.

9. Klopte het wat jij verwachtte?

_____

_____

De andere draden van je schakeling zijn ook een beetje warmer geworden. Dat heb je niet gemerkt. Zo weinig was dat.
Ook in huis worden de elektriciteitsdraden een beetje warmer als je een lamp aanzet. Voor één lamp gaat maar een kleine stroom lopen. Een hele grote stroom kan gevaarlijk worden. De draden worden dan heel warm. Er kan dan zelfs brand ontstaan.
Stoppen (ook wel zekeringen genoemd) zorgen voor beveiliging van de elektrische installatie in huis. De stop slaat door als de stroom te groot wordt. Gelukkig maar...

10. Waarom merk je niets van het warmer worden van elektriciteitsdraden in huis?

_____

11. In veel elektrische apparaten wordt het warm worden van een (speciaal daarvoor gemaakte) draad gebruikt. In een lamp bijvoorbeeld.
Noem twee andere voorbeelden

- _____
- _____

de druk van je longen

Met je longen kun je lucht onder druk brengen, zoals bij het opblazen van een ballon. Hoe groot is de druk die je daarbij moet uitoefenen? Je gaat die druk hier meten.

Je hebt nodig: - *longdruk opstelling*
- *ballon.*

DOE NU 1

Blaas voorzichtig in het korte pijpje van de fles. Het gaat er *niet* om, om zo hoog mogelijk te komen.

1. *Wat gebeurt er met het waterniveau in de lange pijp?*

_____

2. *Hoe komt dat? Kleur de plaats waar lucht bijkomt rood.*

_____

_____

DOE NU 2

Blaas de ballon een beetje op. Doe hem met de opening om het korte pijpje heen. Met je vingers kun je de ballon zo aandrukken, dat er geen lucht ontsnapt.

3. *Hoe hoog staat het waterniveau in de lange buis boven het niveau in de fles?*

_____ cm

De extra druk van de lucht in de ballon duwt het water omhoog.

4. *Hoe groot is deze extra druk?*

_____ cm water

Laat de ballon telkens een beetje leeglopen en let op de waterhoogte in de lange buis.

5. *Wat zie je gebeuren?*

_____

_____

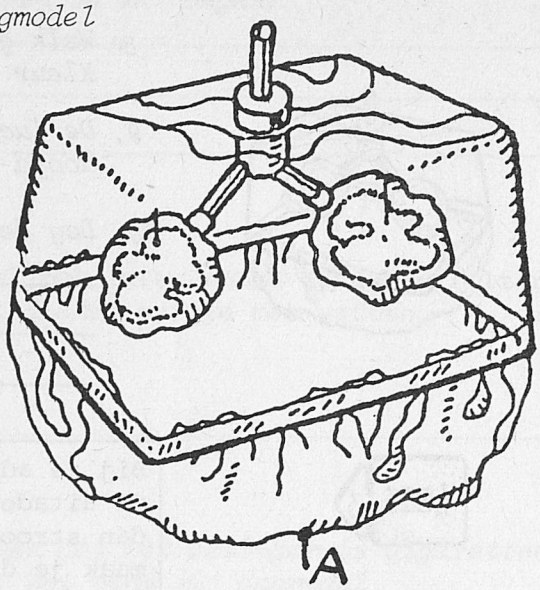
6. *Bij het opblazen van een ballon merk je ook, dat je niet altijd even hard hoeft te blazen. Wanneer is de ballon het makkelijkst op te blazen, als je begint of als hij al een beetje opgeblazen is?*

_____

de werking van onze longen

We hebben lucht nodig om te leven. Daarom ademen we. We zuigen voortdurend lucht in onze longen, gebruiken het en blazen de lucht daarna weer uit. In deze proeven kun je aan de hand van een model nagaan hoe je ademhaalt.

Je hebt nodig: - longmodel



Pak het plastik van het longmodel in het midden (A) beet. Trek het *voorzichtig* naar buiten.

1. *Wat zie je gebeuren als je het plastik uittrekt?*

   _____

   _____

2. *Kleur in de tekening hierboven de plaatsen waar lucht is bijgekomen ROOD.*

3. *Waar gaat de lucht naar binnen? Teken hier pijlen en schrijf erbij LUCHTTOEVOER.*

4. *Waar is geen lucht bijgekomen? Kleur dat ROZE.*

5. *Kun je de lucht uit de zakjes van het longmodel krijgen? Hoe?*

   _____

   _____

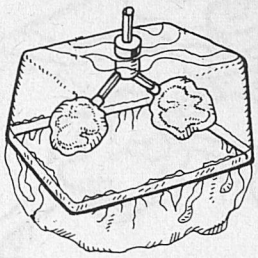
   _____

Wat je bij het model zag gebeuren kun je vergelijken met wat je eigen longen doen. Hiernaast is nogmaals een klein longmodel getekend.

6. *Welk gedeelte van het model stelt de longen voor? Kleur longen in het klein getekende model BLAUW.*

7. *Welk gedeelte van het model stelt de borstkas voor? Kleur de borstkas GEEL.*

8. *Welk gedeelte stelt de luchtpijp voor? Kleur de luchtpijp GROEN.*



9. *De luchtpijp eindigt in mond en neus. Teken een hoofd met mond en neus op het model.*

10. *Leg de werking van jouw longen uit*

_____

_____

_____

Bij je ademhaling werkt je borstkas als een pomp. Als je uitademt maak je de ruimte in je borstkas kleiner, dan stroomt er lucht naar buiten weg. Bij het inademen maak je de ruimte in je borstkas groter en stroomt de lucht naar binnen. Je maakt je borstkas groter en kleiner met de spieren rond je borst.

Je kunt de ruimte in je borstkas op twee manieren groter maken. Door je borstkas uit te zetten (borstademhaling) of door je middenrif naar beneden te trekken(buikademhaling). Bij buikademhaling komt je buik iets naar voren, waardoor je midderif naar beneden trekt. Probeer beide manieren van ademhaling maar eens.

11. *Leg uit hoe je zelf ademhaalt. Gebruik daarbij de woorden borst- en buikademhaling.*

_____

_____

_____

_____

_____

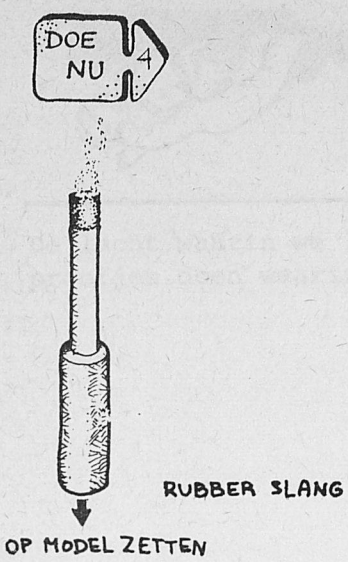
12. *Laat je met het longmodel borstademhaling of buikademhaling zien?*

_____

Leg je antwoord uit.

_____

_____



Je kunt het longmodel een sigaret laten roken.

Je hebt extra nodig
- *sigaret, lucifers*
- *2 korte rubber slangetjes*
- *glazenbuisje gevuld met watten*

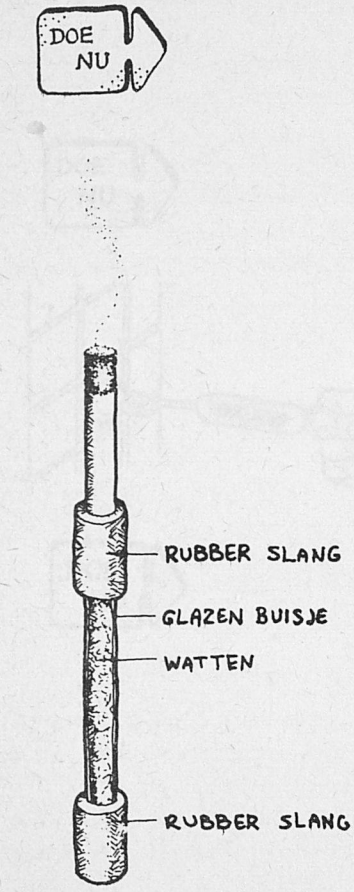
Zet nu de sigaret met de rubberslang op het longmodel

13. Wat zie je gebeuren in de longen?

_____

_____

_____



Je kunt het longmodel ook laten roken door een filter. Gebruik daarvoor het glazen buisje met watten.

14. Wat merk je nu?

_____

15. Veel mensen denken dat het veiliger is sigaretten met filter te roken. Wat vind jij daarvan?

_____

_____

_____

_____

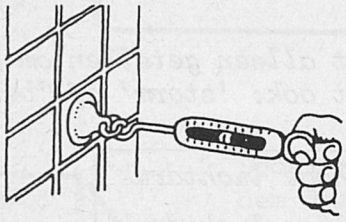
de druk van de lucht

De lucht waarin we leven oefent een flinke druk uit. Je gaat nu een aantal proefjes doen waarin je ziet of voelt wat die luchtdruk doen kan.

Je hebt nodig:

- *ballon of plastik zakje*
- *een zuignap met haak*
- *een unster*
- *een platte lat en kranten*
- *een goed afsluitbaar blik*
- *een brander met driepoot en lucifers*
- *een barometer*
- *een bak water en een plastic bekertje*

Duw een flinke zuignap, die je een beetje vochtig hebt gemaakt, stevig op een glad oppervlak. Probeer met een sterke veerunster de zuignap er vanaf te trekken.



1. *Hoe groot is de kracht die je moet uitoefenen?* _____ N

2. *Kun je verklaren waarom de zuignap makkelijk loslaat als hij op de voeg tussen twee tegels wordt gedrukt?*

_____

_____

Leg een opengevouwen krant over de lat plat op tafel. Wrijf de krant zo vlak mogelijk op het tafeloppervlak. Zorg dat er haast geen lucht onder de krant zit. Sla nu op het uiteinde van de lat.

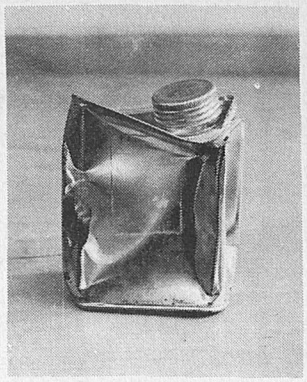
3. *Wat zie je?*

_____

4. *Neem een halve krant en een nieuwe lat. Sla weer op de lat. Wat verandert er?*

_____

_____

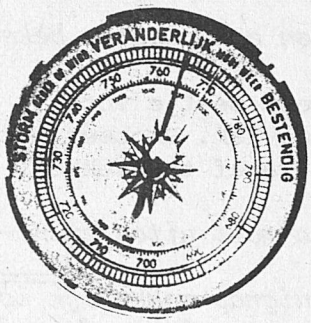


Neem een goed afsluitbaar blik (bijvoorbeeld verf- of olieblik). Doe er een half bekertje water in en breng het aan de kook zonder dat de dop op het blik zit. Laat het water goed doorkoken. Dan verdrijft de stoom de lucht uit het blik.
Zet de gasbrander uit en sluit het blik goed af. Als je er nu water overheen giet, koelt het blik (én de waterdamp er binnenin) af. Daardoor wordt de druk binnenin erg klein;

5. *Wat zie je gebeuren?*

_____

Een instrument om de luchtdruk te meten is de barometer. Het meest gebruikte type is de metaalbarometer. Die bestaat uit een luchtledig metalen doosje met een dun gegolfd deksel.
Aan een sterke veer zit een wijzer vast. Deze wijst de barometerstand aan.

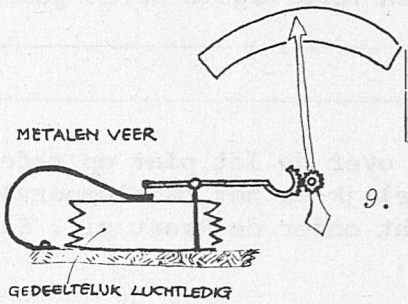


6. *Kleur de metalen doos rood.*

7. *De luchtdruk stijgt. Daardoor beweegt de wijzer. Geef met een pijl de richting aan waarin de wijzer beweegt.*

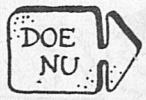
8. *Op een barometer staan niet alleen getallen om de druk aan te geven. Er staat ook: 'storm' of 'bestendig'. Streep door:*

Storm/bestendig staat bij hoge luchtdruk
Storm/bestendig staat bij lage luchtdruk



9. *De metalen veer aan de doos is kapot gegaan. Kun je de barometer nog goed gebruiken? Wat kan er fout gaan?*

_____

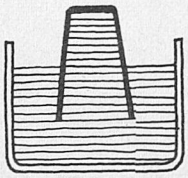


Je dompelt een plastic bekertje in een bak met water. Je trekt het ondersteboven omhoog (niet uit het water). Het water blijft in het bekertje zitten.

10. *Leg uit hoe dit kan. Gebruik het woordt luchtdruk.*

_____

_____



11. *Wat zou er gebeuren als je een gaatje in de bodem van het bekertje zou prikken?*

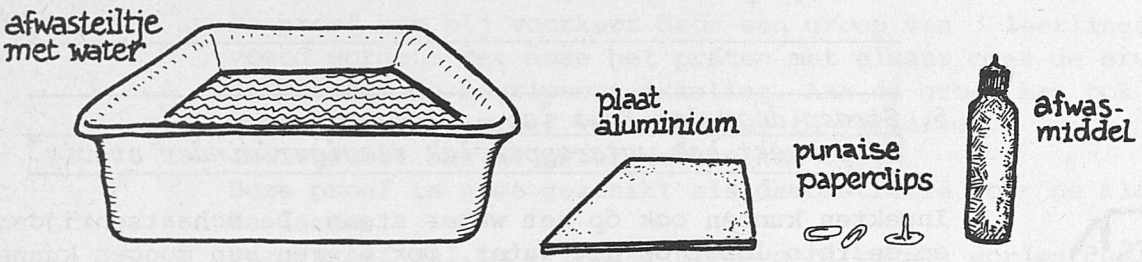
_____

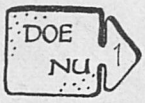
_____

óp het water staan

Hout drijft in water. Duw je het ónder, dan gaat het toch weer drijven. Dat heb je wel eens gezien. Hier ga je onderzoeken of je ook andere dingen óp het water kunt leggen.

Je hebt nodig:
- *een afwasteiltje*
- *een plaat aluminium (bijvoorbeeld 20cm x 20cm)*
- *twee paperclips*
- *een punaise*
- *een flesje afwasmiddel*
- *handdoek*





Spoel de bak goed schoon met water zonder afwasmiddel. Vul hem daarna half met water. Spoel de aluminiumplaat ook goed schoon. Probeer of je de plaat aluminium óp het water kunt leggen zonder dat hij zinkt. Als dat niet lukt moet je alles nog eens goed schoonspoelen en nieuw water nemen.

1. *Teken de drijvende plaat. Let op het wateroppervlak.*

tekening

Duw de plaat nu onder water. Je moet dit met schone, goed met water afgespoelde handen doen.

2. *Wat is het verschil met een blokje hout dat je onder-gedwud hebt?*

_____

_____

DOE NU 3

Probeer nu een paperclip en een punaise ook op het water te laten drijven. Zie plaatje.

3. *Wat kun je nog meer voor platte dingen op het water laten drijven? Schrijf op welke dingen dat waren.*

_____

_____

DOE NU 4

Laat de paperclip en de punaise drijven. Doe een druppel afwasmiddel in de bak. Kijk goed wat er gebeurt.

4. *Schrijf op wat je zag:*

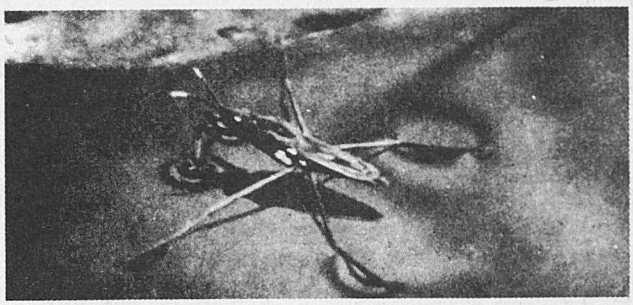
_____

_____

5. *Streep door wat fout is:*
Zeep maakt het wateroppervlak steviger/minder stevig.

LEES 5

Insekten kunnen ook óp het water staan. De schaatsenrijder op de foto loopt óp het water. Ook eieren van muggen kunnen aan het wateroppervlak hangen.



6. *De schaatsenrijder op de foto staat óp het water. Staat het water rond de poten omhoog of naar beneden?*

_____

7. *In ons land tref je die schaatsenrijders minder aan dan vroeger. Noem een oorzaak.*

_____

_____

? 6

Naast elkaar liggen een geodriehoek en een (houten) potlood op het water. Je doet een heel klein druppeltje zeep in het water.

8. *Wat zal er gaan gebeuren?*

_____

_____

_____

leraren handleiding

worden elektriciteitsdraden warm?

Doelen

- De leerlingen voelen 'aan den lijve' dat draden warm(er) worden als er (meer)lampen aan staan.
- De leerlingen kunnen de angst voor stroom (bij lage spanning) overwinnen.
- De leerlingen kunnen een verband leggen tussen de opgedane ervaringen en veiligheid in huis.

Leerstof

Deze proef kan zowel gebruikt worden in een lessenserie over elektrische stromen als over energie.
Ze past bij veiligheidsvoorzieningen bij elektriciteit in huis en is ontleend aan het PLON-thema "Energie Thuis", blz. 30 e.v.
Het daarvermelde onderzoekje gaat dieper in op de werking van de zekering en op de hoeveelheid ontwikkelde energie in een draad: $E = V.I.t$.

Werkwijze

De proef kan bij voorkeur door een groep van 3 leerlingen uitgevoerd worden. Met name het praten met elkaar over de ervaringen stimuleert de begripsontwikkeling. Aan de groep kan ook gevraagd worden over de proef voor de klas te vertellen.
Individueel aan de proef werken kan ook.
Deze proef is niet geschikt als demonstratie voor de klas door de leraar.
Deze proef zal in 1 lesuur uitgevoerd kunnen worden. De leraar kan accepteren dat sommige leerlingen niet klaarkomen met de proef.

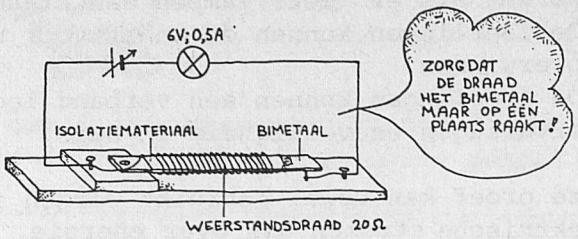
Wat kun je aan de antwoorden zien?

Er zijn enkele vragen die de leraar informatie kunnen geven over het niveau waarop de leerling met deze proef gewerkt heeft.
Bijvoorbeeld vraag 6: wat leer je uit de proef. Het minste dat je van een leerling mag verwachten als antwoord is zoiets als: "dat de draad warm wordt". Veel beter is al: "dat de draad warmer wordt bij meer lampjes". Een leerling die antwoordt dat de draad "warmer wordt als er een grotere stroom gaat lopen" kan de abstrakte denkstap van 'lampjes' naar 'stroom' maken. Ook de vragen 10 en 11 kunnen informatie geven over het niveau van de leerling geven.

Verdiepingsmogelijkheden

Er zijn verdiepingsmogelijkheden
a. *onderzoekend* door leerlingen eigen vragen laten uitzoeken naar aanleiding van dze proef. Bijvoorbeeld: andere lampjes nemen, zelf een andere gloeispiraal laten kiezen.
Leerlingen worden gestimuleerd tot onderzoeken door ze een vraag te laten maken die begint met: "Wat gebeurt er als ik...?"
Dat noemen we een *werkvraag*.
Voor de beveiliging van het materiaal (lampjes, ampèremeter, spanningskastje) is het noodzakelijk dat de leerlingen eerst toestemming vragen om hun *werkvraag* uit te proberen. Laat hen bijvoorbeeld de schakeling tekenen en het te gebruiken materiaal opschrijven.

b. *technisch* door een apparaat te laten maken waarin het verschijnsel toegepast wordt: bijvoorbeeld een knipperlicht uit het PLON-thema "Schakelen en regelen" blz. 7.



c. *wetenschappelijk* door met een voltmeter de spanning over de lampjes en de gloeispiraal te laten meten.
d. *maatschappelijk* door bij een installatiebedrijf naar veiligheidsvoorzieningen in elektrische installaties te laten vragen.
e. *omgevingsgericht* door ze een (uitgeschakelde!) stoppenkast te laten onderzoeken.

leraren handleiding

de druk van je longen

Doelen

- De leerling krijgt een idee van de grootte van de druk die hij met zijn longen moet leveren om een ballon op te blazen.
- De leerling ervaart dat je druk kan meten met water.

Leerstof

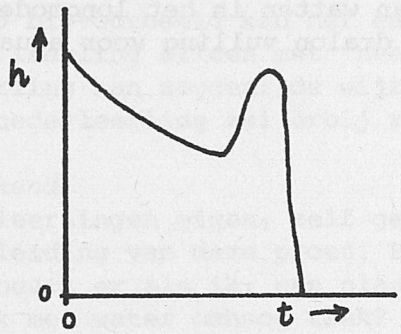
Deze proef past bij een kennismaking met het begrip luchtdruk en ook bij de bespreking van drukmeters (watermanometers).
Je kunt deze proef bij natuuronderwijs inpassen in een lessenserie over metingen aan jezelf. Probeer dan NIET om het water zo hoog mogelijk te blazen. Bij het plotseling laten dalen van de druk kunnen de longen in elkaar klappen.
De proef is afkomstig uit het tweede klas PLON-thema 'Leven in lucht', pagina 27. Hierin staan veel oriënterende experimenten over lucht en luchtdruk.

Werkwijze

De leerlingen voeren de proef alleen of met tweetallen uit. Het is een korte proef, die ruim binnen één lesuur past.

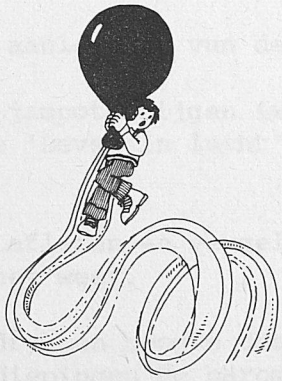
Verdiepingsmogelijkheden

De leerlingen kun je ook een grafiek laten schetsen van de hoogte van het water als funktie van de tijd bij leeglopen. Die grafiek ziet er ongeveer zó uit:



Praktische aanwijzingen

De drukmeter kan gemaakt worden van een plastic fles, waarin een dubbel doorboorde rubberstop op kurk past. Door de kurk steken glazen buizen, waarop een lang- en een kort stuk plasic slang is gevestigd. Voor normale ballonnen is een 30 cm lange slang voldoende.



leraren handleiding

de werking van onze longen

Doelen

- De leerling leert aan de hand van een model hoe buikademhaling werkt. Hij ziet hoe in het model de longen groter worden en lucht opzuigen als het middenrif naar beneden gaat.
- De leerling leert dat sigarettenrook een bruine aanslag in je longen achterlaat.

Leerstof

Deze proef past in een lessenserie over luchtdruk bij het vak natuurkunde. Ook kan deze proef gebruikt worden bij natuuronderwijs om de werking van de longen te demonstreren. De proef is afkomstig uit het tweede klas PLON-thema 'Leven in lucht', pagina 25.

Werkwijze

Deze proef wordt met tweetallen uitgevoerd. Dat kan binnen één lesuur. Bij voorkeur in een cirkuspraktikum.

Wat kun je aan de antwoorden zien?

Op vraag 5 zijn verschillende antwoorden mogelijk, die inzicht geven in het kunnen van de leerling. 'Het plastic naar boven duwen' is goed. 'De ruimte rond de longen kleiner maken, door het plastic omhoog te duwen' is algemener. De leerling die dát antwoordt, heeft méér begrepen.

Praktische aanwijzingen

In plaats van watten in het longmodel en in het glazen pijpje, kan ook dralon vulling voor aquariumfilters gebruikt worden.

leraren handleiding

de druk van de lucht

Doelen
- De leerling ervaart dat er luchtdruk is.
- De leerling merkt dat de luchtdruk verrassend grote krachten kan uitoefenen.

Leerstof

Deze proeven passen aan het begin van een lessenserie over druk. Ze zijn afkomstig uit het PLON-thema 'Leven in lucht', pagina 17 e.v. Daar staan nog meer proeven waarmee leerlingen gevoel kunnen krijgen voor de grootte van de luchtdruk en voor de gevolgen van die luchtdruk in het dagelijks leven.

Werkwijze

Deze proeven kunnen door de leerlingen zelf in groepen worden gedaan. Bijvoorbeeld in de vorm van een cirkuspraktikum.
Ze zijn ook als demonstratieproef te tonen. Het ineenschrompelende blik is daarvoor voldoende spectaculair. Denk erom: het valt niet mee om het hete blik zonder je handen te branden goed af te sluiten. Desgewenst kunnen de leerlingen één of enkele proeven thuis herhalen.

Wat kun je aan de antwoorden zien?

De opdrachten zijn zo gemaakt dat álle leerlingen na de proeven een antwoord kunnen geven. In de antwoorden kunnen wat niveau's onderscheiden worden: van een enkel woord (luchtduk) tot een zin (de luchtdruk duwt...).
Bij vraag 9 bijvoorbeeld kan het eerste deel van de vraag door een zwakke leerling alleen met 'nee' beantwoord worden. Een betere leerling kan zeggen: de wijzer wijst verkeerd aan.
Een heel goede leerling zal erbij zetten waarom.

Verdiepingsmogelijkheden

a *Onderzoekend.*
Laat de leerlingen eigen, zelf geformuleerde vragen uitzoeken naar aanleiding van deze proef. Bijvoorbeeld:
- wat gebeurt er als ik: een plastic fles onderste boven in een bak met water omhoog trek?
- wat gebeurt er als ik: een gaatje in de bodem van die fles prik?
- wat gebeurt er met het waterniveau als ik een lange afgesloten plastic slang uit de bak met water omhoog trek?

of:
- hoe kan ik het blik weer uitgedeukt krijgen?
- hoe kan ik een grote zuignap van de muur trekken?

b *Technisch.*
Laat de leerlingen vragen uitzoeken naar aanleiding van deze proeven. Bijvoorbeeld:
- hoe kun je een deksel heel vast op een jampot krijgen (wecken)?

Of laat ze een eigen barometer maken (zie 'Leven in lucht', rommelpakket).

c *Omgevingsgericht.*
De leerlingen kunnen hun eigen barometer aflezen en vergelijken met de luchtdruk in de krant en met het weer.

d *Wetenschappelijk.*
Onderzoeken van het verband tussen luchtdruk en hoogte door in een hoog flatgebouw op verschillende verdiepingen de barometer af te lezen. Lezen van leesteksten over luchtdruk (pagina 46 van Leven in lucht).

Praktische aanwijzingen

- Maak de randen van de zuignap eerst even vochtig. Werk op een glad oppervlak. In verband met beschadigingen geen korte ruk geven.

