

# Werken met water - Themaboek



*Foto omslag.  
De watermolen te Wijlre.  
Er wordt druk gewerkt aan  
de restauratie*

# **Werken met water - Themaboek**



UITGEVERIJ **nib** ZEIST

## PROJECT LEERPAKKETONTWIKKELING NATUURKUNDE

- \* Het Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde (PLON) is in 1972 begonnen onder auspiciën van de Commissie Modernisering Leerplan Natuurkunde (CMLN). De opdracht was: het ontwikkelen en door middel van onderzoek evalueren van leerpakketten voor natuurkundeonderwijs op mavo, havo en vwo, en het ontwerpen van een plan voor goede begeleide introductie daarvan in de scholen.
- \* Het PLON werkt onder toezicht van een stuurgroep waarin vertegenwoordigers uit het onderwijs, de vervolgopleiding, didactische instellingen, onderwijsondersteuningsinstituten, lerarenopleidingen en het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen vertegenwoordigd zijn.
- \* Het PLON is ondergebracht bij de Vakgroep Natuurkunde Didaktiek van de Rijksuniversiteit Utrecht. Deze vakgroep participeert tevens in de activiteiten ten behoeve van havo-bovenbouw. Ten behoeve van vwo-bovenbouw bestaat een samenwerkingsverband met de universiteiten van Amsterdam (GU) en Groningen, en groepen leraren die werken aan de ontwikkeling van lesmateriaal.
- \* Het adres van het PLON