- De proef met de krant gaat goed mits er enkele vellen van de krant zo plat mogelijk op het grootste gedeelte van een dunne lat wordt gelegd. Lat bijvoorbeeld 5 x 20 x 400 mm.

- Gebruik een handschoen en doeken om geen brandwonden op te lopen. Schenk slechts een half kopje water in het blik. Anders duurt het te lang voordat het water kookt.

leraren handleiding

óp het water staan

Doelen

- De leerling doet een aantal ervaringen op met 'oppervlaktespanning' (zonder dat dat begrip precies omschreven wordt).
- De leerling merkt dat óp het water staan iets geheel anders is dan gewoon drijven van een blokje hout bijvoorbeeld.
- De leerling leert dat sommige waterinsecten dankzij de oppervlaktespanning over het water kunnen lopen.
- De leerling leert dat een klein beetje zeep in het oppervlaktewater gevolgen kan hebben voor die beestjes.
- De leerling leert precies en zorgvuldig werken.

Leerstof

Deze proeven passen bij lessen over bekende en onbekende eigenschappen van water, bekeken vanuit de natuurkundige hoek. Ze zijn ook te gebruiken bij natuuronderwijslessen over de vele, verschillende eigenschappen van een alledaagse vloeistof als water.
Deze proef is afkomstig uit het tweede klas PLON-thema 'Werken met water', (pagina 25 e.v.).

Werkwijze

Deze proeven kunnen het best met tweetallen worden gedaan. De proef met de drijvende plaat kan vooraf als demonstratie worden uitgevoerd. Daarna is het een uitdaging voor de leerling om zélf de punaise te laten drijven.
Deze proeven worden in één lesuur uitgevoerd.

Wat kun je aan de antwoorden zien?

De bedoeling van deze vraag is dat de leerling goed naar het wateroppervlak kijkt. Een doorsnede tekening geeft dan het beste aan dat de plaat het wateroppervlak een beetje indrukt of dat het water een bol randje heeft vlakbij de plaat. Laat de leerlingen hier vrij in de tekening die ze maken. Daarna kunnen ze bij elkaar kijken wie de duidelijkste tekening heeft gemaakt.
Bij vraag 3 moet blijken of het verschil tussen drijven van hout en óp het water drijven goed is begrepen. Enkele platte dingen die je op het wateroppervlak kunt leggen zijn: geo-driehoek, stukje metaaldraad, grote paperclip, voorwerpsglaasje. Ook hout drijft. Duw je het ónder, dan komt het weer omhoog, dit in tegenstelling tot eerder genoemde voorwerpen.
Vraag 4 kan met één woord beantwoord worden (zinken). Ook kan een preciezere waarneming opgeschreven worden (de paperclip schiet van de druppel weg en zinkt daarna).
Bij vraag 8 is een tipje zeep ruim voldoende. Een leerling die zegt dat 'het gaat schuimen' fantaseert of is veel te ruig met de zeep omgesprongen. Het is de bedoeling dat de leerling de proef écht uitvoert. Beide voorwerpen schieten weg door toevoeging van zeep. Soms zullen ze draaien. De geo-driehoek zinkt; het houten potlood zéker niet.

Verdiepingsmogelijkheden

a *Onderzoekend.*
Laat de leerlingen antwoorden proberen te vinden op zelf geformuleerde vragen van het soort:
"wat gebeurt er als ik...?" of "hoe kan ik...?"

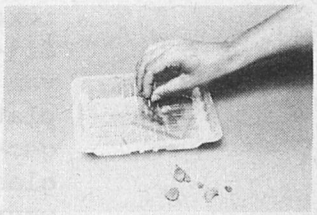
b *Natuur.*
Door het omhoogtrekken van water in dunne buizen of in papier te bekijken en die ervaring te koppelen aan het watertransport in planten.

c *Technisch.*
Door het lezen over de produktie van zeep en zeep zélf te maken.
Ook de wassende werking van water kan bestudeerd worden. daarbij kan de inhoud van 50 druppels gewoon en 50 druppels zeepwater met elkaar vergeleken worden.

d *Wetenschappelijk.*
Meet de oppervlaktespanning van water door een plaatje of ring met een unster uit het water omhoog te trekken. De oppervlaktespanning van verschillende vloeistoffen (water, spiritus, zeepwater) kan dan vergeleken worden. (Zie 'Werken met water', pagina 25).

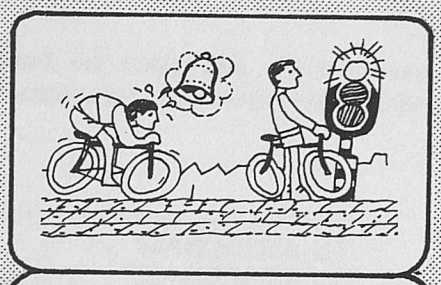
Praktische aanwijzingen

Zorg dat het materiaal goed schoon is. Een spoortje zeep vermindert de oppervlaktespanning al danig. Alle materiaal moet verschillende malen met schoon water gespoeld worden. De voorwerpen die op het water gelegd worden moeten bij voordeur iets vettig gemaakt worden, vooral op de hoeken. In plaats van de aluminium plaat kan ook een (goed vlak) stukje muggengaas gebruikt worden. Dit heeft nóg meer rand vergeleken met zijn gewicht. Voorwerpen die ook op het wateroppervlak gelegd kunnen worden zijn bijvoorbeeld: een perspex plaatje, een objektglaasje, een grote paperclip en een plaatje muggengaas (plastic of metaal).

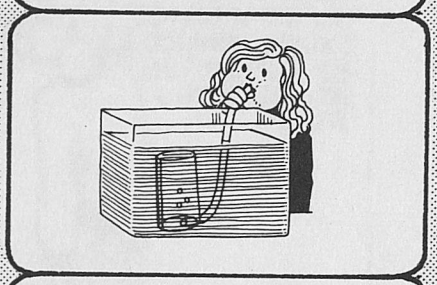


2. echte metingen

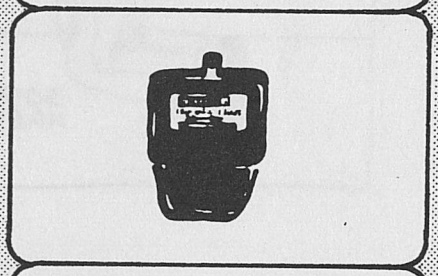
reaktietijd



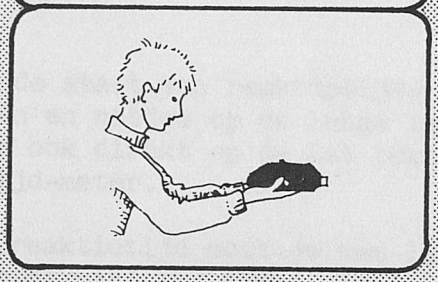
longvolume



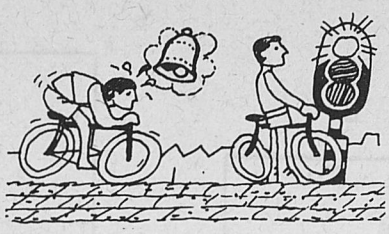
meten met de kWh-meter



een brommer keuren



Metingen doe je niet alleen in de natuurkundeles. In de dagelijkse omgeving van leerlingen wordt ook veel gemeten. Bijvoorbeeld het energiegebruik thuis, het geluidsniveau van een brommer. De leerlingen gaan meten met echte apparaten (soms simpel nagebouwd) en kunnen conclusies trekken uit hun metingen.

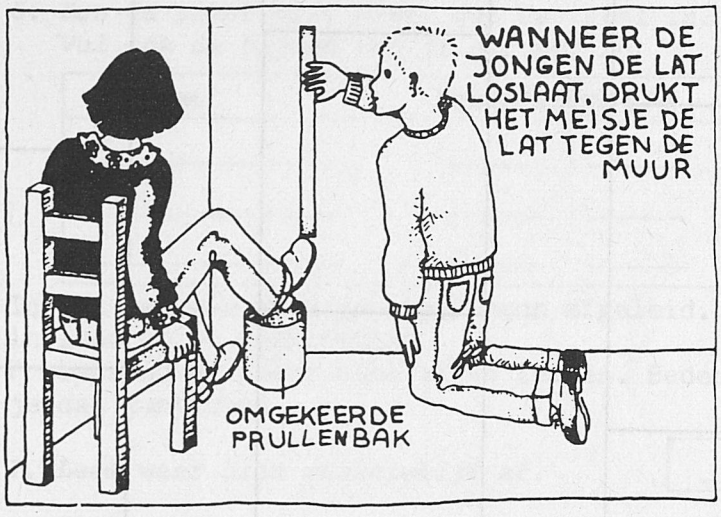


reaktietijd

In het verkeer moet je op onverwachte situaties reageren. Een kind steekt plotseling over. Een auto komt opeens van rechts. Je moet zo snel mogelijk remmen. Of zo snel mogelijk je stuur omgooien. De tijd tussen het gevaar zien en iets doen heet reaktietijd.

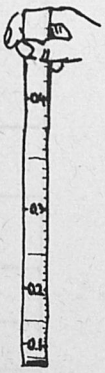
Na de proef moet je weten hoe groot jouw reaktietijd is.

Je hebt nodig:
- *een schaar, lijm*
- *een lat van 3 cm breed en ongeveer 80 cm lang*
- *een voetsteun, bijvoorbeeld een omgekeerde prullebak*



Op de volgende bladzijde staat een reaktietijd- schaal. Deze moet je uitknippen en netjes op de lange lat plakken. Je kunt de lijnen ook direkt op de lat tekenen. Dit wordt je reaktietijd-meter.

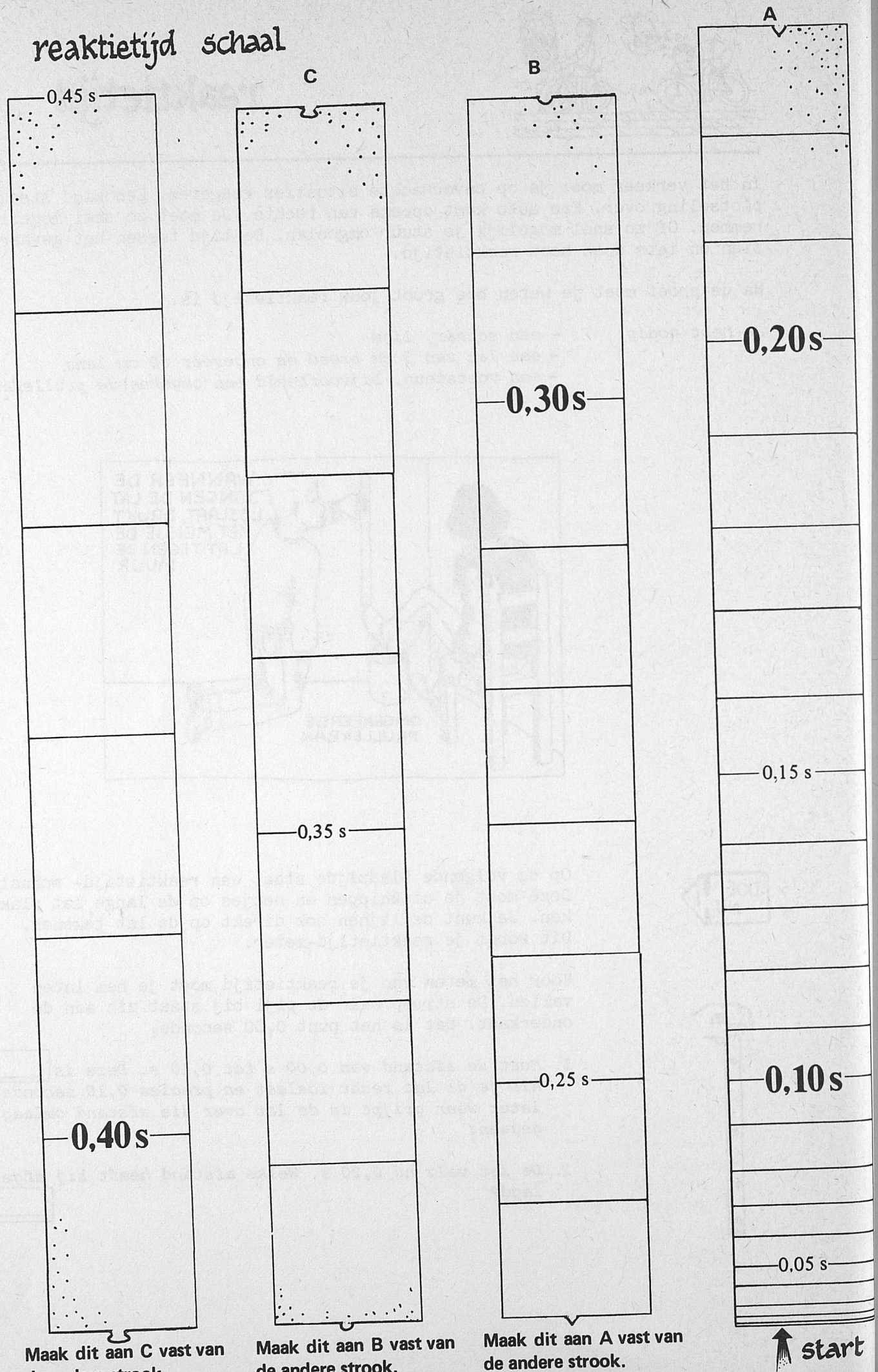
Voor het meten van je reaktietijd moet je hem laten vallen. De streep waar de pijl bij staat zit aan de onderkant. Dat is het punt 0,00 seconde.



1. *Meet de afstand van 0,00 s tot 0,10 s. Deze is* _____ cm
   Als je de lat recht loslaat en precies 0,10 seconde later weer grijpt is de lat over die afstand omlaag gegaan.

2. *De lat valt nu 0,20 s. Welke afstand heeft hij afgelegd?* _____ cm

reaktietijd schaal



Maak dit aan C vast van

Maak dit aan B vast van de andere strook.

Maak dit aan A vast van de andere strook.

3. *Lees op de lat af hoe lang hij erover doet om 50 cm te vallen.* _____ s

4. *De afstand tussen de 0,10 s strepen wordt steeds groter. Hoe komt dat? Schrijf je antwoord op.*

_____

_____

DOE NU 2

Voer nu de proef uit. Zie tekening.
Hou de onderste lijn (0,00 s) op de hoogte van je voet. Druk met je voet de lat tegen de muur zodra je hem ziet vallen. Je kunt dan je reaktietijd aflezen.

5. *Lees je reaktietijd af. Deze is:* _____ s

6. *Doe de proef drie keer. Vul de tabel in. Vul ook de tijden van je partner in.*

naam	reaktietijd (s)		
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

DOE NU 3

In het verkeer word je nogal eens afgeleid. Dat heeft invloed op je reaktietijd.
Probeer nu de ander eens af te leiden. Bedenk zelf hoe je dat kunt doen.

7. *Lees weer zijn reaktietijd af.* _____ s

8. *Vul in:*

mijn reaktietijd ligt tussen _____ s en _____ s.

? 4

Met een fiets rij je ongeveer 5 m/s (18 km/h), met een brommer 10 m/s (36 km/h). Op de snelweg rijdt een auto ongeveer 25 m/s (90 km/h).

9. *Reken uit hoeveel meter je door je reaktietijd aflegt vóórdat je begint te remmen.*

fiets: _____

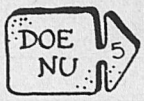
brommer: _____

auto: _____

Als je begint te remmen, sta je nog niet onmiddellijk stil. Je legt nog een aantal meters af.

10. *Noem nog drie dingen op,die van invloed zijn op de afstand die je dan nog aflegt.*

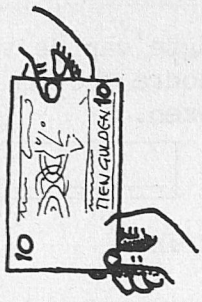
- _____
- _____
- _____



Je kunt met de lat ook de reaktietijd van je vingers meten.

11. Bedenk zelf hoe dat kan.
Meet je (vinger) reaktietijd. Deze is: _____ s

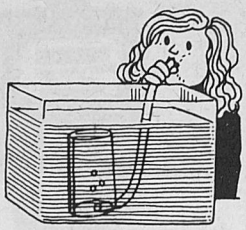
12. Hoe groot is de afstand die door de vallende lat in die tijd is afgelegd?
_____ m



13. Durf je iemand een briefje van tien te beloven, als hij het tussen z'n vingers kan pakken, zodra jij het loslaat?
Waarom (niet)?

_____

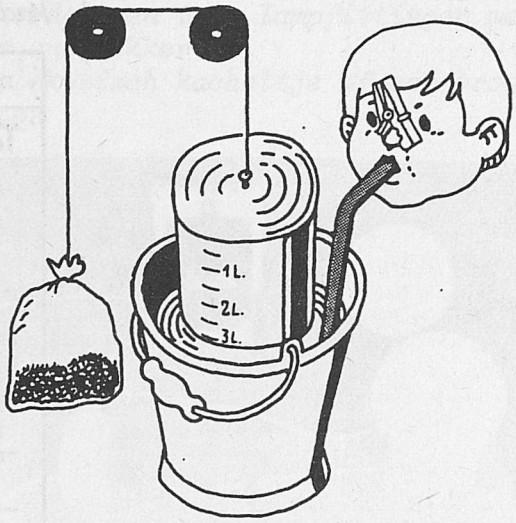
_____

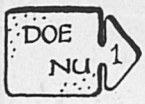


longvolume

Bij de sportkeuring wordt je longvolume meestal gemeten. Dat ga je in deze proef ook doen. Voor de klas staat een zelfgemaakte longvolume meter. Hij bestaat uit een grote en een kleine plastic bak. In de kleine, omgekeerde bak mondt een slang uit. Daar blaas je de lucht van je longen in. Op de kleine bak staan liter-streepjes aangegeven.

Je hebt nodig: - een longvolume-meter (spirometer)





In deze proef ga je eerst gewoon in- en uitademen. Daarna zo diep mogelijk. Blaas de uitgeademde lucht in de buis.
Bij uitademen in de buis, komt er lucht in de omgekeerde bak bij.

1. *Kleur de ruimte waar lucht bijkomt rood.*

2. *Adem gewoon in. Blaas de uitgeademde lucht in de buis. Hoeveel lucht ademde je uit?* _____ l

3. *Het is nauwkeuriger om 5x de uitgeademde lucht op te vangen en het gemiddelde te bepalen. Hoeveel lucht ademde je in vijf keer uit?* _____ l

   Dat is gemiddeld per keer _____ l

4. *Harrie beweert dat het antwoord op vraag 3 niet het volume van zijn longen is. Heeft hij gelijk?*

   Uitleg: _____

   _____

   _____

Loop enkele keren snel een trap op en af. Adem direkt daarna weer 5 keer de lucht uit in de buis.

5. *Hoeveel lucht ademde je in 5 keer uit?* _____ l

Dat is gemiddeld per keer? _____ l

Zal een sporter een groter longvolume hebben dan iemand die geen sport doet? Meet het longvolume van je klasgenoten en vraag op of ze wel of niet aan sport doen.

6. *Maak een grote tabel*

naam	sporter	volume (l)
Ton	+	4,5

7. *Is het waar dat sporters een groter longvolume hebben dan niet-sporters?*

_____

_____

_____

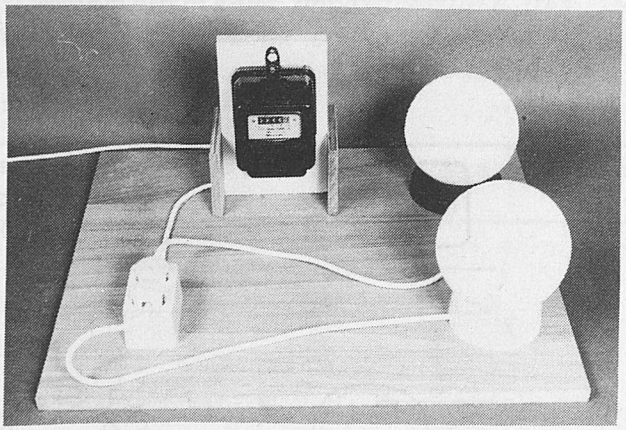
_____

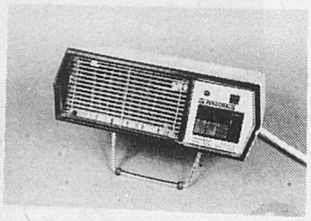
meten met de kWh-meter

Thuis gebruik je elektrische energie. Dat kost geld. Hoeveel? Dat hangt af van het verbruik. Je kunt dit aflezen op de kilowatt-uur meter (afgekort kWh-meter). Die meter zit in de meterkast thuis.

Hier leer je werken met de kWh-meter. Je meet het energieverbruik van enkele apparaten. Welke zijn daarvan de grote energieverslinders?

Je hebt nodig:
- *op een plank gemonteerde kWh-meter met stekkerdoos en twee lampfittingen met snoer en stekker*
- *een elektrisch kacheltje of een broodrooster*





DOE NU 1

Stop de stekker van de kWh-meter in het stopcontact. Doe de stekker van één lamp in de stekkerdoos. Je ziet de schijf van de kWh-meter draaien.

1. *Op de kWh-meter staat hoeveel omwentelingen de schijf maakt voor 1 kWh.*

   1kWh = _____ omw

2. *Als de lamp brandt, draait de schijf. Let op het rode streepje op de schijf. Tel hoeveel omwentelingen de schijf maakt in 5 minuten.*

   _____ omw

3. *Hoeveel omwentelingen zou de schijf maken als de lamp 1 uur aan zou staan?*

   _____ omw

voorbeeld

Als de lamp brandt, maakt de schijf in 5 minuten 6 omwentelingen.

Eén uur = 12 x 5 minuten.

De schijf zal in 1 uur dus 12 x 6 omwentelingen maken = 72 omwentelingen.

Op de meter staat bijvoorbeeld: 1kWh = 1200 omwentelingen.

De lamp gebruikt in 1 uur $\frac{72}{1200}$ kWh = 0,06 kWh elektrische energie

Je moet voor 1 kWh 30 cent betalen.

Als de lamp 1 uur brandt kost dit dus: $\frac{72}{1200}$ x 30 cent; bijna 2 cent.

4. *Hoeveel kWh gebruikt jouw lamp als hij 1 uur aanstaat*

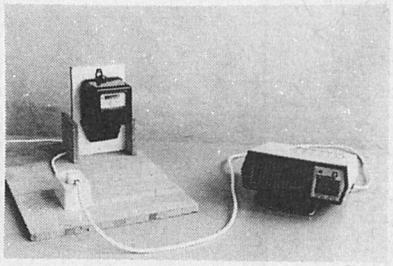
_____ kWh

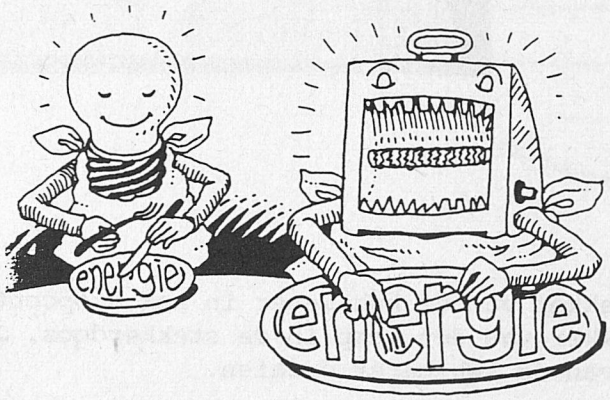
5. *Hoeveel kost het om jouw lamp 1 uur te laten branden? 1 kWh kost 30 cent.*

_____ ct

DOE NU 2

Sluit nu het elektrisch kacheltje of de broodrooster aan. Ze produceren allebei flink wat warmte (en haast geen licht).





6. *Meet het energieverbruik van het kacheltje in vijf minuten.*

_____ _____

7. *Hoeveel energie gebruikt het kacheltje als het 1 uur brandt?*

_____

8. *Vergelijk de kosten van één uur verwarmen met die van één uur verlichten.*

_____

_____

LEES 3

Je kunt de energie die een lamp zal verbruiken ook op de lamp zelf aflezen.
Een lamp van 60 W, die 1 uur (afkorting h van hour = uur) aanstaat, gebruikt

$$60 \text{ watt.uur} = \frac{60}{1000} \text{ kilowatt.uur} = 0{,}06 \text{ kWh}$$

Ook bij andere apparaten kun je dat aflezen.
Een straalkacheltje van 2000 W, dat 2 uur aanstaat, gebruikt:

2000 x 2 watt.uur = 4 kWh

voorbeeld

9. *Reken uit hoeveel energie een digitale klok van 3 watt in 24 uur gebruikt.*

_____

_____

DOE NU 4

10. *Maak een lijst van elektrische apparaten die bij jou thuis gebruikt worden. Zoek op hoeveel watt ze opnemen. Je kunt dat meestal op een plaatje op het apparaat vinden*

apparaat	aantal watts	hoe lang staan ze aan op een dag
• _____	_____	_____
• _____	_____	_____
• _____	_____	_____
• _____	_____	_____

DOE NU 5

Lees drie dagen lang de kWh-meter thuis af. Doe dit iedere dag op hetzelfde tijdstip.

11. *Noteer je resultaten in een tabel.*

	stand meter	*verbruik*	*kosten*
dag 1	_____		
dag 2	_____	_____	_____
dag 3	_____	_____	_____

? 6

12. *Welke apparaten zijn bij jullie thuis energievreters?*

_____

_____

13. *Zou je die energievreters kunnen missen? Waarom (niet)?*

_____

_____

_____

14. *Welke elektrische apparaten gebruik je bij de praktijkvakken? Schrijf erbij hoeveel watt ze zijn.*

- _____ _____ W
- _____ _____ W
- _____ _____ W
- _____ _____ W

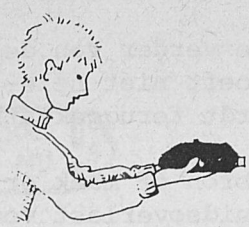
15. *Waarom is een boormachine van 400 W in het gebruik minder duur dan een lamp van 100 W?*

_____

_____

_____

_____



een brommer keuren op geluidshinder

Bromfietsen maken lawaai. Veel mensen hebben daar last van. Om de lawaai-overlast te beperken mogen brommers niet meer dan 73 decibel geluid maken. Dit is in de wet vastgelegd.

In dit onderzoek ga je na of een brommer aan de wettelijke normen voldoet.

Je hebt nodig:
- *een dB-meter*
- *een brommer*

DOE NU 1

De geluidssterkte meet je in decibels. Afgekort dB's. Je moet eerst de dB-meter leren gebruiken. Hoe dat moet staat hieronder.

instruktie dB

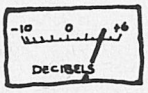
instelling

1. Schakel het apparaat in. Gebruik daarbij de knop 'range'.
2. In de stand 'batt' kontroleer je de batterijen. Slaat de wijzer uit tot het rode vakje 'batt' op de schaal, dan zijn de batterijen nog goed.
3. De knop 'weighting' zet je in stand A. De meter reageert dan net zo als het menselijk oor op geluidssterkte.
4. De knop 'response' zet je op 'slow'. De wijzer wordt nu gedempt en reageert langzaam op wisselenden geluiden. In deze positie meet je een 'gemiddelde geluidssterkte".

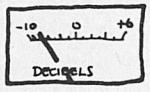
aflezing

Twee voorbeelden:

- De knop range staat op 100 decibel (dB)
  De wijzer staat op +4 (zie tekening hiernaast).
  de aflezing is dan 100 + 4 = 104 dB.



- De knop range staat nu op 80 dB.
  De wijzer op -6.
  de aflezing is dan 80 - 6 = 74 dB.

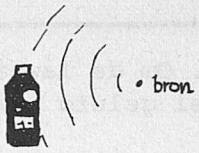


1. *Meet op verschillende plaatsen de geluidssterkte. Zoek heel zachte geluiden en ook heel harde.*

	plaats	geluidssterkte (dB)
zacht	• _____	_____
↓	• _____	_____
	• _____	_____
hard	• _____	_____

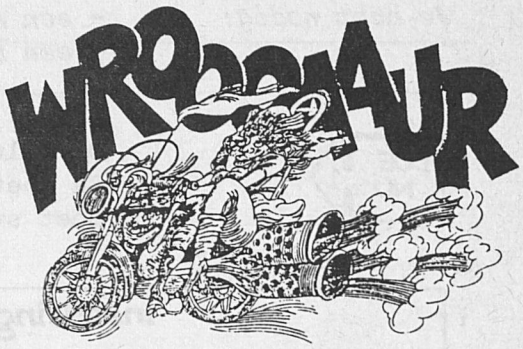
Buiten wordt geluid zachter als je verder van de geluidsbron af gaat staan. (Dit hoeft niet helemaal te kloppen als het geluid wordt teruggekaatst).

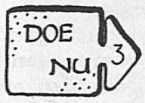
Zoek buiten een constante geluidsbron of maak er een (brommer, radio). Voorkom geluidsoverlast voor de rest van de school. Meet de geluidssterkte op 1 meter afstand. Vergroot de afstand totdat de dB-meter 3 dB minder aanwijst.



2. *De geluidssterkte op 1 meter afstand was* . . . . *dB*

De geluidssterkte was 3 dB minder op een afstand van . . . . *m*





Je gaat nu een brommer keuren. Er zijn twee soorten keuring. De *typekeuring* zoals die door de fabriek wordt uitgevoerd, en de *straatkeuring*, die de politie gebruikt bij de kontrole van brommers.

TYPEKEURING - stilstaande test

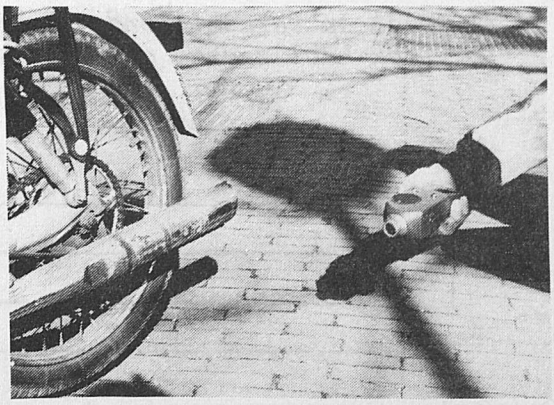
Hou de dB-meter op 50 cm afstand naast de uitlaat van een stilstaande brommer met draaiende motor.

3. *Meet de geluidsproduktie van de brommer.*

_____

4. *Vergelijk het resultaat met de maximale geluidsproduktie die volgens de wet is toegestaan; 96 dB.*

Konklusie: _____



typekeuring

DOE NU 4

TYPEKEURING - rijdende test

Meet de geluidsproduktie van een brommer die op 7,5 meter passeert.

5. *Stel de schaal in op 80. De maximale geluidsproduktie is:*

_____ dB

6. *Vergelijk het resultaat met de norm voor maximale geluidsproduktie 73 dB.*

Konklusie: _____

DOE NU 5

STRAATKEURING

Je gaat nu de keuring uitvoeren zoals de politie die ook toepast om lawaaierige, opgevoerde brommers te kontroleren op geluidsoverlast.

Plaats de dB-meter op 50 cm afstand *naast* de uitlaat van een stilstaande brommer met draaiende motor. Draai de gastoevoer enkele malen open en dicht.

7. *Meet de geluidssterkte.* _____

8. *Vergelijk dit resultaat met de norm voor de in dit geval geldende maximale geluidssterkte: 102 dB.*

Konklusie: _____

_____

leraren handleiding

reaktietijd

Doelen

- De leerling leert dat een vallend voorwerp een steeds grotere snelheid krijgt.
- De leerling legt verband tussen de reaktietijd en de reaktieweg in het verkeer.

Leerstof

Bij mechanika en de relatie hiervan met het verkeer.
Deze proef is afkomstig uit het PLON-thema 'Verkeer en Veiligheid' voor de 4e klas MAVO (pagina68 e.v.).
Je kunt de proef ook met jongere leerlingen doen.

Werkwijze

Deze proef moet met twee tot vier leerlingen uitgevoerd worden. De één laat de lat plotseling vallen, de ander reageert hierop. Het afleiden van de proefpersoon zorgt voor nogal wat levendigheid in de klas. Daardoor ontstaat een natuurlijke situatie die meer lijkt op wat in werkelijkheid, in het verkeer, gebeurt. Deze proef is uitvoerbaar binnen één lesuur, eventueel laat je de reaktiemeting met de hand weg.

Wat kun je aan de antwoorden

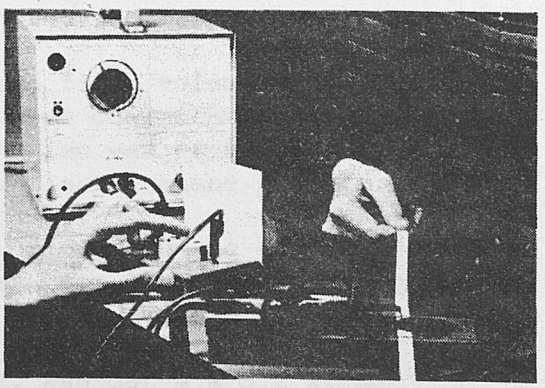
Vooral vraag 5 laat nogal wat eigen en verschillende formuleringen toe. Goed zijn bijvoorbeeld: 'de lat krijgt vaart', 'de snelheid wordt steeds groter', 'meer meter in dezelfde tijd', 'hij gaat steeds sneller door de zwaartekracht'. De leerling die zegt 'de snelheid wordt minder' heeft iets niet begrepen. De leerling die antwoordt: ' hoe langer het voorwerp daalt, hoe groter zijn valsnelheid wordt' geeft een knappe redenering die op juist begrip van het verband tussen afgelegde weg en snelheid bij vallende voorwerpen berust, maar geen antwoord op de vraag is. Ook het antwoord: 'door het vallen' is zeker niet fout, de redenering kan echter wel kompleter.

Verdiepingsmogelijkheden

Er zijn verdiepings en uitbreidingsmogelijkheden:

a. *Omgevingsgericht.*
Reaktietijden meten bij een stoplicht. Hoeveel tijd ligt er tussen het moment dat het stoplicht van kleur verandert en dat de verkeersdeelnemers iets beginnen te doen (schakelen, opstappen, op de trappers staan).

b. *Wetenschappelijk.*
Reaktietijden meten met een tijdtikker

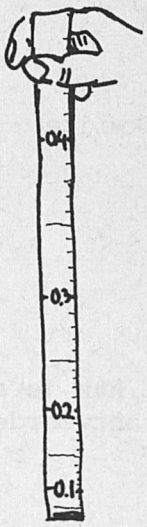


Reactietijd-meting met een tijdtikker.

Zie verder Verkeer en Veiligheid.

Praktische aanwijzingen

De lat mag korter zijn dan 1 m, aangezien de gemeten reaktietijden bij deze proef ongeveer 0,2 à 0,3 s zijn.
In het verkeer spreekt men ietwat overdreven van de 'schrikseconde'.



leraren handleiding

longvolume

Doelen

- De leerling voert een echte meting van zijn longvolume uit.
- Hij ziet hoe de hier gebruikte spirometer werkt.
- De leerling leert dat de hoeveelheid lucht die hij uitademt afhangt van de inspanning die hij zojuist geleverd heeft. (én van faktoren zoals bouw, sexe).

Leerstof

Deze proef past bij een lessenserie over lucht en luchtdruk. Hij kan ook goed gebruikt worden bij een lessenserie 'Metingen aan jezelf' bij bijvoorbeeld natuuronderwijs.
Ze is afkomstig uit het tweede klas PLON-thema 'Leven in lucht', pagina 26.

Werkwijze

Deze proef moet individueel op in tweetallen worden uitgevoerd. Is de long-volume meter kant en klaar, dan vraagt het meten van het individuele longvolume weinig tijd. Om na te gaan of er verband is tussen sportbeoefening en longvolume kun je het beste een grote tabel maken (of een flap ophangen):

naam	sporter	volume
Paul	+	6,0 l
Ton	-	5,0 l

Dit kost veel tijd. Je kunt het ook overslaan. Doe je dit onderzoek wel, dan kunnen parallel hieraan ofwel andere proeven over lucht gedaan worden, of andere metingen aan jezelf (zie bijvoorbeeld 'Druk van je longen', 'Behendigheidsspel', 'Reactietijd' uit dit boek). Verwerk die metingen dan ook in een grote tabel op een flap.

Wat kun je aan de antwoorden zien?

Vraag 4 is lastig en zal door zwakke leerlingen niet goed beantwoord kunnen worden. Accepteer het als leerlingen deze vraag overslaan. Alle leerlingen kunnen de eerste vragen goed beantwoorden. Bij het berekenen van het gemiddelde van 5 metingen zullen misschien rekenfouten optreden. Let er vooral op dat de leerlingen de goede grootte-orde van het volume opschrijven.

Verdiepingsmogelijkheden

- Lezen over de funktie van zuurstof in je bloed bij sportbeoefening en de manier waarop deze zuurstof rondgepompt wordt.
- Uitvoeren van andere sportkeuringsmetingen in de klas. Bijvoorbeeld: het meten van de hartslag voor en na een inspanning.

Praktische aanwijzingen

De omgekeerde plastic bak moet een flink volume hebben. Ten minste 5 l, liefst meer. Kies er een doorzichtige plastic (aquarium) bak voor. Je kunt dan zien wat er met het waternivo in de omgekeerde bak gebeurt. De plastic slang plak je met tape tegen de wand boven in de bak.
In plaats van acht keer de trap oplopen kun je ook in de klas zelf een inspanning leveren: tien keer langzaam kniebuigen of tien keer opdrukken.
Als je normaal ademhaalt vervang je ongeveer 0,7 l lucht per keer. Als je héél diep ademhaalt, kan dat 4 à 5 l zijn.

leraren handleiding

meten met de kWh-meter

Doelen

- De leerling leert elektrische energie meten met een apparaat dat in elk huis voorkomt: de kWh-meter.
- De leerling leert dat het energieverbruik van een apparaat afhangt van de tijd dat het apparaat aanstaat en van het vermogen ervan.
- De leerling voert berekeningen uit om het energiegebruik van allerlei apparaten die een bepaalde tijd aanstaan te bepalen.
- De leerling voert metingen aan de kWh-meter thuis uit. Hij koppelt het verbruik aan de prijs.
- De leerling kan thuis en op school de 'energievreters' aanwijzen. Hij leert dat een kleine 'energieconsument', zoals een lamp, die lang dooreet, toch heel wat energie kan verbruiken.

Leerstof

Deze proeven kunnen zowel gebruikt worden in een lessenserie over energie als over elektriciteit. Ze zijn ontleend aan het derde klas PLON-thema 'Energie thuis', pagina 16 e.v.

Werkwijze

Deze proef is als leerlingenproef met tweetallen bedoeld. Er zitten een aantal huiswerkopdrachten in (12,14) en een opdracht die in de praktijkruimte uitgevoerd moet worden. Hierdoor neemt de proef met nabespreking zeker twee lesuren in beslag.

Wat kun je aan de antwoorden zien?

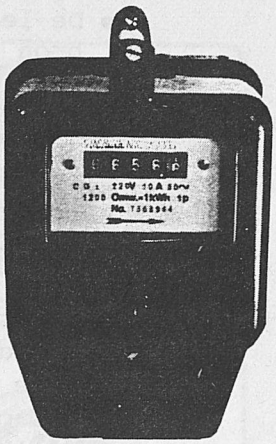
Als antwoord op veel van de vragen moet een getal ingevuld worden. Hiervoor moeten de leerlingen aflezen of rekenen. Voor de betere leerlingen is dit haalbaar. De zwakkere leerlingen zullen hierin nogal wat fouten maken, waarbij vooral de juiste grootte-orde - 'het aantal nullen' - problemen oplevert.
Bij vraag 12 kan iedere leerling apparaten zoeken waarvan hij het vermogen opschrijft.

Verdiepings mogelijkheden

a. *Omgevingsgericht.*
Hoe lang doen verschillende apparaten met 1 kWh? Omdat uit te rekenen moeten delingen uitgevoerd worden, die de leerlingen vaak lastiger vinden dan de meeste berekeningen bij deze proef. Hang in de klas een Watt-wijzer op (verkrijgbaar bij het PLON of bij de informatiecentra).
Nog lastiger is het om het rendement te berekenen bij elektrisch verwarmen van 1 l water met een kookplaatje. De kWh-meter wijst de toegevoerde energie aan, de temperatuurstijging, massa en soortelijke warmte van water leveren de nuttig gebruikte energie.
b. *Maatschappelijk.*
Vergelijken van een SL-lamp en een gewone gloeilamp aan de hand van metingen en advertenties.
c. *Technisch.*
Hoe zit een kWh-meter in elkaar? Zie hiervoor het PLON-thema 'Energie thuis', (pagina 76) of 'Archimedes', 11e jrg. nr. 3.
d. *Onderzoekend.*
Meet verschillende elektrische apparaten met de kWh-meter.

Praktische aanwijzingen

Gebruikte kWh-meters worden vaak door het plaatselijke energiebedrijf in bruikleen afgestaan aan onderwijsinstellingen.



watt-wijzer

1000 wattuur = 1 kilowattuur (kWh)

Voeding enz.

a. Bereiden	Verbruikt 1 kilowattuur:
Broodrooster	in 1 uur (± 100 boterhammen)
Citruspers	in 20 uur (± 1500 sinaasappelen)
Fornuis/komfoor	voor het bereiden van een eenvoudige maaltijd (4 pers.)
Frituurpan	in ruim een half uur
Grill	in ongeveer een half uur
Heetwaterreservoir	10 liter water verwarmen tot ± 85 °C
Koffiemolen	in 4 jaar (elke dag ± 100 g malen)
Koffiezettoestel	voor ± 40 kopjes
Sapcentrifuge	in 4 uur
Snelkoker	10 liter water koken
Theelichtje/warmhoudplaatje	in ± 16 uur
Oven	verbruikt voor het bakken van een boterkoek, appeltaart of cake 1 à 2 kWh

b. Bewaren	
Koelkast (tafelmodel)	per etmaal 1 kWh
Diepvriezer	
tot 150 liter	per etmaal 1 à 1,5 kWh
± 300 liter	per etmaal 2 kWh
± 500 liter	per etmaal 3 kWh

c. Diverse keukentoestellen	Verbruikt 1 kilowattuur:
Blikopener	in 10 uur (± 1000 blikjes)
Handmixer	in 7 à 10 uur
Keukenmachine	in 2 à 2,5 uur
Messenslijper	in 50 uur
Snijmachine	in 6 à 7 uur
Afwasmachine	verbruikt voor een volledig programma (spoelen, wassen, drogen) 1,5 à 3 kWh

Wasbehandeling enz.

(wassen, drogen, strijken, naaien)	Verbruikt 1 kilowattuur:
Centrifuge	in 5 uur (± 300 kg wasgoed drogen)
Droogtrommel	
2,5 kg	in circa een half uur
4,5 kg	in circa 18 minuten
Vuistregel:	0,7 kWh voor elke kg wasgoed (mits vooraf goed gecentrifugeerd)
Naaimachine	in circa 10 uur
Strijkmachine (regelbaar)	in 1,5 à 2 uur
Wasautomaat	verbruikt voor een bonte en witte was van circa 4 kg : 2,5 à 3 kWh

Verlichting, bijverwarming

		Verbruikt 1 kilowattuur:
TL-buis	40 W	in 25 uur
Lampen:	40 W	in 25 uur
	60 W	in ± 16 uur
	100 W	in 10 uur
	150 W	in ± 6 uur
Straalkachel 1000 W		in 1 uur (hoogste stand)
Ventilator- of radiatorkachel 2000 W		in een half uur (hoogste stand)

Onderhoud, verbetering atmosfeer

	Verbruikt 1 kilowattuur:
Stofzuiger	in circa 1,5 uur
Vloerwrijver	in circa 4 uur
Afzuigkap (incl. verlichting)	in circa 5 uur
Luchtbevochtiger m. verwarming	in circa 5 uur
Idem z. verwarming	in circa 70 uur
Ventilator (raam)	in circa 50 uur

Verzorging (voor gezondheid enz.)

	Verbruikt 1 kilowattuur:
Deken	in 25 à 50 uur (afhankelijk van stand)
Föhn	in 2,5 uur
Haardroogkap	in 2,5 uur
Hoogtezon	in 2 uur
Infraroodlamp	in 6 uur
Krultang	in 25 uur
Rollerset	in 2,5 uur
Scheerapparaat	in 1 jaar en 3 maanden (10 minuten per dag)

Ontspanning enz.

	Verbruikt 1 kilowattuur:
Bandrecorder	in circa 16 uur
Cassette-deck	in circa 150 uur
Draagbare TV	in circa 16 uur
Platenspeler	in circa 100 uur
Radio	in circa 25 uur
TV-zwart/wit	
met buislampen (oudere typen)	in circa 6 uur
met transistors	in circa 16 uur
TV-kleur	
met buislampen	in circa 3 uur
met transistors	in circa 5 uur
Tuner-versterker	in circa 15 uur

Diversen

C.V.-pomp	per dag ± 1,5 kWh
Klok	per maand ± 1,5 kWh

leraren handleiding

een brommer keuren op geluidshinder

Doelen

- De leerling leert werken met een echt apparaat dat voor (eenvoudige) geluidssterktemetingen wordt gebruikt.
  Hij kan het juist instellen en aflezen.
- Hij maakt kennis met enkele wettelijke voorschriften met betrekking tot geluidsoverlast van brommers.
- De leerling onderzoekt het verband tussen de afstand tot de bron en de geluidssterkte.

Leerstof

Deze proef past bij een lessenserie over geluid. Hier ligt de nadruk op het meten van geluidssterkte en de wettelijke normen hiervoor.
De proef is afkomstig uit het derde klas PLON-thema 'Geluid Weergeven", pagina 55 e.v.

Werkwijze

Deze proef moet door een groepje van 3 à 4 leerlingen bij voorkeur buiten uitgevoerd worden. Kontroleer dan wel eerst of ze met de dB-meter om kunnen gaan en weten dat deze altijd loodrecht op de verbingingslijn bron - microfoon dB-meter moet worden gebruikt. De metingen kunnen binnen één lesuur uitgevoerd worden. De andere leerlingen kunnen intussen ook keuze-onderzoekjes over geluid doen. Bijvoorbeeld het bepalen van de gehoorgrenzen (zie 'Geluid Weergeven, pagina 53), het maken van een geluidssterkte ladder (pagina 59) of het meten van verkeerslawaai (pagina 57).

Na afloop leveren de leerlingen de ingevulde werkbladen tesamen met de dB-meter bij de docent in.

Wat kun je aan de antwoorden zien?

Deze keuringen moeten korrekt uitgevoerd worden. Of de leerlingen dat gedaan hebben valt moeilijk van afstand na te gaan: de leraar kent immers de gekeurde brommer niet. Alleen bij vraag 2 is een indikatie over korrekte uitvoering mogelijk. Het geluidsniveau daalt 3 dB als de afstand 2x zo groot wordt (zonder reflekties en bij een puntbron).

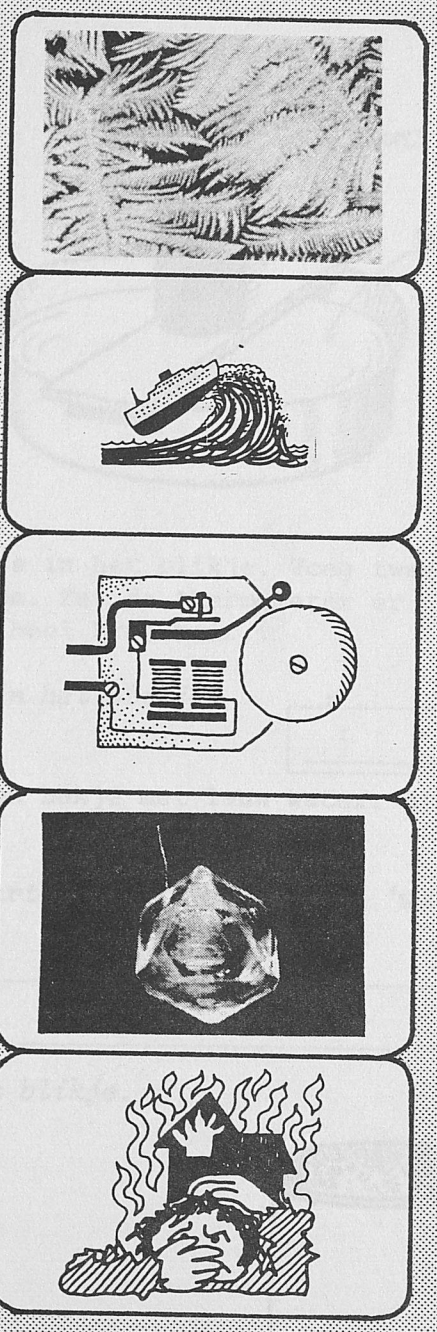
Verdiepingsmogelijkheden

a. *Technisch:*
Door bijvoorbeeld de frekwentiekarakteristiek van een versterkerluidspreker kombinatie te bepalen.
b. *Maatschappelijk:*
Door te lezen over geluidshinder en gevolgen daarvan voor de gezondheid van mensen (zie bijvoorbeeld 'Geluid Weergeven' pagina 79 e.v.).

Praktische aanwijzingen

Overleg van te voren met de direktie over deze 'buitenproef', ook in verband met geluidsoverlast. Zoek tevens een geschikt parcours uit.
De gebruikte dB-meter was verkrijgbaar bij Tandy.
Schenk aandacht aan de positie van de meter ten opzichte van de bron. Deze staat ook in de gebruiksaanwijzing vermeld: Hou de meter loodrecht op de verbindingslijn bron-microfoon dB-meter.

3. zelf maken



rijp maken

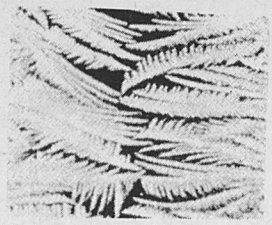
een stoomboot

behendigheidsspel

aluinkristallen maken

de stop

Zelf een apparaat met een bepaalde funktie maken, zelf een mooi kristal maken of de natuur nabootsen is erg motiverend. Leerlingen leren zó de natuurkundige principes beter, dan door alleen luisteren en kijken.

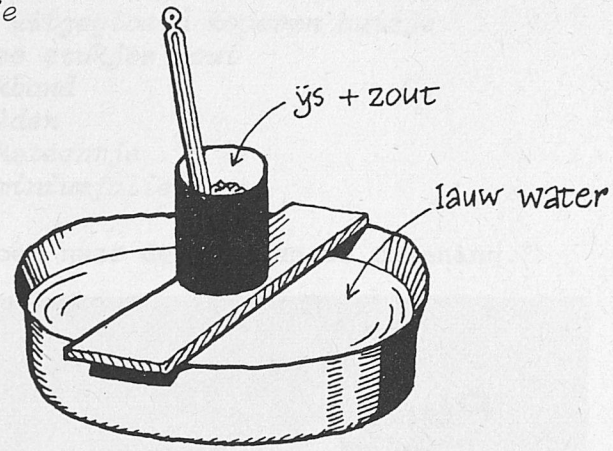


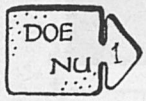
rijp maken

Als het 's winters vriest bij vochtig weer worden alle bomen, hekken en grasprieten wit. Er zit rijp op. Het kunnen prachtige witte stekels worden. Je kunt zelf rijp maken, al is het midden in de zomer.

Je hebt nodig:

- *zwart gemaakt blikje*
- *stukgeslagen ijs*
- *keukenzout*
- *waterbakje*
- *thermometer*





Doe het stukgeslagen ijs in het blikje. Voeg twee flinke scheppen zout toe. Zet de thermometer er *voorzichtig* in. Die is heel breekbaar.

1. *Hoe koud wordt het in het blikje?*

_____ °C

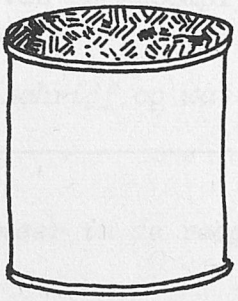
Zet het blikje *boven* een bakje met lauw water. Zie tekening.

2. *Leg uit wat er gebeurt. Gebruik de woorden 'waterdamp' en 'rijp'.*

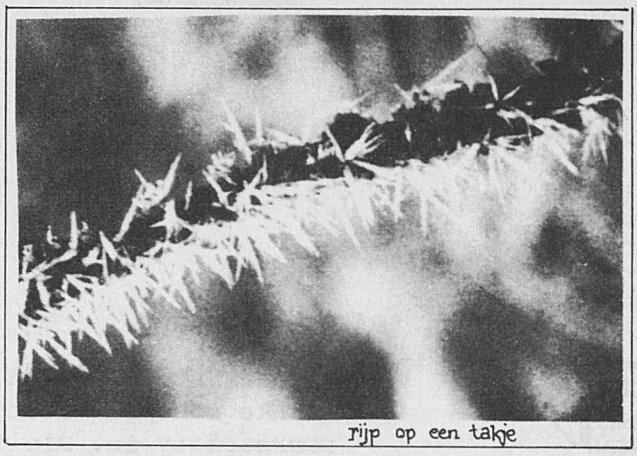
_____

_____

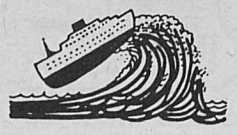
3. *Teken de rijp op het blikje.*



Hoe komt het dat een pak diepvriesgroente die je in een warme kamer laat ontdooien, in korte tijd onder de rijp zit?



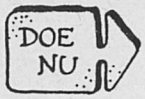
rijp op een takje



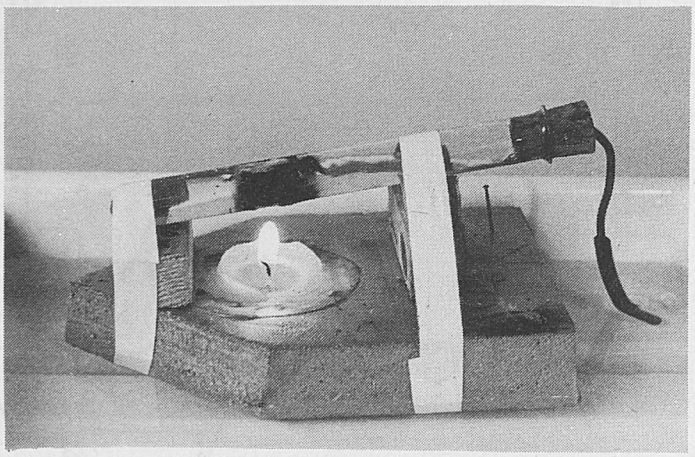
een stoomboot

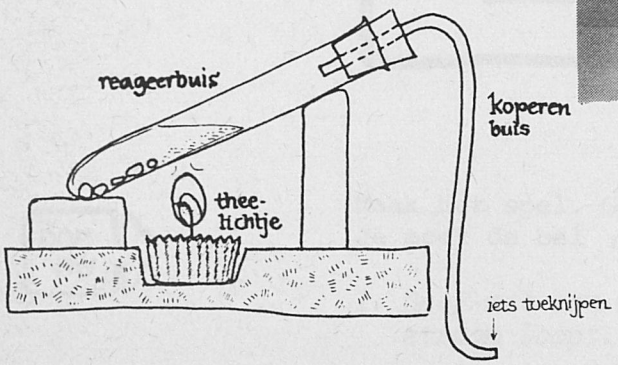
Je gaat een stoomboot bouwen. Daarna laat je hem varen.

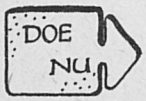
Je hebt nodig:
- *een stuk piepschuim*
- *een reageerbuisje (Pyrex) met rubber stop*
- *een theelichtje in aluminium bakje*
- *een uitgegloeid koperen buisje*
- *losse stukjes hout*
- *plakband*
- *spelden*
- *kooksteentje*
- *aluminiumfolie*



Bouw de boot. Kijk goed naar de foto en de tekening.







Doe de reageerbuis halfvol met water. Zet de boot in een grote bak water. Zorg dat het uiteinde van de stoompijp in het water steekt. Steek een kaars aan.

1. *Kun je de boot sneller laten varen? Schrijf op wat je deed.*

   _____

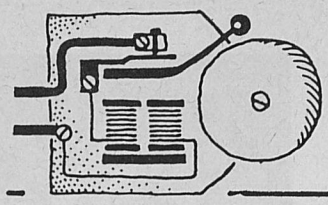
2. *Vaart de boot ook als er geen water meer in de reageerbuis zit?*

   _____

3. *Wat gebeurt er als je het waxinelichtje uitblaast?*

   _____

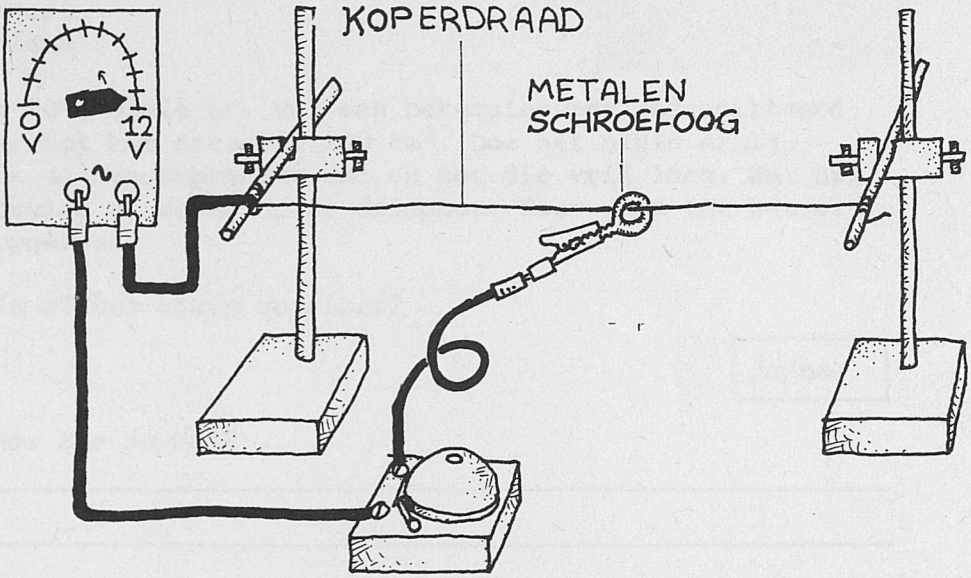
   _____

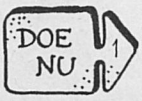


behendigheidsspel

Je kunt dit behendigheidsspel zelf maken. Je leert ervan hoe de stroom in een stroomkring loopt.
De speler moet de metalen ring van de ene kant naar de andere kant verplaatsen zonder dat de bel rinkelt. Wie kan dat het best?

Je hebt nodig:
- *ruim een halve meter stevig koperdraad*
- *twee statieven met dwars-staven*
- *elektrische bel (12V)*
- *krokodillen-klem*
- *verschillende schroefoogjes, waaronder één geplastificeerd.*
- *drie snoeren*
- *spanningsbron (12V~)*



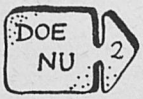


Maak het spel. Gebruik het middelste metalen schroefoogje.
Je moet de bel nét horen rinkelen.

1. *Geef met een rode pen in de tekening aan hoe de stroom loopt.*

2. *Doe het spel. Schrijf op wat je fout doet als de bel rinkelt.*

_____

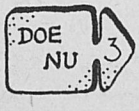


3. *Maak het spel makkelijker. Hoe heb je dat gedaan?*

_____

4. *Je kunt het spel ook moeilijker maken. Hoe?*

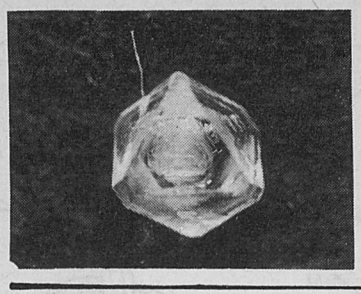
_____



Gebruik het geplastificeerde schroefoog

5. *Rinkelt de bel nu ook?*
   Hoe komt dat?

_____



aluin kristallen maken

Suiker en zout bestaan uit heel kleine korreltjes: kristallen. Kristallen hebben altijd een regelmatige vorm. Ze kunnen daarom heel mooi zijn. Je gaat nu proberen zelf mooie, grote kristallen van aluin te maken.

Je hebt nodig:
- *twee bekerglazen (150 cm^3)*
- *aluin*
- *filtreerpatier, trechter*
- *bunsenbrander met driepoot en gaasje*
- *ondiep glazen bakje*
- *garen, roerstaafje*
- *pincet*
- *balans*

DOE NU 1

Weeg 20 g aluin af. Vul een bekerglas met gedestilleerd water tot het streepje 100 cm^3. Doe het aluin erbij. Steek de bunsenbrander aan en zet die vrij laag. Zet het bekerglas er boven op de driepoot. Roer goed tot het aluin is opgelost.

1. Is al het aluin opgelost?

ja/nee

Hoe zie je dat?

_____

_____

DOE NU 2

Vouw het filtreerpapier. Zie tekening op de volgende bladzijde. Doe het in de trechter. Giet het nog warme "aluinwater" door de trechter met het filtreerpapier in het andere bekerglas. Kijk in de tekening hoe je dat moet doen. We noemen dit filtreren.

2. Had je gelijk dat al het aluin opgelost was (vraag 1)?

ja/nee

Waarom weet je dat nu zekerder?

_____

_____

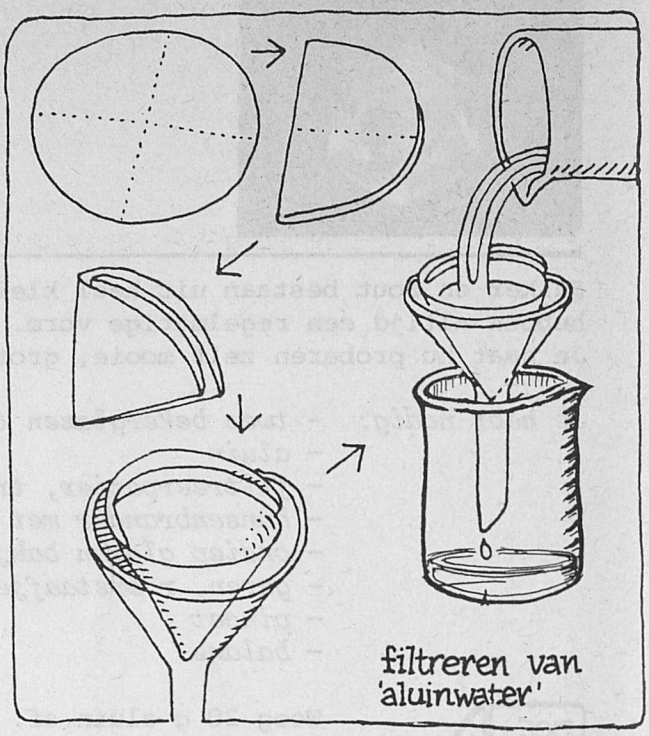
DOE NU 3

Giet een heel klein beetje van het gefilterde "aluinwater" in het ondiepe glazen bakje. Het aluinwater koelt nu af.

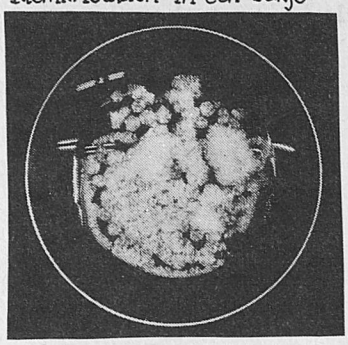
3. Wat zie je gebeuren?

_____

_____



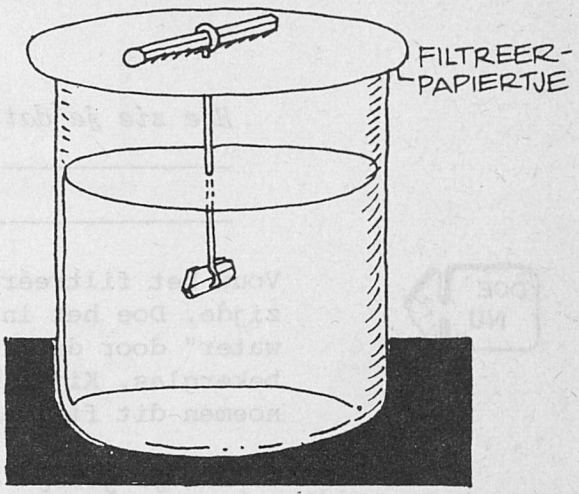
Kiemkristallen in een bakje



DOE NU 4

Neem met een pincet één van de kristallen van het glas. We noemen dit een *KIEMKRISTAL*. We gebruiken het om een groter kristal te maken.

4. Hoe lang is het kiemkristal ongeveer? _____ cm



DOE NU 5

Bind het kiemkristal aan een stukje garen. Hang het in de oplossing. Zie tekening. Laat het aluinwater nu verder afkoelen.

Kijk een dag later wat er gebeurd is.

5. Waar zijn allemaal kristalletjes gevormd?

_____

6. Hoe lang is het kleinste kristal nu?

_____ cm

DOE NU 6

Je kunt je kristal nog mooier en groter maken.

Verwijder alle kristalletjes van het garen. Verwarm je aluinwater opnieuw. Voeg een klein beetje aluin toe en roer goed. Filtreer het aluinwater weer. Doe het kiemkristal in de schone oplossing en wacht weer een dag.

Laat je kristal zo een week 'doorgroeien';

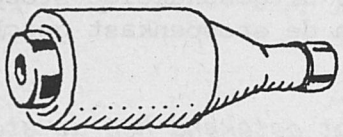
7. Hoe groot is je kristal nu?

_____ cm

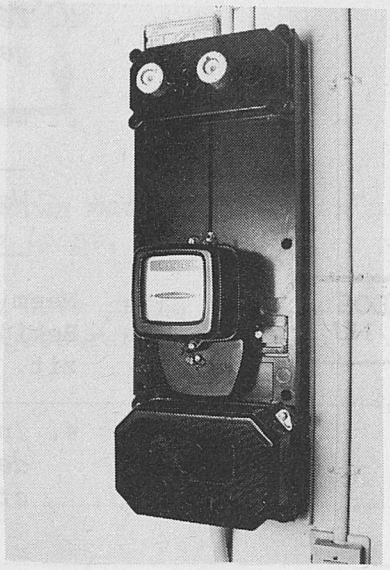
stomme schakeling

de stop

In elk huis vind je een stoppenkast met stoppen (soms ook zekeringen of smeltveiligheden genoemd). Je gaat hier zelf een stop maken en die laten doorbranden. Na deze proef moet je weten hoe een stop werkt en waar die voor dient.



de stop zoals die in de stoppenkast thuis zit.

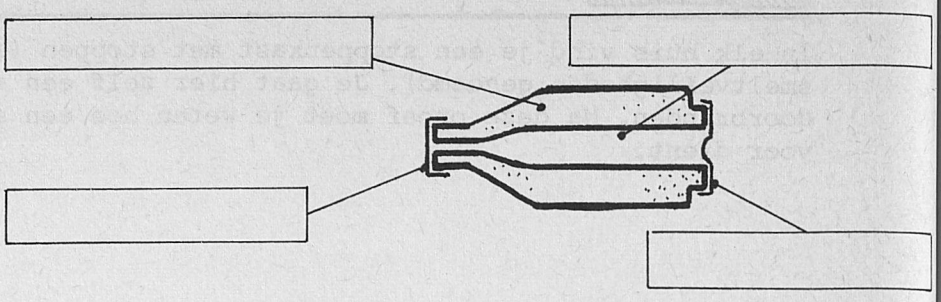


Je hebt nodig:
- *stop*
- *de uitgeschakelde stoppenkast of een losse stoppenkast*
- *spanningskastje 6V*
- *enkele lampjes met fittingen*
- *kurk met twee spelden*
- *draadje staalwol*
- *2 krokodillenklemmen*
- *aansluitsnoeren*

DOE NU 1

Neem een stop en haal voorzichtig het grootste kapje eraf. Ga na wat er in de stop zit.

1. *Geef in de dwarsdoorsnede hieronder aan wat er in de stop zit.*



2. *Eén belangrijk onderdeel is in de tekening niet aangegeven. Teken die er met rood in.*

3. *Welke onderdelen zijn van metaal?*

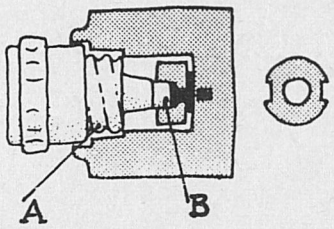
_____

Waarom?

_____

Neem een stop uit de losse of uitgeschakelde stoppenkast. Bekijk precies hoe de stop in de stoppenkast geschakeld zit.

4. *In onderstaand schema staat getekend hoe de stop in de stoppenkast geschakeld zit. Teken met rood hoe de stroom van punt A naar punt B kan lopen.*

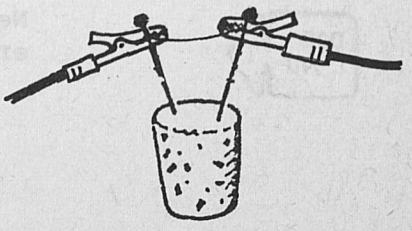


5. *Waarvoor dient het glaasje waardoor je de stop kunt zien?*

_____

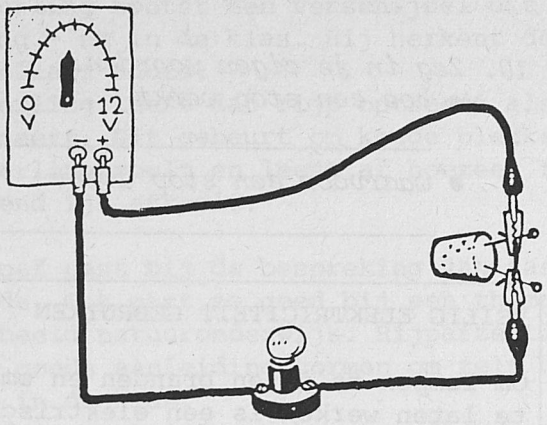
_____

Je gaat een eigen stop maken. Kies daarvoor enkele dunne draadjes staalwol. Klem die met de krokodilleklemmen aan twee spelden die je in een kurk hebt gestoken. Zie de tekening.



DOE NU 4

Maak de volgende schakeling.



6. *Geef in de tekening hierboven met een rode pen aan langs welke weg de stroom loopt.*

7. *In 'doe nu 4' laat je een hele grote stroom door de draden lopen. Wat zal er gebeuren denk je?*

_____

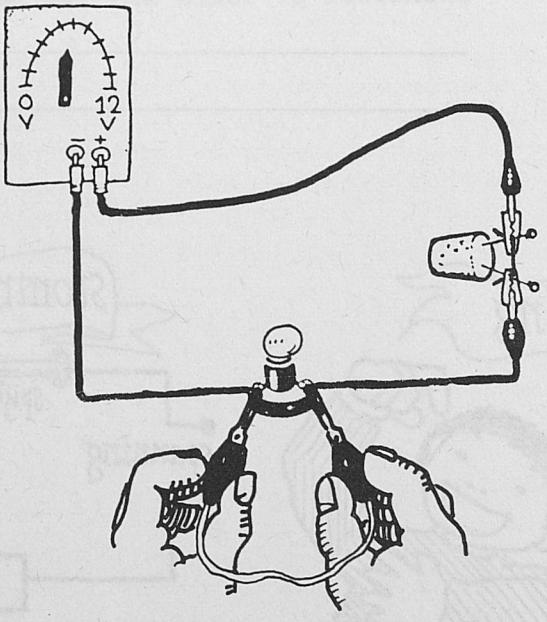
Waarom?

_____

_____

DOE NU 5

Je gaat nu kortsluiting maken in je schakeling. Dat wil zeggen dat de stroom van de + naar de - van je spanningskastje gaat lopen zonder dat die door het lampje gaat. Er gaat dan een hele grote stroom lopen. Dan kan je spanningskastje kapot gaan. Maar... zal jouw stop je spanningskastje beveiligen?
Sluit je schakeling kort zoals hieronder getekend staat.



8. *Wat zag je gebeuren?*

_____

9. *Teken met een rode pen weer de weg van de stroom.*

10. *Zeg in je eigen woorden:*
    - *hoe een stop werkt*

      _____

    - *waarvoor een stop dient*

      _____

VEILIG ELEKTRICITEIT GEBRUIKEN

Om lampen te laten branden en om elektrische apparaten te laten werken is een elektrische stroom nodig. Hoe meer apparaten er aanstaan, hoe meer stroom er loopt. Daardoor kunnen de draden van de elektrische leidingen warm worden. De kans bestaat dat ze zó warm worden dat er brand ontstaat.
Een er[illegible]te stroom gaat er lopen als de twee draden va[illegible]trische leidingen tegen elkaar aankomen zonder [illegible]amp tussen zit. Men noemt dat kortsluiting. [illegible]tsluiting is er brandgevaar. Thuis voorkom [illegible] met een stop. Een stop onderbreekt de stroom als [illegible] te groot wordt. Het draadje in de stop brandt dan door. Alle stroom die het huis binnenkomt moet eerst door een zekering voor hij elektrische energie kan afgeven in een lamp of een elektrisch apparaat. Door dunne leidingen mag minder stroom dan door dikke leidingen. Daarom zijn er verschillende soorten stoppen.

BRANDGEVAAR

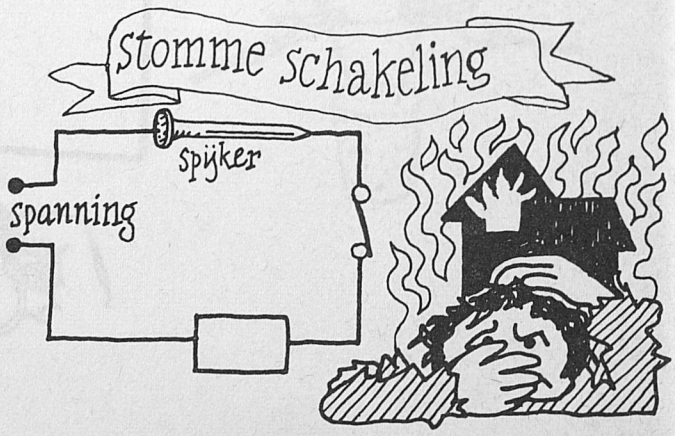
11. *Waarom mag je een kapotte zekering niet vervangen door een spijker?*

_____

_____

_____

_____



leraren handleiding

rijp maken

Doelen

- De leerling bootst een verschijsel uit de natuur - rijpafzetting - na in de klas. Hij herkent de rijpafzetting ook in de koelkast thuis.
- De leerling leert dat rijp optreedt als waterdamp in de lucht sublimeert. Dit gebeurt op koude plekken.
- De leerling voelt en leest af hoezeer toevoeging van zout smeltend ijs afkoelt.

Leerstof

Deze proef past bij de bespreking van fase-overgangen bij natuurkunde. Ook past ze goed bij een thema over het weer bij bijvoorbeeld natuuronderwijs. Rijpafzetting buiten (in de winter) kan een goede aanleiding vormen om zelf dit verschijnsel na te bootsen in de klas.
De proef is ontleend aan het tweede klas PLON-thema 'IJs, water, stoom' pagina 46.

Werkwijze

Deze proef in de winter als leerlingenproef uitvoeren. De leerling moet de kans hebben de temperatuurdaling en de rijpafzetting goed te zien. De proef neemt ongeveer tien minuten lestijd in beslag.

Verdiepingsmogelijkheden

Andere verschijnselen uit de natuur kunnen worden nagebootst. Bijvoorbeeld het bevriezen van waterdruppels die afkoelen (zie 'IJs, water, stoom II'pagina 46).
De leerlingen kunnen ook lezen over hagelstenen (pagina 51 IJs, water, stoom II) of over ijs in wolken en het ontstaan van regen (pagina 54, IJs, water, stoom II). Ze kunnen rijp bekijken onder een mikroscoop (pagina 62, IJs, water, stoom II).
Ook kunnen de leerlingen zelf grote kristallen maken, van aluin bijvoorbeeld (zie dit boek).

Praktische aanwijzingen

De thermometer is het meest kwetsbare deel van de opstelling. Er mag vooral niet mee geroerd worden. Hij kan ook weggelaten worden. Dan mis je de verbazing over het afkoelen van smeltend ijs door zouttoevoeging.
Het ijs wordt van te voren klein gemaakt door ijsblokjes in een theedoek met een hamer te bewerken.

leraren handleiding

een stoomboot

Doelen

- De leerling krijgt plezier in het zelf maken van een werkend stoombootje. Hij leert omgaan met materialen en er eenvoudige bewerkingen mee uitvoeren.
- De leerling leert dat de werking van het bootje berust op het naar achteren stoten van water door de stoom. De energie wordt geleverd door de kaarsvlam.
- De leerling leert wat de gevolgen zijn als het waxine-lichtje uitgeblazen wordt: de stoom koelt af en er wordt met een klap water aangezogen.

Leerstof

Dit onderwerp past bij de behandeling van fase-overgangen en bij toepassingen van de dampspanning van water bij verschillende temperaturen (hoge-druk pan, zie ook 'De druk van lucht' in dit boek). De proef is ontleend aan het 2e klas PLON-thema 'IJs, water, stoom II' pagina 19.

Werkwijze

De leerlingen maken het bootje bij voorkeur met z'n tweeën. Daarna kan het in een ruime platte bak water, die ergens in een hoek van het lokaal staat, worden uitgetest. Werk je hieraan met alle leerlingengroepjes tegelijk, dan kun je de bootjes aan het eind van de les tentoonstellen. Wie maakte het fraaiste en wie het snelste bootje?
De docent moet van te voren beslissen hoeveel vóórwerk hij zelf doet: Boort hij de kurken al voor? Zaagt hij de roodkoperen buisjes al op lengte?

Wat kun je aan de produkten zien?

- Er kunnen verschillen zijn in de afwerking van het bootje. Het belangrijkste is echter dat de leerlingen een stabiel en varend bootje maken.
- Vraag 3 geeft enige informatie over hoe precies de leerlingen naar het bootje hebben gekeken. De reageerbuis schiet ineens vol water, daardoor remt het bootje af. Er moet eerst wat water uit de reageerbuis worden gehaald vóór de volgende proefvaart.

Praktische aanwijzingen

Doe een kooksteentje onderin de reageerbuis. Je kunt deze steentjes zelf maken door het porcelein van een oude zekering met een hamer stuk te slaan.
Het koperen buisje moet aan de kant die ónder water steekt iets toegeknepen worden. In plaats van een koperen buis kan ook een glazen pijpje genomen worden. Je kunt dan de op- en neergaande beweging van het water onderin de buis goed zien.
Het vraagt enig geduld om de juiste hoogte van de warmtebron ten opzichte van de reageerbuis te vinden.

leraren handleiding

behendigheidsspel

Doelen

- De leerling ervaart het verschil tussen open- en gesloten circuits.
- De leerling oefent in het maken van een eenvoudige, goed werkende schakeling.

Leerstof

Dit past aan het begin van de lessenserie over elektriciteit om leerlingen wat ervaringen op te laten doen met herkenbare stroomkringen.
Deze en soortgelijke schakelingen zijn beschreven in het derde klas PLON instruktieboekje 'Elektrische Schakelingen', pagina 10 e.v.
Ze vormen daar een voorbereiding op moeilijker stukken natuurkunde over serie- en parallelschakelingen en het maken van schakelingen naar aanleiding van schema's.

Werkwijze

Deze opstelling moet door de leerlingen zelf worden gemaakt. Bij voorkeur met tweetallen om overleg mogelijk te maken.
Je kunt elk tweetal een ander apparaat laten maken (zie suggesties in Elektrische schakelingen, pagina 10 e.v.).
Aan het eind van de les laat je de leerlingengroepjes dan langs elke zelfgemaakte schakeling rouleren, waarbij zij bijvoorbeeld de funktie van het apparaat te weten moeten zien te komen (waar is het voor? wat kun je ermee doen?) én de stroomkring kleuren op een werkblad.
Deze proef kan binnen één lesuur uitgevoerd worden.

Wat kun je aan de produkten zien?

Bij zelf-maak aktiviteiten kun je letten op:
- voldoet het produkt aan zijn funktie?
- is het netjes afgewerkt?
- is het degelijk?

Dit spel moet stevig zijn en het blijven doen.

Praktische aanwijzingen

Gebruik dik koperdraad tussen de statieven. Dit is makkelijk te buigen, waardoor je het spel lastiger kunt maken.
Je kunt schroefoogjes met een krokodillenklem vasthouden als kontakt punt. Deze schroefoogjes bestaan met verschillende diameters, zelfs geplastificeerd.
De bel maakt nogal wat lawaai. Leuk natuurlijk, maar herrie hindert op den duur. Je kunt de spanningsbron wat bescheiden afstellen, een drukknop opnemen in de schakeling of de bel door een lampje vervangen.

leraren handleiding

aluin kristallen maken

Doelen

- De leerling maakt kennis met de verrassend regelmatige vorm van een kristal.
- De leerling leert dat sommige stoffen, zoals aluin, in water oplossen en dat de temperatuur bij het oplossen een rol speelt.
- De leerling leert dat je in water opgeloste stoffen weer in vaste vorm kunt terugkrijgen.
- De leerling leert zorvuldig en netjes werken.

Leerstof

Deze proef past bij de behandeling van fase-overgangen in de 2e klas voor het vak natuurkunde of natuuronderwijs. Het dient als kennismaking met kristallen. De proef is ontleend aan het PLON-thema 'IJs, water, stoom II', pagina 60.

Werkwijze

Bij een kennismakingsles over kristallen kan de docent beginnen met verschillende kristallen te tonen: van kandij en zout tot (plaatjes van) kristallen in de natuur. Daarna maken verschillende groepen leerlingen zélf kristallen. De nadruk kan dan gelegd worden op het maken van erg mooie kristallen óf op zeer verschillende (en ook mooie) kristallen. Zet de kristallen op een rustige plaats ten minste één dag weg. Hierna is het resultaat al te bekijken.
Tijdsduur: 1 les + nazorg.

Wat kun je aan de produkten zien?

Bij zelf-maak aktiviteiten kan door veel zorg aan het produkt te besteken een kwalitatief beter produkt - hier een groter en mooier kristal - worden verkregen.

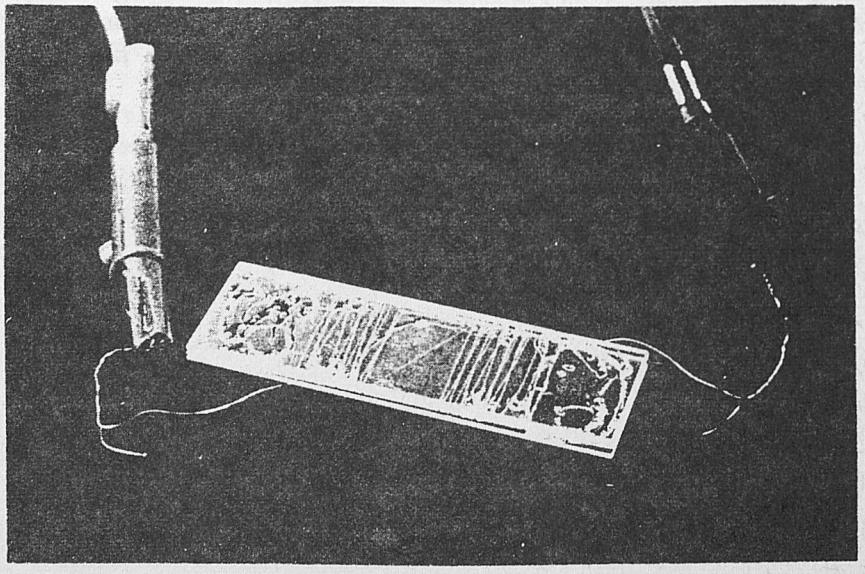
Verdiepings-mogelijkheden

Bestudering van het proces van smelten en stollen van:
- waxine onder de microscoop
- soldeertin

Theoretische verdieping over het maken van knikkermodellen van kristallen of door het bestuderen van leesstukken over kristallen.

Praktische aanwijzingen

Gebruik kaliumaluin, chroomaluin of ammoniumaluin. Je krijgt ook mooie kristallen met kopersulfaat (50g/100ml water van 60°C).



onder een microscoop bekijken

leraren handleiding

de stop

Doelen

- de leerlingen leren waarvoor een stop dient
- de leerlingen leren hoe een stop en elkaar zit en hoe die werkt.
- de leerlingen ervaren de werking van elektrische stroom.

Leerstof

Deze proef kan zowel gebruikt worden in een lessenserie over elektrische stroom als over energie. Hij sluit goed aan bij de proef 'worden elektriciteitsdraden warm?'
Hij is afkomstig uit het derde klas thema "Energie Thuis" (p. 30 e.v.)

Werkwijze

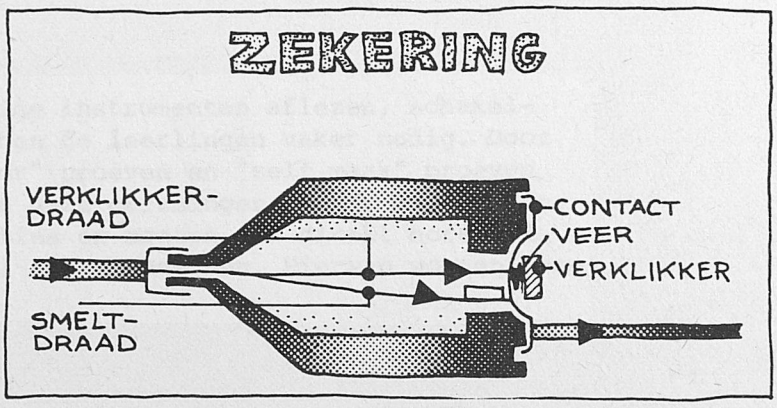
De proef kan bij voorkeur door een groep van 3 leerlingen uitgevoerd worden. Met name het praten over de ervaringen stimuleert de begripsontwikkeling. Aan de groep kan ook gevraagd worden over de proef voor de klas te vertellen.
Individueel aan de proef werken kan ook. Deze proef is niet geschikt als demonstratie voor de klas door de leraar.
Tijdsduur: 1 lesuur. Sommige leerlingen zullen niet klaar zijn met de proef.

Wat kun je aan de antwoorden zien?

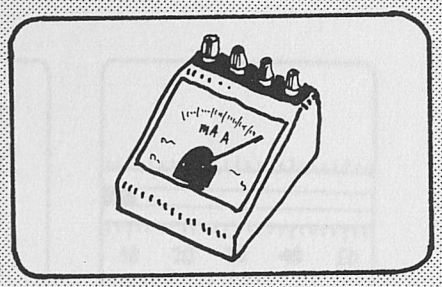
Er zijn enkele vragen die de leraar informatie kunnen geven over het niveau waarop de leerling of de groep met deze proef gewerkt heeft. Bijvoorbeeld vraag 5: De leerling die zegt "Om door te kijken" heeft gelijk, maar heeft de bedoeling niet goed begrepen. "Om te zien of de stop doorgebrand is", is een voorbeeld van een goed antwoord.
Het 'waarom' van vraag 8 zullen sommigen niet beantwoorden of ze herhalen wat ze ervoor al gezien hebben. Voor hen brandt er bij grote stromen nu eenmaal iets door. Leerlingen die bij grote stromen denken aan grote warmte ontwikkeling, smelten of iets dergelijks zullen deze vraag beter beantwoorden.

Verdiepingsmogelijkheden

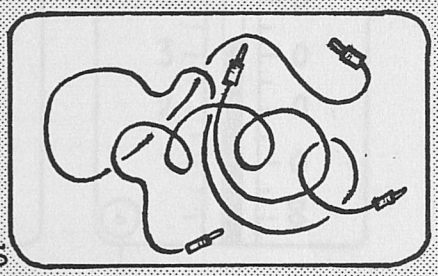
Behalve de onder b,c en d genoemde mogelijkheden uit de lerarenhandleiding 'Worden elektriciteitsdraden warm' kunnen ze ook ("wetenschappelijk") het verband tussen spanning en stroomsterkte bij een lampje *tot en met* het doorbranden onderzoeken. Dat kost een lampje.



4. praktikum vaardigheden



aflezen



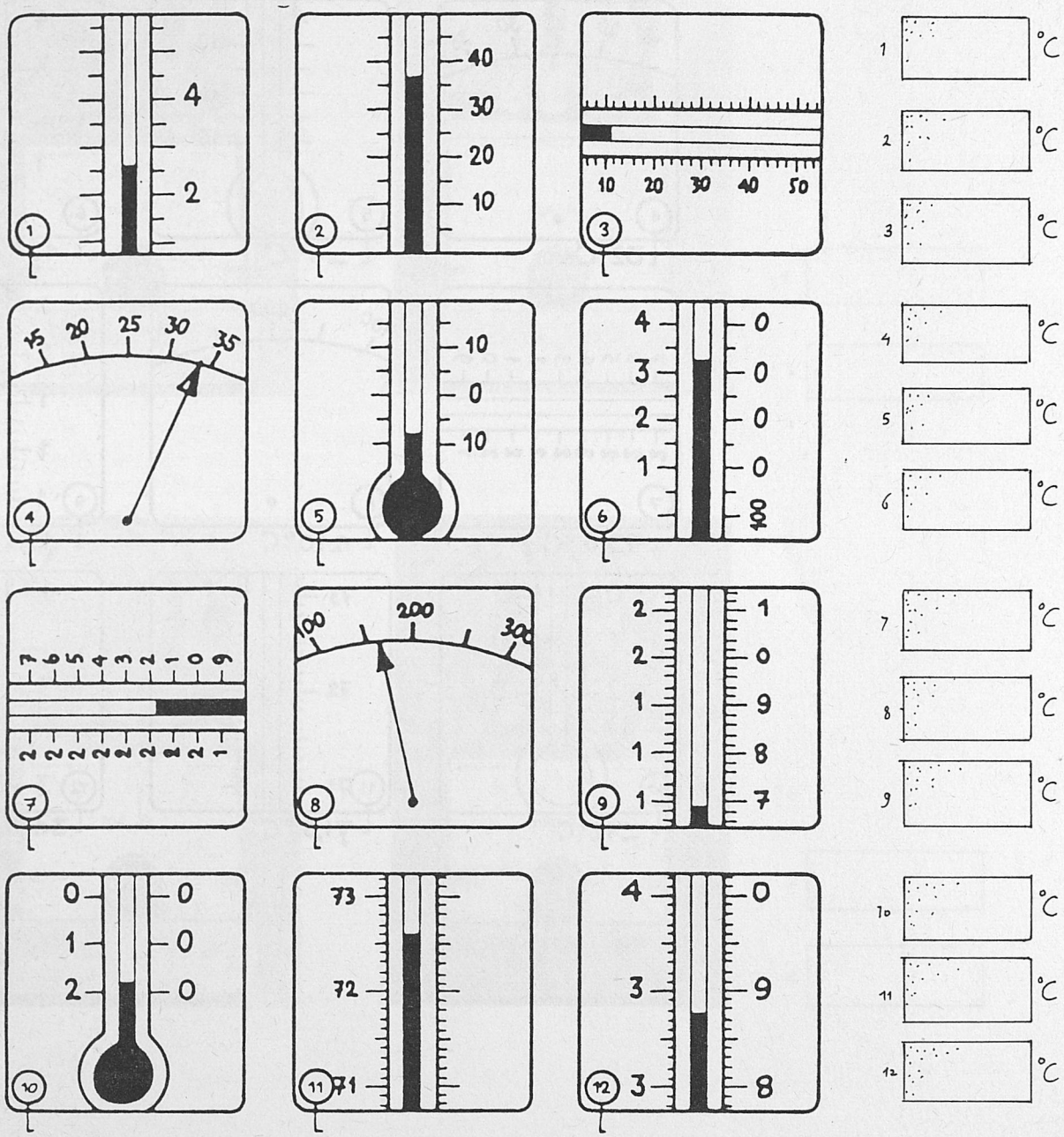
schakelschema's

Vaardigheden zoals natuurkundige instrumenten aflezen, schakelschema's maken enzovoorts hebben de leerlingen vaker nodig. Door aan te sluiten bij "gevoel voor" proeven en "zelf maak" proeven zien de leerlingen het nut van deze oefeningen in. Ze oefenen in in sterk vereenvoudigde situaties en moeten dan direkt horen of ze de vaardigheid wel of (nog) niet beheersen. Hiervan worden twee voorbeelden gegeven.

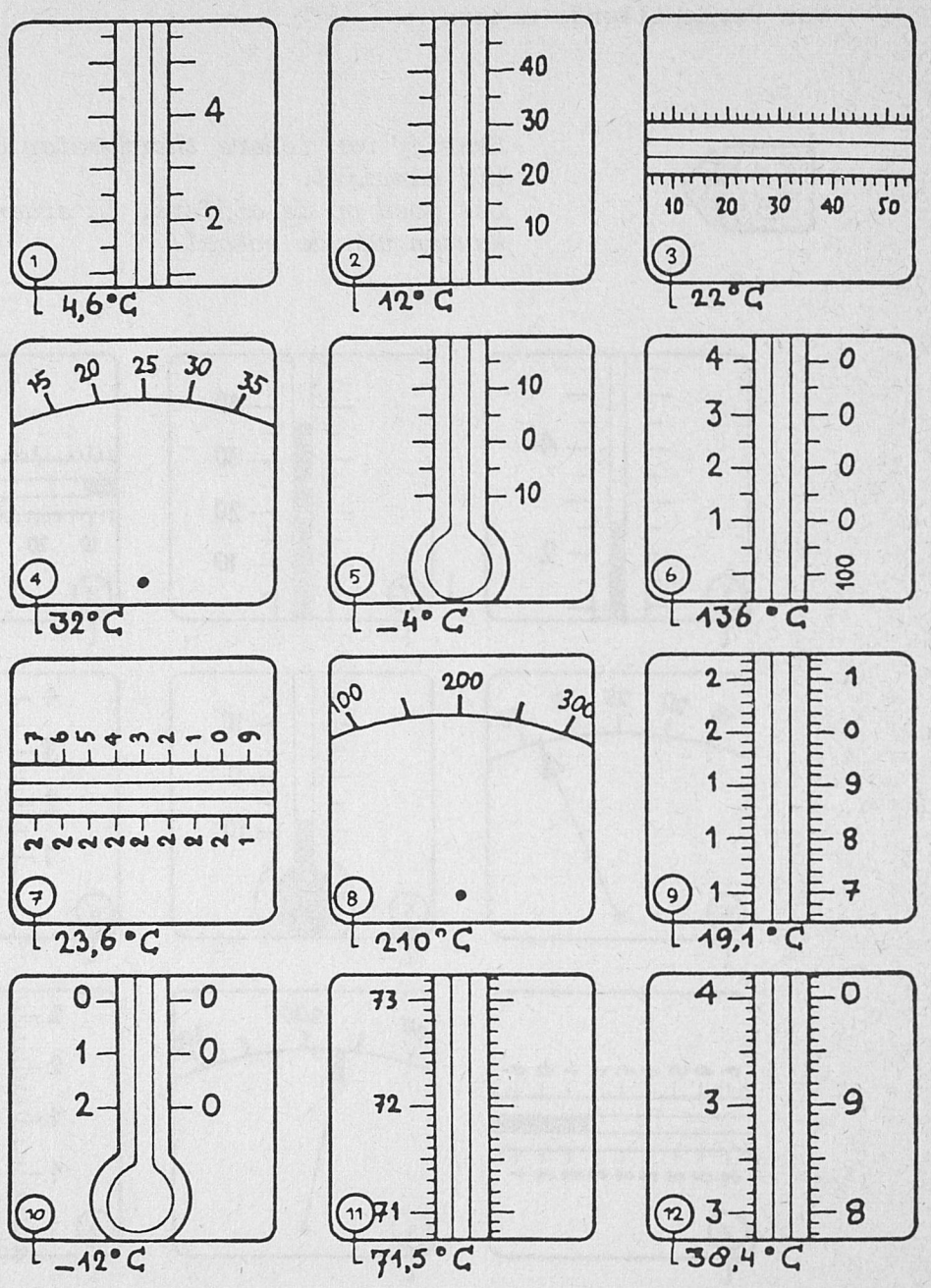
aflezen

Als je meet moet je meestal een schaal aflezen. Je moet dan kijken waar een wijzer op een schaal staat. Klokkijken op een horloge met wijzers is een voorbeeld van zo'n aflezeing. Hier ga je oefenen in het aflezen van verschillende meters.

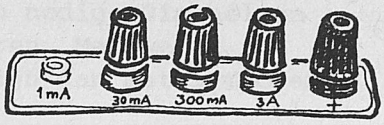
Schrijf van iedere thermometer op welke temperatuur (in °C) hij aanwijst.
Let goed op de cijfers. Ze staan soms aan verschillende kanten van de schaal.

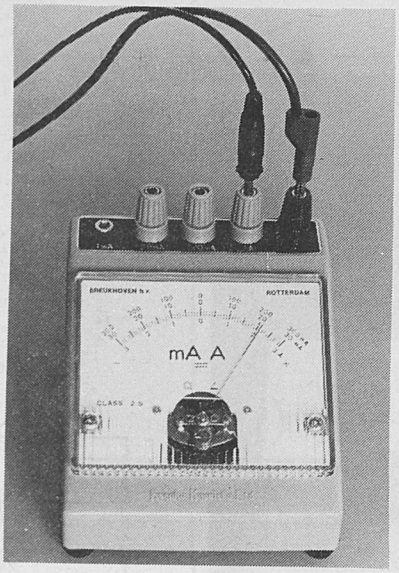


Teken in elke thermometer hoe hij de opgegeven temperatuur aan geeft.

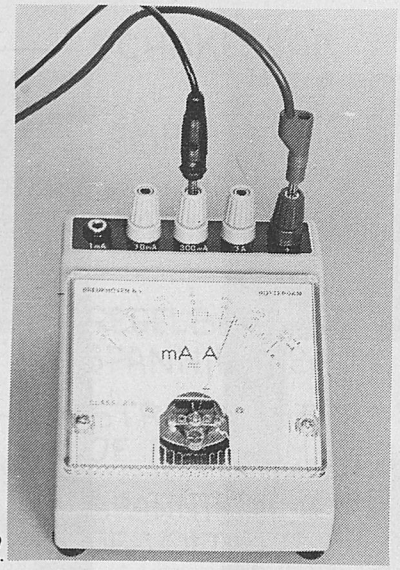


De gefotografeerde meters zijn stroommeters.
Lees ze af.
Let op de aansluitdraden.





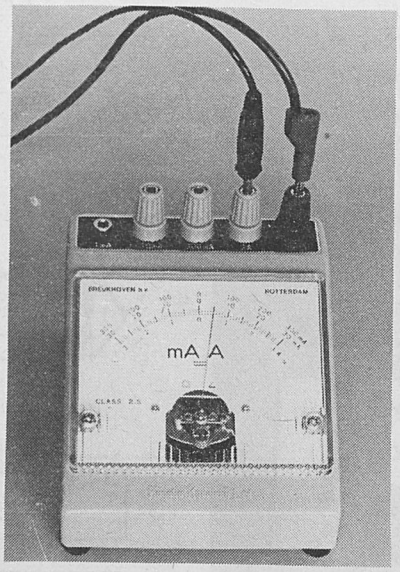
1.



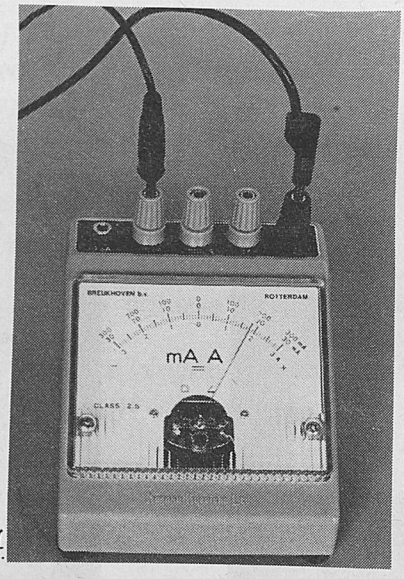
2.

1 ☐

2 ☐



3.

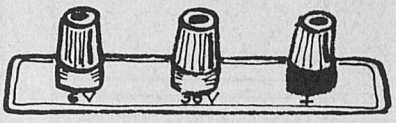


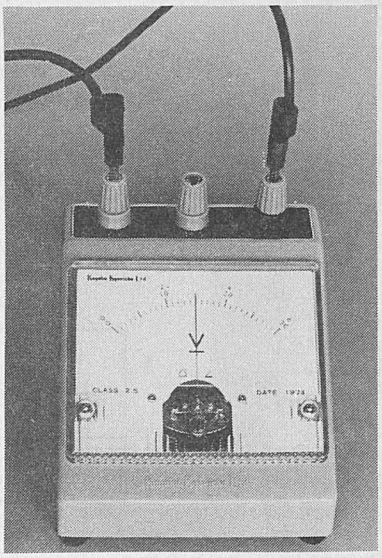
4.

3 ☐

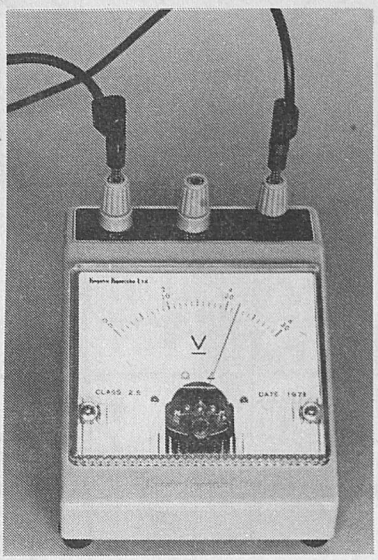
4 ☐

De gefotografeerde meters zijn spanningsmeters.
Lees ze af.
Let op de aansluitdraden.





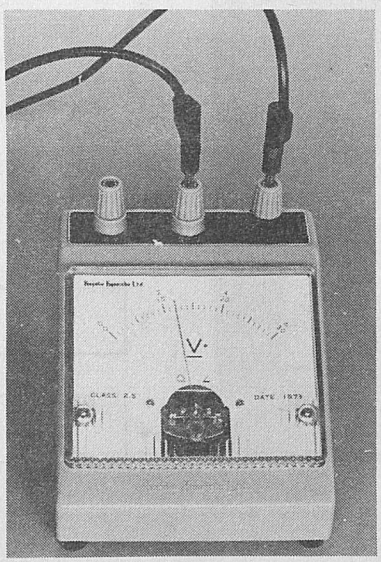
1.



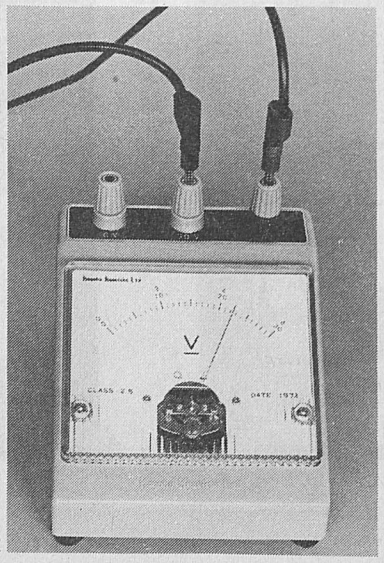
2.

1

2



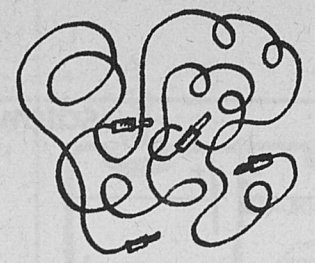
3.



4.

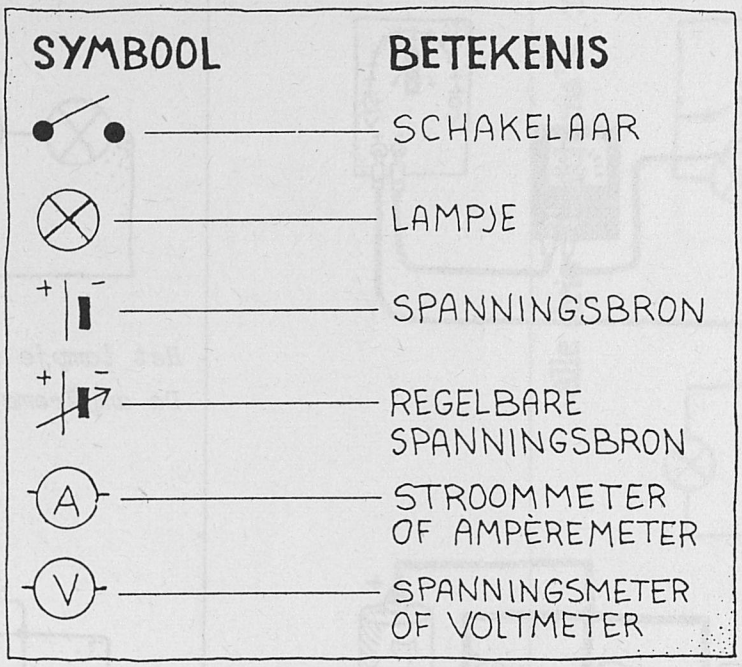
3

4



schakelschema 's

Bij elektrische schakelingen zijn duidelijke tekeningen nodig. Die helpen je om de schakeling na te maken of om fouten op te sporen. Men werkt meestal met schema's van schakelingen. De onderdelen zijn dan met symbolen aangegeven.



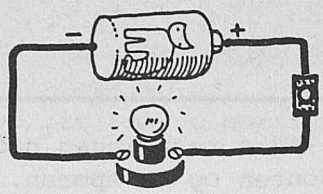
Je gaat oefenen in het bouwen van schakelingen bij een gegeven schema en in het tekenen van een schema van een schakeling.

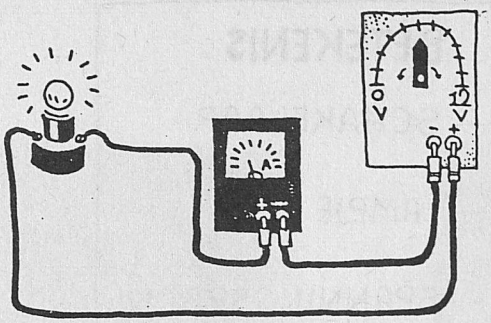
Je hebt nodig:

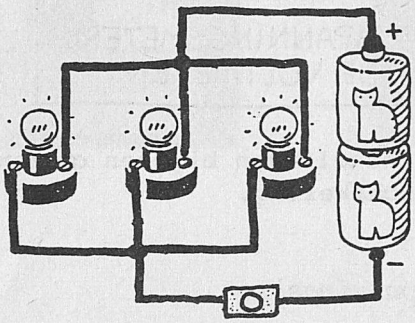
- *batterij*
- *regelbare spanningsbron*
- *voltmeter*
- *ampèremeter*
- *drie lampjes met fittingen (6 V; 0,05 A)*
- *twee drukschakelaars*

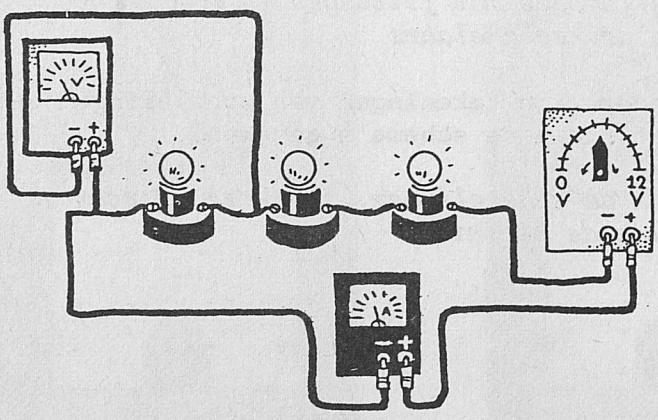
Hieronder zijn tekeningen van schakelingen gemaakt. Ernaast staan de schema's getekend.

1. *Maak de schakelingen. Breek ze af voor je aan de volgende begint.*

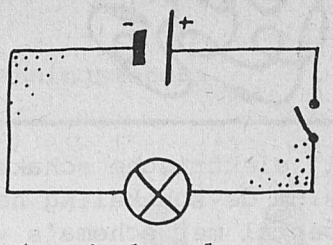




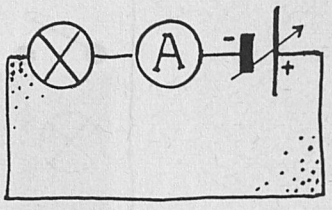




1. **schema**

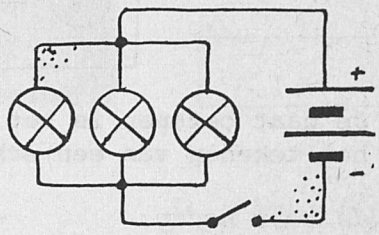


Het lampje brandt _____

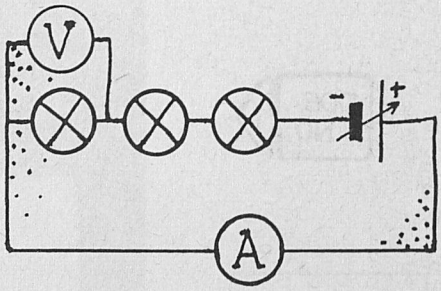


Het lampje brandt [ja/neen]

De ampèremeter wijst [____A] *aan.*



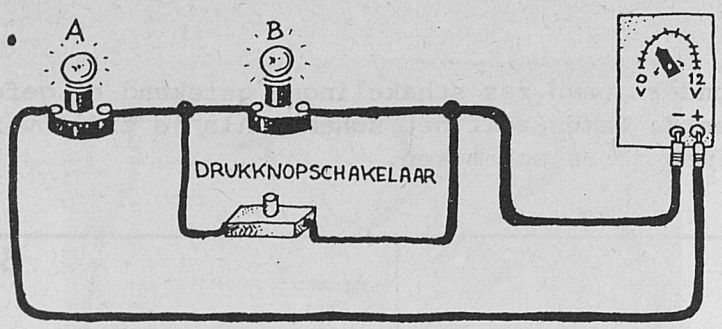
De lampjes branden ☐ *even fel*
☐ *niet even fel.*



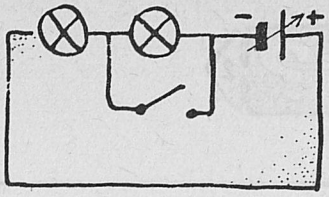
De voltmeter geeft aan [____V]

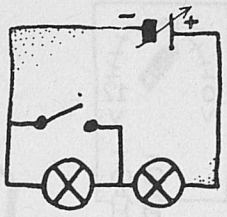
De ampèremeter geeft aan [____A]

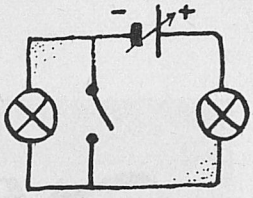
>>→



alle drie de schema's zijn goed







De lampjes branden:

☐ *even fel*
☐ *niet even fel*

Druk de drukknopschakelaar in.

Wat gebeurt er met lampje A?

_____

Wat gebeurt er met lampje B?

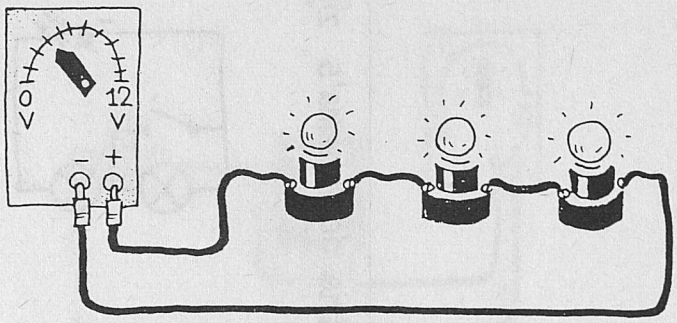
_____

schakeling

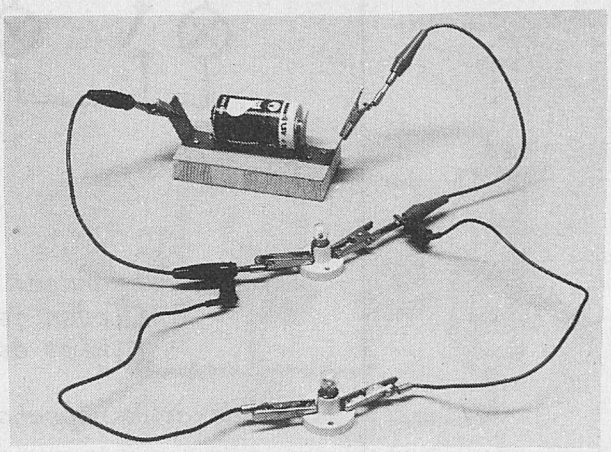
Hieronder staan zes schakelingen getekend of gefotografeerd. Teken zelf het schema. Als je tijd over hebt mag je ze ook maken.

schema

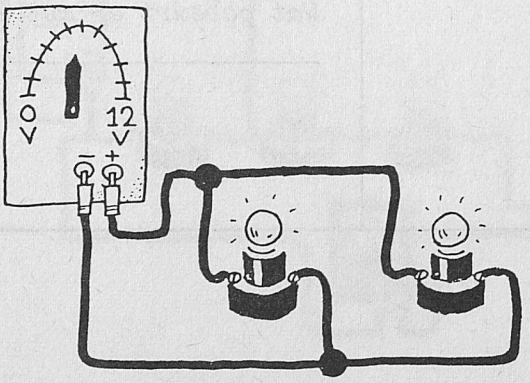
2.



3

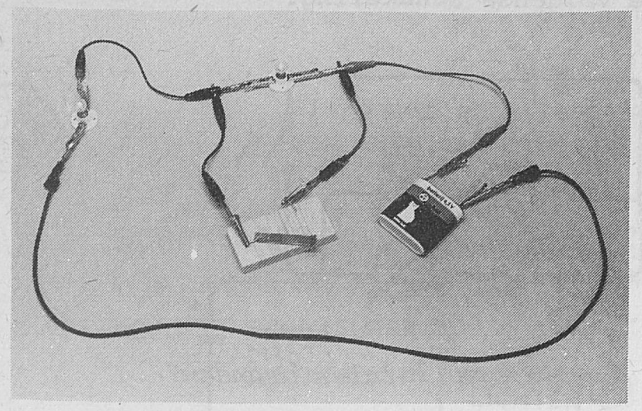


4

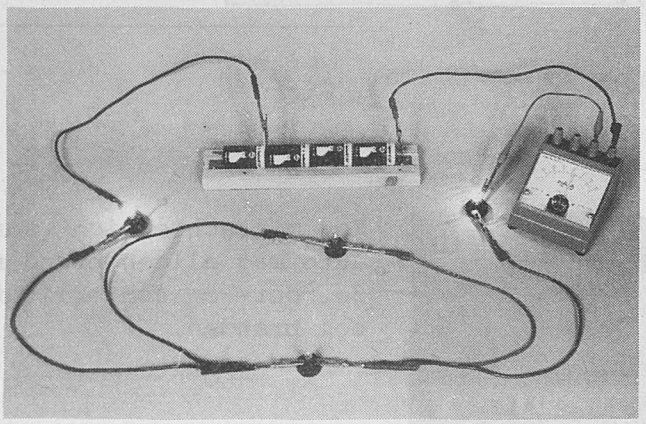


Schema

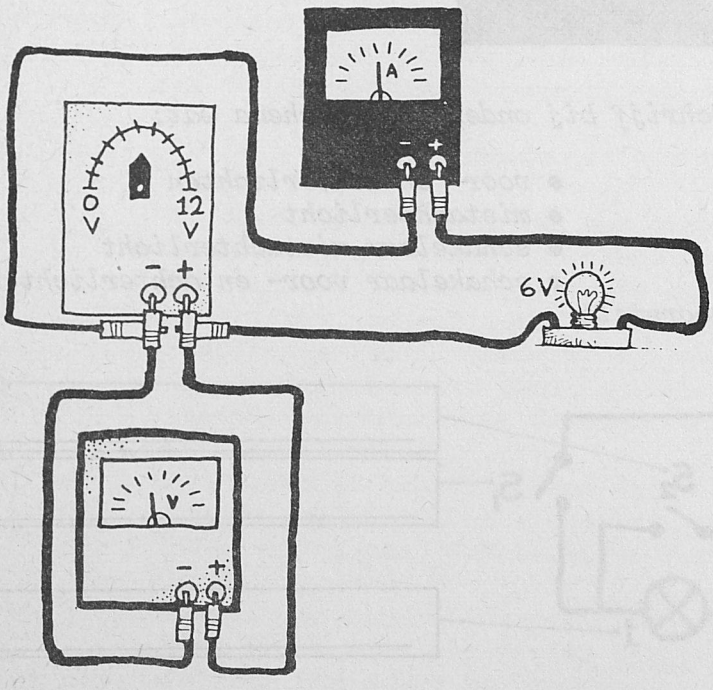
5.



6.

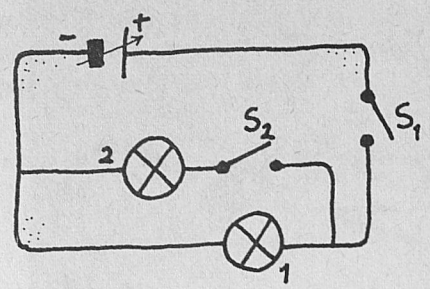


7.



DOE NU 3

Bouw de volgende schakeling.



8. Hoe kun je lamp 1 laten branden?

_____

9. Wat moet je doen om lamp 2 te laten branden?

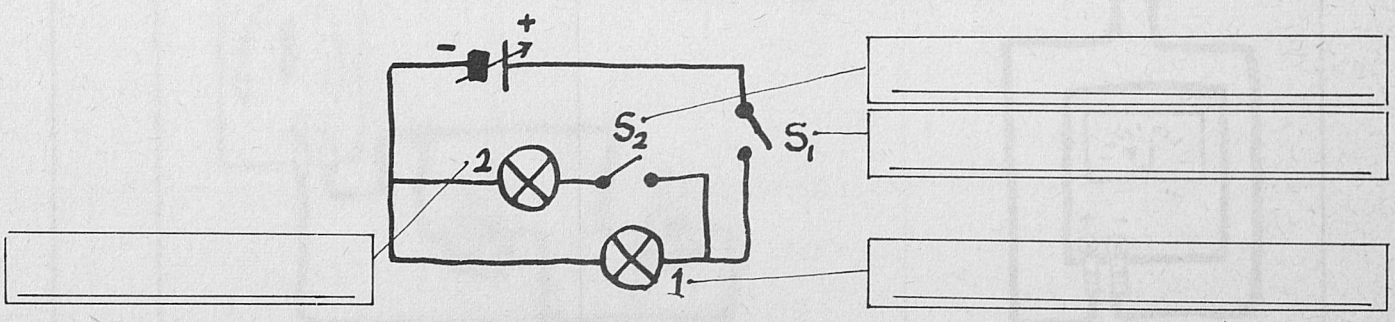
_____

Een mistachterlicht van een auto mag alleen branden als de voor- en achterlichten ook branden.

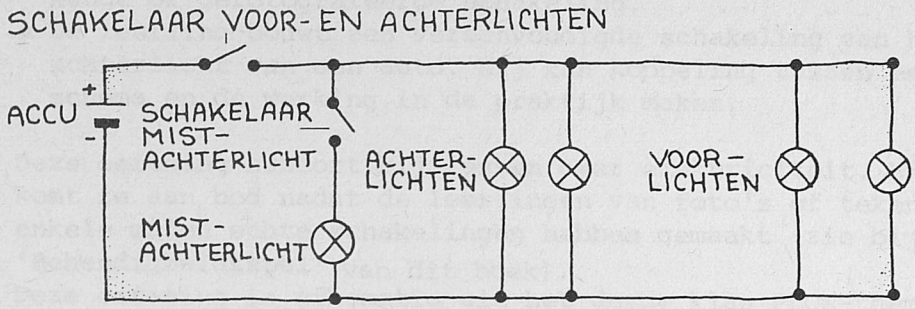
10. Schrijf bij onderstaand schema wat:

- *voor- en achterlichten*
- *mistachterlicht*
- *schakelaar mistachterlicht*
- *schakelaar voor- en achterlichten*

voorstelt.



Hieronder staat een schema van de verlichting van een auto met mistachterlicht.



11. *Iemand wil overdag zijn mistachterlicht aanzetten zonder de andere lichten aan te doen.*

Kan dat ..... *ja/nee*

Wat moet hij dan doen?

_____

_____

leraren handleiding

Schakelschema's

Doelen

- De leerling leert schakelingen maken met behulp van een tekening van die schakeling én een schema van die schakeling.
- De leerling oefent in het tekenen van schema's bij een getekende of gefotografeerde schakeling.
- De leerling bouwt een vereenvoudigde schakeling van het mistachterlicht van een auto. Hij kan koppeling tussen een principeschema en de werking in de praktijk maken.

Leerstof

Deze oefening behoort bij lessen over elektriciteit. Bij voorkeur komt ze aan bod nadat de leerlingen van foto's of tekeningen al enkele malen echte schakelingen hebben gemaakt (zie bijvoorbeeld 'Behendigheidsspel' van dit boek).
Deze oefening is afkomstig uit het derde klas PLON-thema 'Elektrische schakelingen'.

Werkwijze

De leerlingen maken de schakelingen met z'n tweeën. Samenwerken heeft als voordeel dat de leerlingen met elkaar kunnen overleggen over de schakeling. Let er dan wél op, dat niet telkens dezelfde leerling met z'n vingers aan de spullen zit, terwijl de ander toekijkt en schrijft. Laat ze bijvoorbeeld om de beurt de schakeling maken. Uiteindelijk moeten beide leerlingen deze vaardigheid beheersen.
De tussengevoegde vragen stellen de docent in staat na te gaan of de leerlingen de goede opstelling hebben gemaakt, zonder dat hij bij iedereen de schakeling precies kontroleert.
Wen de leerlingen eraan de stroomkring pas op het alerlaatst bij de spanningsbron aan te sluiten.

Wat kun je aan de antwoorden zien?

De getekende schema's kunnen verschillende fouten bevatten. Ze vertonen bijvoorbeeld een mengelmoes tussen korrekte symbolen en tekeningen van onderdelen. (Het lampje bijvoorbeeld). Ook kunnen er fouten gemaakt worden bij de aansluitingen.

Verdiepingsmogelijkheden

Er zijn vele voorbeelden te vinden van verdiepingsmogelijkheden.
a. *Technisch.*
De leerlingen kunnen van een nieuwe gefotografeerde of getekende schakeling het schema tekenen. Zie 'Elektrische schakelingen'.
Ze kunnen ook gevraagd worden om een schema voor stads-, dim- en grootlicht van een auto te ontwerpen en te onderzoeken welke combinatie van lichten bij een auto kunnen branden.
Ze kunnen hun vaardigheid in het maken van schakelingen van een schema vergroten. Zie daarvoor ook de vele hobbytijdschriften.
b. *Wetenschappelijk.*
Het maken én begrijpen van de werking van een schakeling kan in steeds ingewikkelder situaties geoefend worden. Zie ook het vierde klas PLON-thema 'Schakelen en regelen'.
c. *Onderzoekend.*
Leerlingen kunnen antwoorden zoeken op zelfgeformuleerde vragen: "Wat gebeurt er als je één lampje uitdraait (zie vraag 6)?"
Ze doen dan eerst een voorspelling, waarbij ze ook de vraag preciezer proberen te maken. Als ik dát lampje uitdraai, blijft dit lampje dan wel branden en díe niet? Ze voeren in ieder geval de proef uit als controle.

Praktische aanwijzingen

De eenvoudigste stroomkring wordt met een batterij gemaakt.
Wen de leerlingen eraan de kring slechts korte tijd te sluiten.
Hiermee ontzie je de batterij.

leraren handleiding

aflezen

Doelen

- De leerling oefent in het aflezen van verschillende schalen:
  - een thermometerschaal
  - een ampère- en een voltmeterschaal
- Hij maakt kennis met diverse problemen:
  - de afstand tussen twee schaalstrepen heeft verschillende waarden
  - de waarde van een schaaldeel hangt af van de gekozen aansluitpunten (bij de Volt- en Ampèremeter)

Leerstof

Aflezen hoort niet bij een bepaald onderwerp, maar past in het brede gebied van de praktikumvaardigheden. Voor dat de nadruk wordt gelegd op het precies en nauwkeurig aflezen moet een leerling kwalitatief met een meetinstrument gewerkt hebben. Bijvoorbeeld door toevoeging van zout aan smeltend ijs ziet de leerling dat het kwik in de thermometer daalt. (zie 'Rijp maken') Of de gloeidraad wordt warmer, de stroom wordt groter, de meter geeft een grotere uitslag (zie 'Worden elektriciteitsdraden warm?')
Deze afleesoefening kan aan het eind van de tweede klas plaatsvinden, als de leerlingen al flink wat oriënterende praktikumervaringen hebben opgedaan.
De praktikumsituatie zelf is niet geschikt om het aflezen te oefenen. Er zijn dan teveel dingen aan de hand. De aandacht van de leerling is dan veelal gericht op het fysische probleem. Bijvoorbeeld op de warmteontwikkeling in de gloeidraad. Dat leidt af. Bovendien hebben de leerlingen zelden allemaal precies dezelfde aanwijzing van hun instrument. Het wordt dan moeilijk om ze te laten weten of ze korrekt afgelezen hebben.
Deze oefening is ontleend aan het tweede klas PLON-thema 'IJs, water, stoom I' pagina 5 en 6 en aan het derde klas PLON instruktieboekje 'Elektrische Schakelingen' pagina 20.

Werkwijze

De docent doet enkele aflezingen vóór en wijst op veel voorkomende problemen:
- de afstand tussen twee strepen is soms 0,1, dan weer 0,2 of 0,5 graad Celsius.
- de plaats van de nul is nu eens bovenaan, dan weer onderaan de schaal.

Daarna vult de leerling zelf de rest van de bladzijde in.
De docent bespreekt elke bladzijde voordat hij verder gaat. Hierna oefenen de leerlingen nog met het aflezen van een echt instrument. Hierna volgt een korte toets bijvoorbeeld door enkele af te lezen schalen op sheet te zetten en op de overheadprojektor te leggen.
Tijdsduur: 1 lesuur.

Wat kun je aan de antwoorden zien?

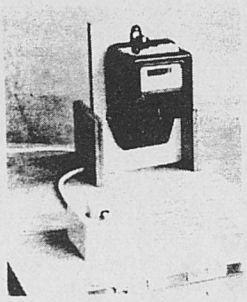
Bij aflezen kun je niet zonder meer een antwoord positief waarderen. De aflezing moet nu eenmaal korrekt zijn. Je kent wèl uit de antwoorden afleiden wat de gemaakte fouten zijn:
- wordt bij 1.1 bijvoorbeeld *3,2* afgelezen, dan was niet duidelijk dat de afstand tussen twee streepjes 0,5 schaaldeel was.
- wordt bij 1.6 *33* afgelezen, dan is geen rekening gehouden met de aanwijzing 100 onderaan de schaal.
- wordt bij 1.10 *22* afgelezen dan is de plaats van de 0 over het hoofd gezien.

Deze aflezingen zijn (nog) niet korrekt, maar ook niet *volledig* fout.

Het aantal fouten dat de leerling maakt geeft een aanwijzing over de mate waarin hij deze vaardigheid beheerst.

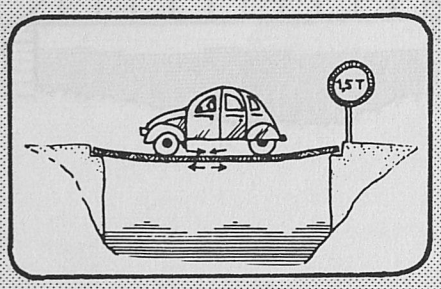
Verdiepings-mogelijkheden

- andere meetinstrumenten aflezen 'op papier'.
- echte meetinstrumenten in een praktikumsituatie aflezen. Bijvoorbeeld: in een stroomkring met ampèremeter en drukschakelaar, moet elke leerling de schakelaar indrukken en de meter aflezen. Dit kan in de vorm van een circuspraktikum georganiseerd worden. Zie ook 'Het toetsen van praktische vaardigheden', uitgave PLON.
- in een praktikumproef één of meer meters aflezen en de afgelezen resultaten verwerken.



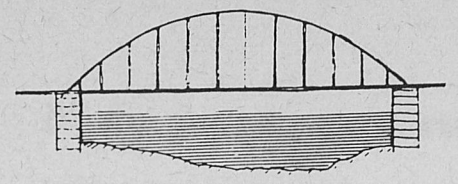
5. rapporteren

wie bouwt
de sterkste brug?



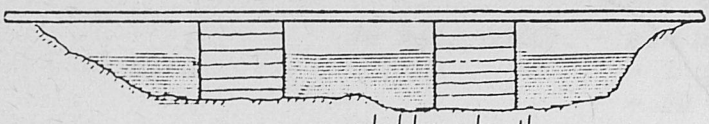
tentoonstelling
over metalen

Op school en later in het beroep zullen de leerlingen nogal eens aan een ander moeten laten zien wat ze doen. Een proef laten zien aan klasgenoten en er wat bij vertellen vinden we heel belangrijk. Rapporteren moet door een goede didaktische struktuur veiligheid bieden aan de leerlingen. Dit hoofdstuk bevat een bruggenbouw wedstrijd en een tentoonstelling over materialen.

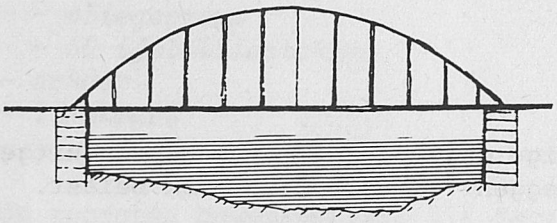


wie bouwt de sterkste brug?

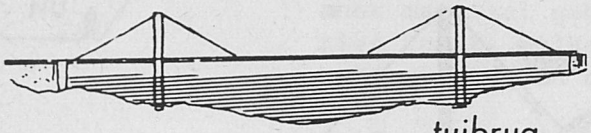
In Nederland tref je veel soorten bruggen aan: vlakke plaatbruggen, boogbruggen, tuibruggen, vakwerkbruggen. In het buitenland bestaan ook hangbruggen.



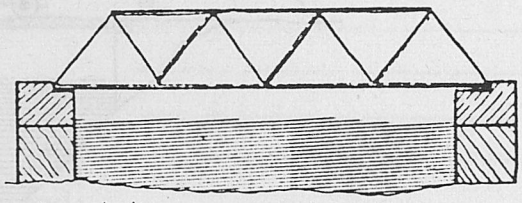
vlakke plaatbrug



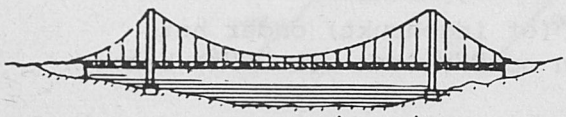
boogbrug



tuibrug



vakwerk brug

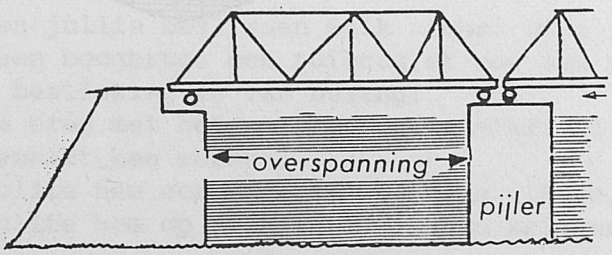


hangbrug

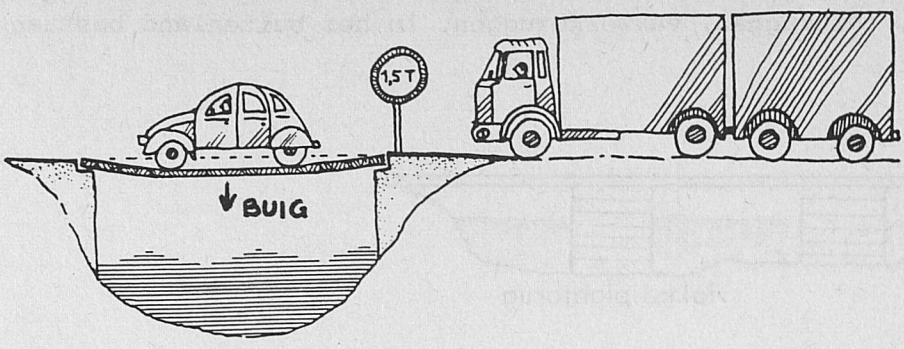
A. Wat moet je weten?

Bij het bouwen van een brug moet je enkele belangrijke dingen weten:

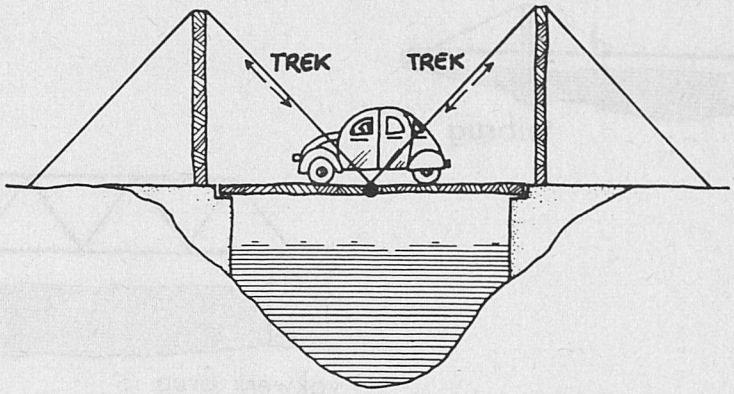
- een brug ligt *los* bovenop de pijlers. De brug kan daardoor uitzetten bij warm weer en inkrimpen bij koud weer zonder kapot te gaan.



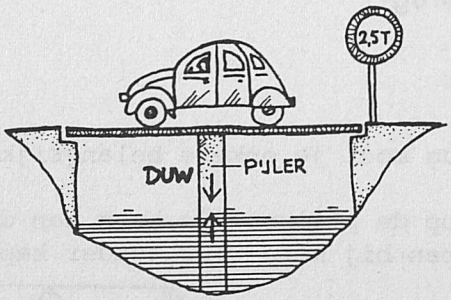
- het brugdek buigt door onder het gewicht van een auto, meestal zo weinig dat je het niet ziet.



- sommige delen van de brug worden uitgerekt onder het gewicht van de auto. We zeggen: ze worden op *TREK* belast.



- andere delen van de brug worden ingeduwd (of ingedrukt) onder het gewicht van de auto. We zeggen: ze worden op *DUW* (ook wel *DRUK*) belast.



B. En nu... de voorbereidingen.

Iedere groep krijgt een zak met evenveel bouwmateriaal. Iedere groep moet een brug bouwen met dezelfde *OVERSPANNING* en dezelfde *BREEDTE*. Je leraar geeft op hoe groot de overspanning en de breedte moeten zijn. De vorm van de brug mag de groep zelf kiezen.
Als jullie brug klaar is, moet je voor de klas laten zien hoe sterk hij is.

Welke groep bouwt de sterkste brug?

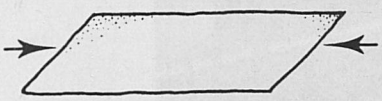
Je hebt nodig:
- *een zak met bouwmateriaal:*
  - *1 vel tekenkarton 1m x 1m*
  - *50 vel A4 papier*
  - *plakband*
  - *1 flesje houtlijm*
  - *vliegertouw*
  - *50 ijslolliestokjes*
- *schaar*
- *lijmkwast*
- *nietmachine*

DOE NU 1

Pak verschillende soorsten bouwmateriaal uit de zak.
Je hoeft niet alles te gebruiken. Maar je mag zeker niet meer materaal gebruiken. Probeer (voorzichtig! het hoeft niet kapot) welke materialen je kunt induwen, welke je kunt uittrekken en welke je kunt buigen.

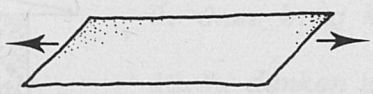
1. Tegen DUW is bestand: _____

DUWEN



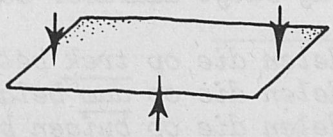
2. Tegen TREK is bestand: _____

TREKKEN



3. Tegen BUIGEN is bestand: _____

BUIGEN

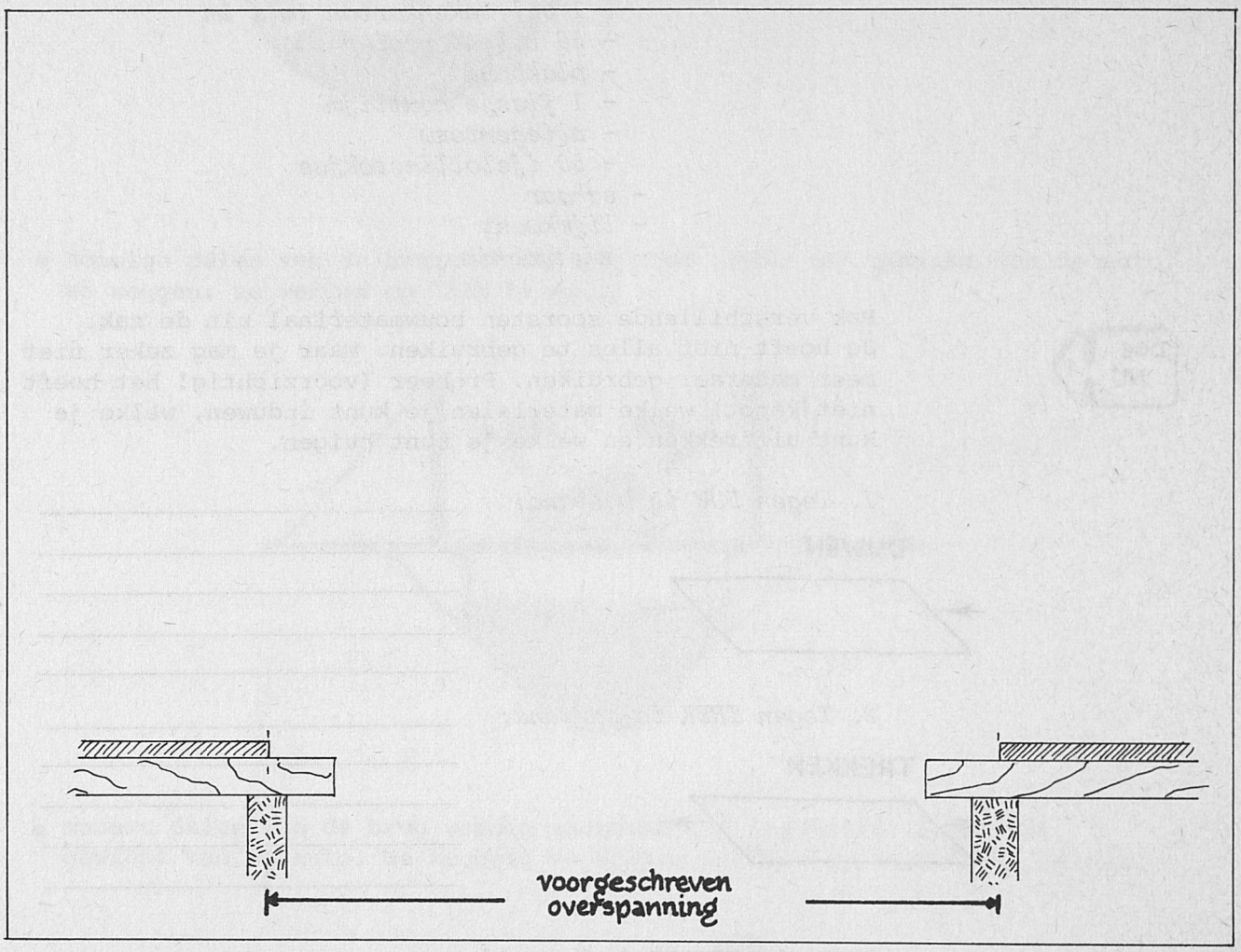


DOE NU 2

Nu moeten jullie beslissen welk soort brug jullie gaan maken: een boogbrug, een tuibrug of nog een ander soort.
Bij die beslissing is van belang:
- dat de brug met het gekregen bouwmateriaal uit de zak gemaakt kan worden,
- dat jullie hem echt een *sterke* brug vinden,
- dat jullie hem op tijd klaar kunnen krijgen

Erg handig is het als er zo'n brug in de buurt is om die te gaan bekijken, te tekenen of zelfs op te meten. Hoe hebben bruggebouwers de brug zo stevig gekregen? Welke *vormen* hebben ze gebruikt?

4. *Teken de brug die jullie gaan maken. Maak een duidelijke tekening (eerst op klad), want er moet veel bijgetekend worden.*



5. *Stel je voor dat er een zware vrachtwagen op jullie brug staat. De brug buigt daardoor een beetje.*

   - *Kleur de onderdelen die op trek belast worden rood*
   - *Kleur de onderdelen die op duw belast worden blauw*
   - *Kleur de onderdelen die op buigen belast worden groen*
   - *Laat de onderdelen waarvan je de belasting niet kent ongekleurd.*

6. *Schrijf in je tekening welke onderdelen je van touw maakt, welke van karton, welke van stokjes en welke van papier.*

C. En nu... bouwen

Ga de brug bouwen. Gebruik je bouwmateriaal zo goed mogelijk. Eerst denken en met elkaar over praten. Dan pas doen.
Als de brug klaar is, duw dan voorzichtig, maar steeds harder op het midden van de brug. Hou op met duwen als de brug ergens kapot dreigt te gaan. Verstevig hem.

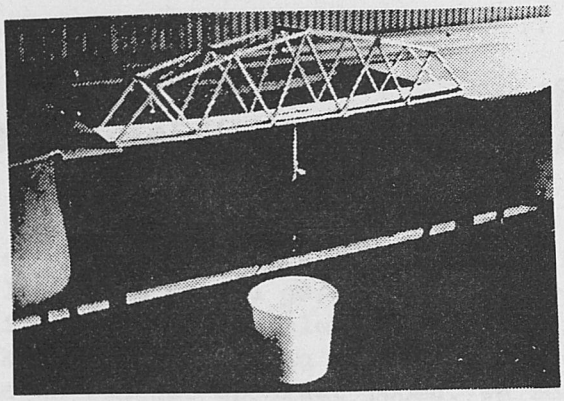
7. *Zet in je brugtekening een kringetje om de onderdelen of punten die volgens jullie het eerste kapot gaan, als de brug belast wordt.*

8. *De brug hebben we verstevigd*

plaats	*verstevigd met:*	*werd hij steviger?*
1 _____	_____	_____
2 _____	_____	_____
3 _____	_____	_____
4 _____	_____	_____
5 _____	_____	_____

D. Wat laat je zien?

Jullie gaan je brug aan de klas laten zien. Bereid dat goed voor. Bekijk hiervoor de vragen 9,10 en 11.



9. *Onze brug kan volgens ons minstens* _____ **kilo** *houden.*

10. *Nu denken we dat hij kapot gaat op het onderdeel*

_____

11. *Onze taakverdeling bij het belasten van de brug voor de klas is (vul de naam in):*

_____ *geeft een uitleg over trek, duw en buigen in onderdelen van onze brug.*

_____ *legt uit waar we de brug verstevigd hebben.*

_____ *legt uit hoe de brug er in het echt uit ziet.*

_____ *en* _____ *zetten de brug klaar;* *belast de brug.*

E. En nu... de wedstrijd

12. De sterkste brug was van _____
    Hij brak bij een belasting van ____ kilo

13. Onze brug brak bij ____ kilo

14. Het zwakste onderdeel was: _____

15. Als we nog eens een brug moesten bouwen van hetzelfde materiaal zouden we de volgende dingen anders doen:
    - _____
    - _____

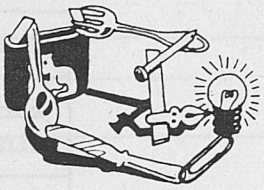
tentoonstelling over metalen

Metalen worden veel gebruikt. Kijk maar eens om je heen. Er zit metaal in je balpen, in je horloge, in een lamp, in de verwarming en noem maar op. Meestal is dat ijzer of aluminium, maar er zijn ook dingen van zink, van koper of zelfs van goud.
Wat hebben metalen nu voor bijzonders? Waarom worden ze zoveel gebruikt? Het antwoord op die vraag is: ze hebben allemaal vijf bijzondere *eigenschappen*. Wat we daarmee bedoelen ga je leren bij het maken van deze *tentoonstelling over metalen*. Jij gaat met jouw groep een tentoonstelling maken over één zo'n eigenschap. Over de vier andere eigenschappen wordt door de andere groepen een tentoonstelling gemaakt. De andere groepen leren van jullie. Jullie leren wat andere groepen te vertellen hebben.

A. En nu ... de voorbereiding

Iedereen doet de opdrachten over de vijf eigenschappen. Daarom kiest elke groep één eigenschap en maakt daarover een tentoonstelling.

eigenschap 1 : stroomgeleiding



In elke elektrisch apparaat zit metaal. Dat is niet toevallig. Want metaal *geleidt de elektrische stroom*. Deze eigenschap van metalen noemen we *stroomgeleiding*. De elektrische stroom mag alleen maar door bepaalde onderdelen van het apparaat lopen. We zullen die de stroomgeleidende onderdelen noemen. Het *isolatiemateriaal* moet ervoor zorgen dat de stroom nergens anders gaat lopen. Isolatiemateriaal is nooit van metaal gemaakt.

1. *Vul de tabel hieronder verder in. Schrijf er nog één of twee elektrische apparaten bij.*

STROOMGELEIDING		
elektrisch apparaat	stroomgeleidende onderdelen	isolatie-materiaal
lamp	• gloeidraad • schroefdraad	zwart spul in de fitting
luidsprekerbox	_____ _____	_____ _____
hoogspannings-leiding	_____ _____	_____ _____

→ zie volgende bladzijde

elektrisch apparaat	stroomgeleidende onderdelen	isolatie-materiaal
_____	_____	_____
_____	_____	_____

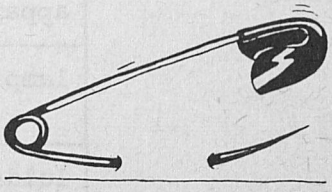
eigenschap 2 : warmtegeleiding

LEES 2

Alle pannen zijn van metaal gemaakt. Dat is niet toevallig. Want metaal *geleidt de warmte* goed. Deze eigenschap heet *warmtegeleiding*. De handvaten van een pan zijn vaak van een soort plastic gemaakt of van hout. Pannen met een metalen handvat pak je met een pannelap van het fornuis. Plastic, hout en de pannelap houden de warmte tegen. Die zorgen voor de *warmte-isolatie*.

2. *Vul de onderstaande tabel in. Schrijf er nog één of twee warmtegeleidende dingen bij.*

WARMTEGELEIDING		
warmtegeleidend ding of apparaat	warmtegeleidend onderdeel	warmte-isolerend onderdeel
pan	bodem	plastic of houten handvat / pannelap
koelkast	zwart ding aan de achterkant	_____ _____
kookplaatje	_____ _____	_____ _____
_____	_____ _____	_____ _____
_____	_____ _____	_____ _____



eigenschap 3 : vering

LEES 3

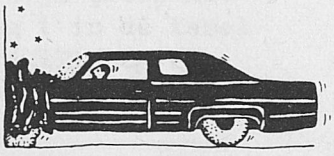
In een balpen zit een metalen veertje. Dat is niet toevallig van metaal gemaakt. Een metaal kan *veren*. In bijna elke bewegende machine of in apparaten met bewegende delen zit wel een *verend onderdeel*. Dat is nodig om schokken of trillingen op te vangen of om iets terug te laten veren. Deze eigenschap van metalen heet *vering*.

3. *Vul onderstaande tabel in. Schrijf er nog één of twee bewegende machines of apparaten bij.*

VERING

bewegende machine of apparaat	verend onderdeel	vering is nodig om:
balpen	veertje	vulling terug te laten veren
(rader-) horloge	onrust	_____
trein	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

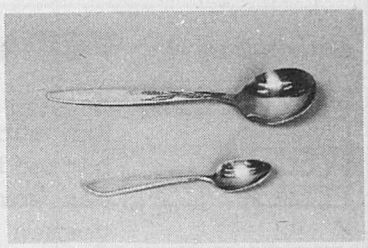
eigenschap 4: vervorming



Een auto is van metaal gemaakt. Het plaatwerk is in een bijzondere vorm verbogen. Bots je ermee tegen een boom, dan wordt het plaatwerk ingedeukt. Zowel het (gewild) vormen van het plaatwerk als het (ongewild) indeuken noemen we *vervorming*.
Bij een kleine klap tegen de auto dukt die niet in, maar veert het plaatwerk terug. Metaal kan maar tot een bepaalde grens veren. Daarna treedt vervorming op. Waar die grens ligt hangt sterk af van het gebruikte metaal en van de vorm ervan.

4. *Vul onderstaande tabel in. Schrijf er nog één of twee metalen dingen in, die vervormd worden.*

VERVORMING		
metalen ding dat vervormd wordt	gewilde vervorming	niet gewilde vervorming
auto	vorm van het plaatwerk	deuk in het plaatwerk
paperclip	de gebogen vorm	_____
metalen stoelpoot	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____



eigenschap 5

glans

Een metalen lepel is glad en glanst. Dat is een mooi gezicht.
Een lepel is ook glad en glanzend, omdat die dan beter schoon te maken is. En omdat dat een prettiger gevoel op je tong geeft dan een ruwe lepel.
Alle metalen glanzen. Maar veel metalen raken heel snel hun glans kwijt. Bijvoorbeeld ijzer wordt snel dof en roestig. Door roesten gaan ijzeren voorwerpen kapot. Speciaal gemaakt ijzer (of staal) kan niet roesten: roestvrij staal. Dat behoudt zijn glans.
Deze eigenschap van metalen noemen we *glans*.

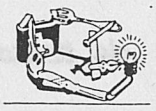
5. *Vul de tabel hieronder in. Schrijf nog één of twee glanzende metalen voorwerpen op.*

GLANS		
glanzend metalen voorwerp	waarom is het glanzend gemaakt?	van welk ander materiaal kan het voorwerp gemaakt worden?
lepel	• mooi • goed schoon te maken • glad is prettig voor de tong	plastic
ring	mooi	
metalen kraan	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

B. En nu ... kiezen

Welke eigenschap van metalen wil jij met je groep het liefste verder bekijken? Zet daarbij een 1 in de tabel hieronder. Kies ook de eigenschap, die jullie op één na het liefste willen bekijken. Zet daarbij een 2.

6. *Zet een (1) en een (2) in deze tabel:*

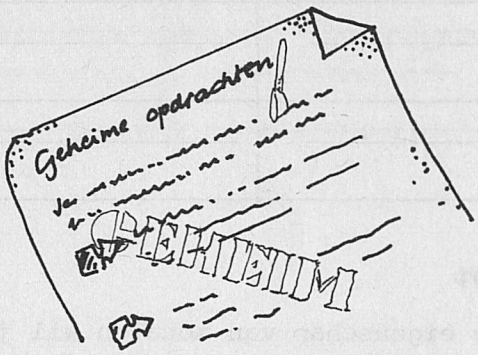
stroomgeleiding	
warmtegeleiding	
vering	
vervorming	
glans	

Van elke eigenschap moet maar door één of twee groepen een tentoonstelling gemaakt worden. Daarom moet er met de andere groepen van de klas uitgemaakt worden over welke eigenschap jullie een tentoonstelling gaan maken.

7. Aan ons is de eigenschap [_____] *toegewezen*

C. En nu... de tentoonstelling maken.

Je krijgt nu de opdrachten over jullie onderwerp.



Voer die opdrachten uit en maak er een mooie tentoonstelling van.

D. En nu... de tentoonstelling bezoeken.

Bezoek de tentoonstelling van de andere groepen. Schrijf hieronder op welke vraag zij hebben en wat jouw antwoord daarop is. Schrijf ook op wat je er nog meer van geleerd hebt.

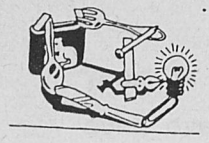
VUL IN

werkblad tentoonstelling

Eigenschap 1

Stroomgeleiding

Hun vraag is



Ons antwoord luidt

Verder hebben we nog geleerd

Eigenschap 2

Warmtegeleiding

Hun vraag is

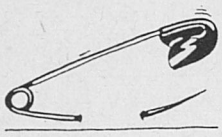
Ons antwoord luidt

Verder hebben we nog geleerd

Eigenschap 3

Vering

Hun vraag is



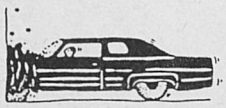
Ons antwoord luidt

Verder hebben we nog geleerd

Eigenschap 4

Vervorming

Hun vraag is



Ons antwoord luidt

Verder hebben we nog geleerd

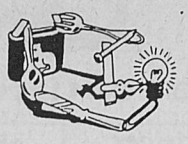
Eigenschap 5

Glans

Hun vraag is

Ons antwoord luidt

Verder hebben we nog geleerd

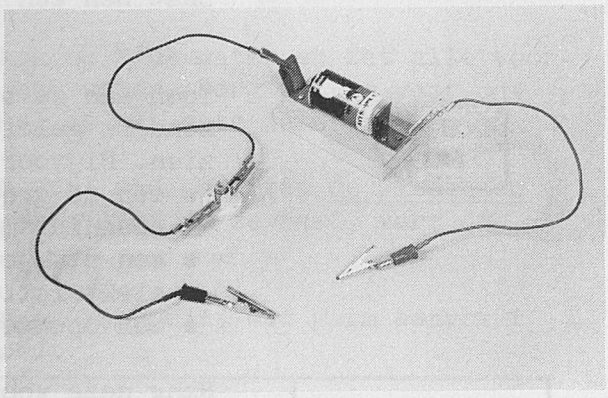


Geheime opdrachten over.... stroomgeleiding

Voor de tentoonstelling over metalen ga jij met je groep een proef doen over stroomgeleiding. Die proef laat je aan de bezoekers zien. Verder laat je enkele bizondere geleiders en isolatoren zien.

Je hebt nodig:
- *batterijen (6 V)*
- *lampje (6 V) in lampvoet*
- *snoeren*
- *twee krokodilklemmen*

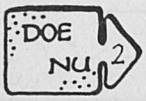
Maak de schakeling die op de foto staat.



Test de schakeling door de krokodilklemmen A en B tegen elkaar te houden.

1. *Als ik de krokodilklemmen tegen elkaar houd is het lampje (kruis aan)*
   - ☐ *aan*
   - ☐ *uit*

2. *Uit de test blijkt, dat mijn schakeling:*
   - ☐ *goed is*
   - ☐ *fout is. Ik probeer het opnieuw.*



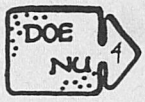
Klem nu om de beurt allerlei voorwerpen tussen de krokodilklemmen. Probeer voorwerpen van hout, plastic, koper, ijzer, zink, aluminium en potloodstift.

Als het lampje brandt is het materiaal een <u>stroomgeleider</u>
Als het lampje niet brandt, noemen we het materiaal een <u>isolator</u>.

3. Vul in:

voorwerp	lampje brandt wel/niet	geleider ja/nee	isolator ja/nee
•			
•			
•			
•			
•			
•			

Maak bovenstaande tabel in het groot voor je tentoonstelling. Laat voldoende ruimte over om nieuwe voorwerpen in te vullen. Iedere groep die langs komt moet het proefje een keer doen. Laat ze het proberen met een voorwerp dat ze toevallig zij zich hebben. Bijvoorbeeld een pen, een brillepoot, een vinger.
Laat hen één regel van de grote tabel invullen.



Toon aan de bezoekers van de tentoonstelling een bijzondere geleider of isolator. Je mag ook foto's laten zien. Bijvoorbeeld:

- een zo groot mogelijke isolator (van een hoogspanningsmast),
- een stukje van een elektrische kabel (van het elektriciteitsbedrijf),
- een opengemaakte chip onder een mikroskoop.

Hang deze voorwerpen zo op of zet ze zo neer, dat de bezoekers ze goed kunnen zien.
Schrijf of teken erbij wat het is en wat er zo bijzonder aan deze geleiders of isolatoren is.

Bedenk een korte vraag die je aan de bezoekers van de tentoonstelling kunt stellen. Die vraag moet beantwoord kunnen worden door jullie tentoonstelling goed te bekijken.

4. Onze vraag is:

_____

Het goede antwoord luidt:

_____

_____

Geheime opdrachten over... warmtegeleiding

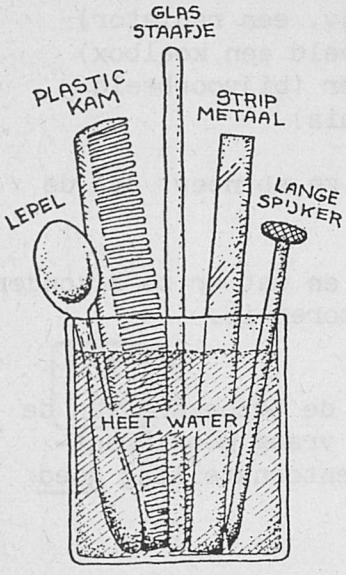
Voor de tentoonstelling over metalen ga jij met je groep enkele proeven doen over warmtegeleiding. Die proef laat je aan de bezoekers zien. Verder laat je enkele bizondere voorwerpen zien, die speciaal gemaakt zijn om warmte te geleiden of te isoleren.

Je hebt nodig:
- *een bekerglas met heet water*
- *diverse voorwerpen*
- *bekerglas met koud water*
- *ijsblokjes*

DOE NU 1

Verzamel vijf of zes langwerpige voorwerpen van metaal en niet-metaal. Bijvoorbeeld: een glasstaafje, een lange spijker, een kam, een strip koper, een lepel, enzovoort

Vul een beker met kokend heet water en zet alle voorwerpen tegelijk in het water. Zorg dat ze voor ongeveer een kwart deel in het hete water steken.



Wacht één minuut en voel dan snel aan de uiteinden van de voorwerpen. Bepaal of je ze heet, warm of gewoon vindt.

1. *Schrijf op wat heet aanvoelt, wat warm aanvoelt en wat gewoon voelt.*

voelt heet aan	voelt warm aan	voelt 'gewoon' aan

DOE NU 2

Doe ijsblokjes in de beker in plaats van heet water. Voel weer aan de voorwerpen.

2. *Vul de tabel in*

erg koud	koud	lauw

3. *Worden de materialen die snel heet werden ook snel koud aan het uiteinde?*

ja / nee / niet allemaal

DOE NU 3

Maak een grote tabel voor je tentoonstelling.

voorwerp	warmtegeleider : ja/nee	warmteisolator ja/nee

Laat de bezoekers van je tentoonstelling ook een lang voorwerp (balpen, liniaal, stukje ijzerdraad) opzoeken. Steek dit ook in het hete en in het koude water.
Zorg voor verversing van het water als het niet echt heet of echt koud meer is.
Laat ze de grote tabel invullen.

DOE NU 4

Laat de bezoekers van de tentoonstelling enkele bizondere warmtegeleiders of isolatoren zien:

- een grote warmtegeleider (bijv. een radiator)
- een grote isolator (bijvoorbeeld een koelbox)
- een geisoleerde warmtegeleider (bijvoorbeeld een geisoleerde verwarmingsbuis)

Hang deze voorwerpen zo op of zet ze zo neer, dat de bezoekers ze goed kunnen zien.

Schrijf of teken erbij wat het is en wat er zo bizonder aan deze warmtegeleiders en isolatoren is.

? 5

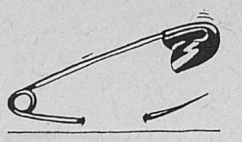
Bedenk een korte vraag die je aan de bezoekers van de tentoonstelling kunt stellen. Die vraag moet beantwoord kunnen worden door jullie tentoonstelling goed te bekijken.

4. Onze vraag is:

_____

Het goede antwoord luidt:

_____

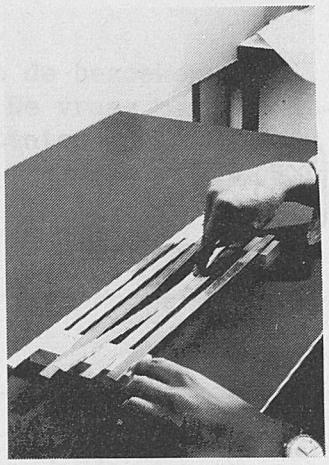


Geheime opdrachten over... vering

Voor de tentoonstelling over metalen ga jij met je groep enkele proeven doen over vering. Die proeven laat je aan de bezoekers zien. Verder laat je enkele bizondere veren zien.

Je hebt nodig:

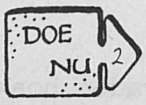
- *enkele strips van metaal, hout en plastic*
- *twee gelijke blokjes hout*
- *statief met klem*
- *meetlat*
- *knikkers*
- *koffiebekertje een een touwtje*
- *grote paperclips*



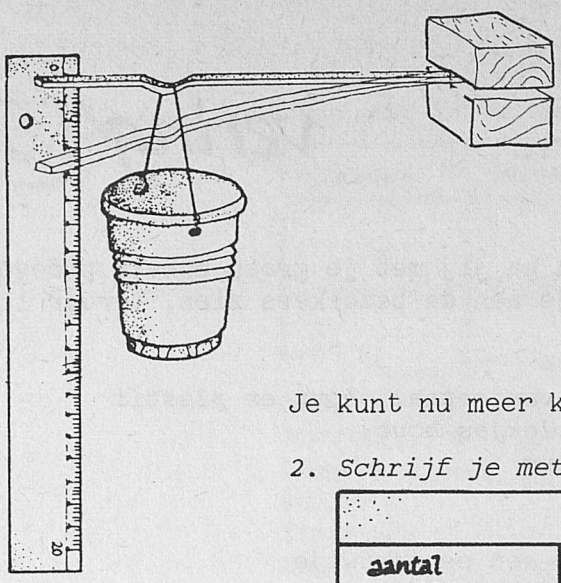
Leg vier of vijf strips van metaal, hout en plastic op twee blokjes en druk met een vinger de strips in het midden ongeveer twee cm naar beneden.

1. *Geef in de tabel met een kruis aan of de strip terug veert of verbuigt.*

strip nr	materiaal	veert terug	verbuigt
1	_____	____	____
2	_____	____	____
3	_____	____	____
4	_____	____	____
5	_____	____	____



Je kunt ook preciezer kijken.
Klem de strip aan een kant in een houder. Hang aan de andere kant het bekertje. Je kunt daar knikkers in doen.
Kontroleer of de strip weer op het streepje 0 cm komt te staan als je de knikkers uit het bekertje haalt.



Je kunt nu meer knikkers in het bekertje doen.

2. *Schrijf je metingen in de tabel*

	materiaal _____
aantal knikkers	2 4 6
kwam de strip weer in 0 terug	

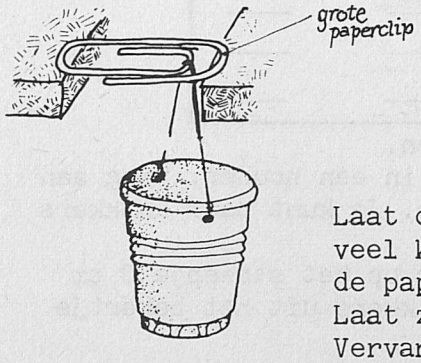
Neem ook andere strips. Meet bij hoeveel knikkers in het bekertje die strip niet meer terugveert.

3. *Noteer in de tabel*

materiaal	veert niet meer terug na ... knikkers
ijzer	_____
koper	_____
aluminium	_____
lood	_____
_____	

Maak deze tabel in het groot voor je tentoonstelling.

Maak voor de tentoonstelling de volgende opstelling.



Laat de bezoekers van de tentoonstelling raden hoeveel knikkers er in het koffiebekertje moeten zó dat de paperclip nèt verbuigt.
Laat ze daarna kontroleren of ze gelijk hebben.
Vervang verbogen paperclips.

Houd in het geheim bij wat iedereen geraden heeft

Zoek nu enkele bizondere veren op. Vraag na of probeer bij welke kracht die veren verbuigen.

- een hele grote veer (uit een auto, van een body-builder bijvoorbeeld)
- een hele kleine veer (bijvoorbeeld uit een oud horloge)

Stel deze voorwerpen goed duidelijk tentoon. Laat de kleine veer desnoods door een vergrootglas bekijken.

Schrijf of teken erbij wat het is en waarom je het tentoonstelt.

Bedenk een korte vraag die je aan de bezoekers van de tentoonstelling kunt stellen. De vraag moet beantwoord kunnen worden door jullie tentoonstelling goed te bekijken.

4. Onze vraag is:

_____

Het goede antwoord luidt:

_____

Geheime opdrachten over... vervorming

Voor de tentoonstelling over metalen ga jij met je groep een proef doen over vervorming. Verder zoek je stukken metaal die (nog) niet in de goede vorm gevormd zijn.

Je hebt nodig:
- *hamer en aambeeld of stuk rail*
- *schuimrubber onder het aambeeld*
- *diverse stukjes afvalmetaal en andere materialen*
- *een veiligheidsbril!*

Begin met het verzamelen van enkele afvalstukjes metaal en enkele stukjes hout, karton en plastic.

Leg de stukjes op het aambeeld en sla er *zachtjes* op. Probeer er een dun plaatje van te maken.

Maak zo min mogelijk lawaai. Zet het aambeeld op schuimrubber tegen het lawaai.

1. *Schrijf in de tabel op wat er gebeurt. Welke materialen barsten, splinteren of scheuren? Welke niet?*

materiaal	wat gebeurt ermee?
•	
•	
•	
•	
•	
•	
•	

Verzamel nog een aantal afvalstukjes van verschillende metalen. Neem een priem en probeer in het materiaal te krassen.

Leg het metaal op een stevige ondergrond (een plaat hout of zo) zodat je niet in de bank krast.

2. *Schrijf in je tabel op of je in het metaal diepe krassen, ondiepe krassen of geen krassen kunt maken.*

metaal	de kras is .....

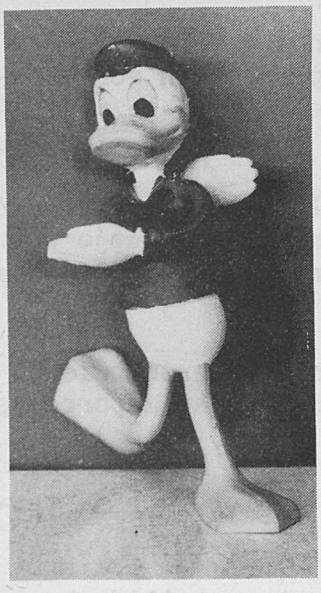
3. *Welk metaal is dus het hardst?* _____

Welk metaal is dus het zachtst? _____

DOE NU 3

Verzamel nu enkele grote stukken metaal:

- die teveel vervormd zijn (bijvoorbeeld een autospatbord na een botsing)
- die te weinig vervormd zijn en nog verder vervormd moeten worden (bijvoorbeeld een nog 'platte' lepel uit een lepelfabriek)
- die voortdurend vervormd moeten worden (bijvoorbeeld plastic poppetjes met metaal in de benen zodat je ze in alle standen kunt zetten)



DOE NU 4

Geef elke bezoeker een pijperager die hij/zij in een figuur moet vervormen en die jij bij je tentoonstelling zet.

Hang de voorwerpen zó op of zet ze zó neer dat de bezoekers ze goed kunnen zien. Schrijf of teken erbij wat het is en waarom je het tentoonstelt.

5

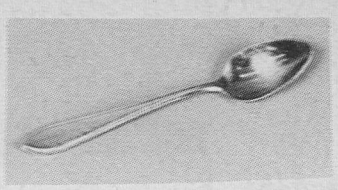
Bedenk een korte vraag die je aan de bezoekers van de tentoonstelling kunt stellen. Die vraag moet beantwoord kunnen worden door jullie tentoonstelling goed te bekijken.

Onze vraag is:

_____

Het goede antwoord luidt:

_____



Geheime opdrachten over... glans

Voor de tentoonstelling over metalen ga jij met je groep proeven doen over glans. Je gaat die proeven aan de bezoekers laten zien. Verder laat je enkele bizondere glanzende dingen zien.

DOE NU 1

Zoek een oude, verroeste ijzeren staaf of spijker. Schuur die voor de helft goed op met fijn schuurpapier, zodat hij mooi gaat glanzen.

Zet de ijzeren staaf voor de helft van het geschuurde stuk in water. (Doe er eventueel een beetje zout bij, dan roest het ijzer sneller). Laat zien dat het ijzer weer gaat roesten.

DOE NU 2

Neem een flink aangetaste (groene) koperen buis en maak die voor de helft weer glanzend met koperpoets.

DOE NU 3

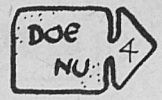
Maak een tabel op een groot vel papier voor je tentoonstelling.

Vraag aan iedere groep die je tentoonstelling bezoekt een dof voorwerp dat weer glanzend gemaakt kan worden. Dat moeten ze in de tabel opschrijven.

groep	dofste ding	hoe wordt het weer glanzend?
•		
•		
•		
•		
•		

Laat ze het voorwerp weer glanzend maken. Laat ze daarvoor kiezen uit:

- grof schuurpapier
- fijn schuurpapier
- koperpoets
- zilverpoets
- spiritus
- wasbenzine.



Zoek enkele metalen dingen, die gemaakt zijn om te glanzen:

- dingen die jij heel mooi vindt,
- dingen die mooi waren, maar die erg zijn aangetast of die erg dof zijn geworden,
- dingen die niet goed werken als ze niet mooi glad zijn (een as in een glijlager bijvoorbeeld) of dingen die in gebruik glanzend worden (een schop bijvoorbeeld)

Hang de voorwerpen op of zet ze zó neer dat de bezoekers ze goed kunnen zien.
Schrijf of teken erbij wat het is en wat het bizondere van die glanzende dingen is.

Bedenk een korte vraag die je aan de bezoekers van de tentoonstelling kunt stellen. De vraag moet beantwoord kunnen worden door jullie tentoonstelling goed te bekijken.

Onze vraag is:

_____

Het goede antwoord luidt:

_____

leraren handleiding

Wie bouwt de sterkste brug?

Doelen

- de leerlingen leren samen te werken
- de leerlingen leren eigenschappen (trek, buig of duw) van construktiematerialen te gebruiken
- de leerlingen leren dat een belasting op een brug de brug vervormt. Ze merken dat deze vervorming noodzakelijk is om de kracht van de belasting naar de pijlers over te brengen.
- de leerlingen leren dat de *vorm* van de brug sterk samenhangt met het stevig maken van de brug
- de leerlingen leren "eerlijk" vergelijken
- de leerlingen leren een presentatie voorbereiden en uitvoeren. Ze doen dit onder andere door het produkt - de brug- tijdig af te maken, en door voor de presentatie een taakverdeling te maken.

Leerstof

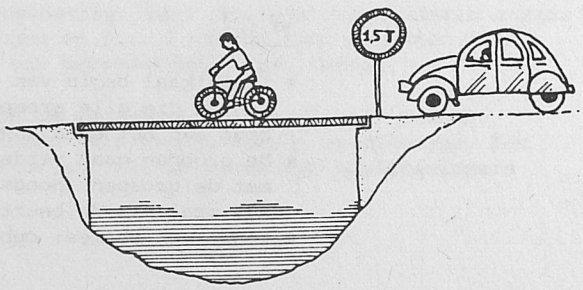
Deze aktiviteiten passen bij de statische werking van krachten (kwalitatief).

De leerlingen worden gewezen op de natuurkundige aspekten van dingen die ze dagelijks zien, in dit geval bruggen.

Deze aktiviteit is ontleend aan het PLON-thema "Bruggen". De leerinhoud wordt in dat thema verder uitgewerkt. Bovendien wordt daarin aandacht besteed aan andere constructies als hijskranen en draaibruggen. Daarbij komen evenwicht (momentenwet) en stabiliteit ter sprake.

Werkwijze

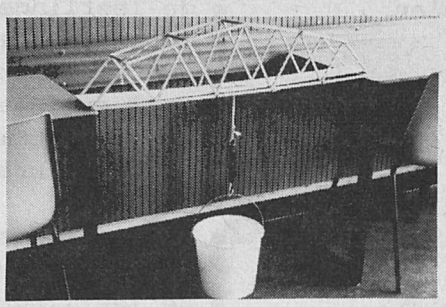
De leerlingengroepen doen een wedstrijd met elkaar wie de sterkste brug kan bouwen. De leerlingen ervaren bij deze aktiviteit sterk dat een goede samenwerking noodzakelijk is om een sterke brug te maken. Voor individueel werken is deze aktiviteit niet geschikt. Alle lessen beginnen klassikaal met een uitleg van de leraar of met vragen. Verder wordt er in groepen gewerkt. Aan het eind van de lessenserie presenteren de groepen hun brug. Ze leggen uit wat ze hebben gedaan om hem zo sterk mogelijk te maken. Ze testen de brug voor de klas uit door na te gaan bij hoeveel kilo belasting de brug het begeeft.
Een lessenplan voor vijf lessen is hieronder uitgewerkt.



lessenplan

1e les:

* Uitdelen van de werkbladen. De leerlingen kijken de werkbladen in.
* Inleiding door de leraar over trek, duw en buig aan de hand van een eenvoudige, *goed doorbuigende* demonstratie-brug, bijvoorbeeld een driehoeksbrug van hout, triplex en touw (of elastiek)



* De leerlingen krijgen 5 minuten de tijd om een groep samen te stellen van ten hoogste 4 leerlingen. Het aantal van 3 kan ook verplicht gesteld worden.
* De groepen pakken de zakken met bouwmateriaal die klaar liggen en gaan aan het werk.
* Ze beantwoorden de vragen van "Doe nu 1", ze praten met elkaar over de opdrachten van "Doe nu 2".
* Tijdens het groepswerk geeft de leraar waar nodig aanwijzingen, stimuleert de groepen om de vragen en opdrachten te maken. Daarbij geeft hij vooral aanwijzingen over het naar elkaar luisteren en met elkaar samenwerken.
* Materiaal opruimen, klas schoon achterlaten.
* Thuis kan elke leerling (eventueel aan de hand van een échte brug) een ontwerptekening maken en de opdrachten 5 en 6 doen.

2e les:

* Klassikaal begin: de leraar neemt één of twee ontwerptekeningen als voorbeeld en bespreekt met de klas de sterke en zwakke punten aan de hand van de optredende trek, duw en buigspanningen.
* De leerlinggroepen kiezen een definitief ontwerp en tekenen de gekozen brug op het stencil.
* Voordat ze aan het bouwen beginnen bespreken ze het ontwerp kort met de leraar. De leraar corrigeert in overleg met de groep (alleen?) de fouten die het bouwen van de brug zouden laten mislukken.
* De leerlingen beginnen met bouwen.
* De leerlingen bergen het materaal zelf op een aangewezen plaats op en laten het lokaal schoon achter.
* Aan het eind van de les moet iedere groep met bouwen begonnen zijn. Thuis kunnen ze het bouwen voortzetten of, wat beter is, enkele konstrukties met eigen materiaal uitproberen (om verspilling van het materiaal te voorkomen!)

3e les:

* Klassikaal begin van de les. De leraar bespreekt kort eventuele probleempunten die alle groepen de vorige les hadden. De leerlingen horen dat de brug aan het eind van de volgende les af moet zijn. Duur 5 à 7 minuten.
* De groepen gaan verder aan het werk. De leraar bespreekt probleempunten met de groepen (hoogstens 3 minuten per groep, elke groep moet minstens één maal aan de beurt geweest zijn).
* Einde van de les: opbergen en schoonmaken.

4e les:

* Klassikaal begin van de les. De leraar vertelt dat aan het eind van de les de opdrachten t/m 11 ingevuld moeten zijn. Als de brug aan het eind van de les niet af is moet die in een vrij uur of thuis afgemaakt worden.
* Vervolg zoals in les 3.

5e les:

* Elke groep geeft een uitleg bij de brug en test die uit. Maximaal 5 minuten per groep.
* Nabespreking: de verschillen in vorm en materiaalgebruik bij de sterkste en de zwakste brug.
* Einde van de les: opruimen.

Eventueel 6e les met een korte toets. Voor ideeën daarvoor: zie de Aanwijzingen voor de leraar (AVOL) van het PLON-thema Bruggen, verkrijgbaar bij het N.I.B.

Praktische aanwijzingen

MATERIAAL-ORGANISATIE

1) Inhoud van de zak

1. vel tekenkarton (bijvoorbeeld 1 m x 1 m) uit het tekenlokaal
2. 50 vel papier (bijvoorbeeld oude stencils)
3. rolletje plakband
4. flesje houtlijm (verdeel een vol flesje eventueel over een aantal flesjes of potjes met schroefdeksel)
5. 5 meter vliegertouw
6. (lijmkwast)

2) Verder zijn nodig:

schaar: zelf meenemen, eventueel enkele scharen op een aantal plaatsen in de klas neerleggen of op een gereedschapsbord ophangen, zò, dat in één oogopslag te zien is of alle scharen er nog zijn.
nietmachine: zie schaar.

3) Bij de wedstrijdles zijn nodig:
- een plankje ter breedte van het brugdek. Het touw waaraan de belasting komt te hangen wordt over het plankje geslagen, daardoor wordt de brug niet van de zijkant af in elkaar geduwd.
- emmer voor de belasting
- zware voorwerpen als belasting. Heel geschikt zijn plastic zakjes met droog zand, afgewogen op b.v. 1 kg. Je kunt de emmer met zand ook na afloop op een personenweegschaal zetten.

4) Voor het opbergen van de bruggen en de zakken materiaal moet ruimte gevonden worden zodat de leerlingen zelf kunnen pakken en opbergen. Een bezem of veger moet aanwezig zijn voor het opruimen van papiersnippers en dergelijke.

leraren handleiding

tentoonstelling over metalen

Doelen

- De leerlingen leren vijf eigenschappen van metalen kennen en ze leren dat metalen veel gebruikt worden vanwege deze vijf eigenschappen.
- De leerlingen worden gestimuleerd zich van een metalen voorwerp af te vragen waarom het van metaal gemaakt is.
- De leerlingen leren dat je voor het 'tegengestelde' van deze eigenschappen (elektrische of thermische isolatie, barsten) meestal niet-metalen nodig hebt.
- Er wordt een veilige sfeer gemaakt waarin de leerlingen van elkaars werk kennis kunnen nemen.
- De leerlingen leren in een tentoonstellingsvorm eigen kennis of ervaringen over metalen aan andere leerlingen over te dragen.
- Ze gaan dus ook leren *van* hun medeleerlingen
- Ze schrijven op wat ze geleerd hebben.

Leerstof

Deze tentoonstelling kan worden opgenomen in een lessenserie over vaste stoffen, vloeistoffen en gassen in de tweede klas voor het vak natuurkunde of natuuronderwijs. De eigenschappen van een bijzonder soort vaste stoffen, de metalen, komen bij deze tentoonstellingslessen aan de orde vanuit de dagelijkse ervaring van de leerlingen. De kern van de leerstof, de vijf eigenschappen, ligt vast en is gemeenschappelijk voor alle leerlingen. Er is evenwel veel ruimte voor eigen inbreng van de leerlingen en voor verdieping van de stof. Voor de leerlingen die meer aan kunnen dan in de werkbladen wordt gepresenteerd kunnen de aktiviteiten en de leesteksten van het PLON-thema "Mensen en Metalen" verdiepingsstof bieden.

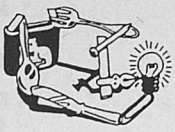
Werkwijze

De leerlingen maken de tentoonstelling in groepen . Het meest ideaal is vijf leerlinggroepen. Er zijn immers vijf eigenschappen die getoond moeten worden. Omdat groepen van meer dan vijf leerlingen niet gewenst zijn (drie leerlingen in een groep werkt vaak het beste) is het meestal nodig om alle eigenschappen door 2 groepen te laten doen, dus totaal 10 groepen te maken.
De begeleiding van de groepen door de leraar is veel werk vooral als er veel groepen zijn. (bijvoorbeeld 10 in een klas van 30). Daarom is het noodzakelijk een goede afspraak met de klas te maken wanneer een groep een (extra) beroep op de leraar mag doen. Voorwaarden daarvoor kunnen zijn:

- het probleem moet goed met *alle* groepsgenoten besproken zijn
- er moet een *duidelijke* vraag gesteld worden (zelfs op papier?)
- de voorafgaande vragen of opdrachten moeten beantwoord zijn.

Evengoed zal een groep vaak moeten wachten tot de leraar tijd heeft voor de groep. Inmiddels kunnen de leerlingen doorgaan met volgende opdrachten. De leraar kan op de volgende punten letten:

- niet te lang bij één groep blijven
- alle groepen minstens één maal per les bezoeken
- klassikaal een algemeen gevoeld probleem aan de orde stellen.
- materiaal problemen voorkomen door het materiaal voor de 'geheime' opdrachten in dozen klaar te hebben staan. *Over-*



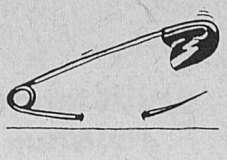
zichtelijk zodat per doos in één oogopslag duidelijk is of al het materiaal aan het eind van de les erin terug is.
- er moet ruimte zijn waar de groepen hun materiaal kunnen wegzetten
- de groepen moeten hun proeven zo veel mogelijk 'in het geheim' kunnen doen
- bij direktie en collega's bekendheid geven aan de tentoonstelling. Dat voorkomt ergernis bijvoorbeeld door geluidsoverlast (het aambeeld!) of door lopen over de gang. Het geeft misschien ook extra publiek voor de tentoonstelling.
- ook voor ouders (bijvoorbeeld op een ouderavond) is de tentoonstelling interessant

De tentoonstelling

Bij voorkeur moet de tentoonstelling in een dubbel-uur gehouden worden vanwege de organisatie. Soms is het mogelijk voor zo'n gebeurtenis de medewerking van de schooleiding en de collega's te krijgen. Samenwerking met andere vakken(bijvoorbeeld Nederlands vanwege de uitleg bij de tentoonstelling) helpt daarbij. Het bezoeken van elkaars tentoonstelling eist een strakke en duidelijke organisatie:
- Een (hele) groep bezoekt de tentoonstelling van een andere groep.
- Na een bepaalde tijd (een keukenwekker kan het signaal daartoe geven) bijvoorbeeld 6 minuten is de andere groep bezoeker bij de eerste.
- Na de volgende 6 minuten worden er andere groepen-koppels gevormd volgens een vooraf opgesteld schema.
  Bij vijf groepen kan dat zijn:

1e periode	2e periode	3e periode	4e periode	5e periode
1 en 2 3 en 4 5	1 en 3 2 en 5 4	1 en 5 2 en 4 3	1 en 4 3 en 5 2	2 en 3 4 en 5 1

Gedurende elke periode is in dit voorbeeld één groep zonder koppel-groep. Deze groep kan dan vragen van de andere groepen beantwoorden of zich nog extra op de tentoonstelling voorbereiden.
Als er 10 groepen gemaakt zijn kan het schema hierboven eenvoudig verdubbeld worden zodat elke groep één van de twee tentoonstellingen over een eigenschap bezoekt. De groepen die dezelfde eigenschap hebben gedaan kunnen elkaars tentoonstelling bezoeken (en bekritiseren!). Bijvoorbeeld groep 5A bezoekt 5B in de 1e periode, 4A bezoekt 4B in de 2e periode enzovoort.
Het is ook mogelijk 8 groepen te maken door 4 eigenschappen door twee groepen te laten onderzoeken en één eigenschap weg te laten.



lessenplan

1e les:

Korte inleiding van de leraar. De groepen worden naar eigen keuze van de leerlingen (werkt het beste) of volgens aanwijzing door de leraar samengesteld. Stel daarvoor een beperkte tijd vast als de leerlingen vrij mogen kiezen, bijvoorbeeld 5 minuten. De werkbladen worden uitgedeeld. De groepen gaan de werkbladen invullen.
De leraar gaat de groepen langs, beantwoordt vragen en bespreekt zo mogelijk kort enkele antwoorden met de groepen.
Einde van de les: alle 5 de eigenschappen zijn (eventueel gedeeltelijk) ongevuld.
Thuis: afmaken, nadenken over keuze.

2e les:

Korte samenvatting van de 5 eigenschappen door de leraar.
Procedure van het kiezen uitleggen.
De leerlingen krijgen beperkte tijd, bijvoorbeeld 10 minuten (keukenwekker gebruiken!) om hun eerste en tweede keuze te bepalen. Zij schrijven die op het werkblad èn op het bord in de tabel:

groep	1e keuze	2e keuze	toegewezen

Daarna voegt de leraar op het bord de vierde kolom toe: "toegewezen" en vult die in overleg met de klas in met zoveel mogelijk 1e keuzen. Eventueel kan een dobbelsteen of een munt beslissen.
De groepen krijgen een doos met de benodigde spullen en de 'geheime opdrachten'.
Ze gaan de geheime opdrachten uitvoeren en leveren de doos 5 minuten voor het einde van de les weer in. Ze hebben dan een lijstje gemaakt wat ze voor de volgende les van huis moeten meenemen.

3e les:

De leraar geeft kort aan hoever de groepen deze les ongeveer moeten komen. De leerlingen pakken hun doos weer. Zij gaan verder aan de geheime opdrachten. De doos wordt 5 minuten voor het einde van de les weer ingeleverd. Ze gaan weg met een lijstje van benodigde spullen die ze de volgende les bij zich moeten hebben.

4e les:

De leraar of de leerlingen hebben gezorgd voor papier, viltstiften enz. om de tentoonstelling voor te bereiden.
Aan het begin van de les vertelt de leraar de eisen die hij aan de tentoonstelling stelt.
De groepen ronden hun geheime opdrachten af en bereiden de tentoonstelling voor. De taakverdeling wordt met de leraar besproken. Alle tentoonstellingsmaterialen worden in een (tweede) doos voor het einde van de les weggezet.

5e en 6e les:

De leerlingen krijgen een bepaalde tijd (bijvoorbeeld een half uur) om hun tentoonstelling volgens de boven gegeven organisatie.
De laatste 10 minuten worden gebruikt voor een korte nabespreking en eventueel een (cijfer) beoordeling van de tentoonstelling.
Alles wordt opgeruimd en de dozen met materialen worden weer ingeleverd.

7e les:

Daarin kan eventueel een toets afgenomen worden met daarin van elke stand een vraag die de groep zelf gemaakt had.

informatiecentra

AMSTERDAM Leraren Centrum Natuurkunde
(samenwerking tussen d'Witte Leli, VL-VU, Vrije Universiteit en Universiteit van Amsterdam)
Nieuwe Achtergracht 170
1018 WV Amsterdam
Tel. 020-5222869/240640(Nico Buis)

DELFT Informatie Centrum Natuurkunde onderwijs
Brassersdake 1
2612 CA Delft
Tel. 015-134947 (Ineke Geuzebroek-Frederik)

EINDHOVEN NLO-Eindhoven
Postbus 862
5600 AV Eindhoven
Tel. 040-472646 (Jan Reinartz, Jan Jongeneelen)

ENSCHEDE Technische Hogeschool Twente
Postbus 217
7500 AE Enschede
Tel. 053-892750 (Imme de Bruyn)

GRONINGEN Lerarenopleiding Ubbo Emmius
Grouwelerie 6
9747 AK Groningen
Tel. 050-118156 (P. Fortuin)

NIJMEGEN Stichting Interstudie afd. Natuurkunde
Van Schuylenburgweg 3
6538 LH Nijmegen
Tel. 080-459955 (Twan Brouwes)

SITTARD Katholieke Leraren Opleiding Sittard
Oude Markt 5
6141 EN Sittard
Tel. 04490-11066 (Jo Knarren, Jos Silvertand)

TILBURG Moller Instituut sectie Natuurkunde
Sportweg 10
5037 AC Tilburg
Tel. 013-681944 tst. 36 (Guus Bakker/Willem de Dood)

UTRECHT Stichting Opleiding Leraren (ism Rijks Universiteit Utrecht)
Archimedeslaan 16
3584 BA Utrecht
Tel. 030-525111 (Klaas v.d. Veen/Frans v.d. Loo)

ZWOLLE Christelijke Opleiding Leraren
Fuchsiastraat 1
8001 BJ Zwolle
Tel. 038-216672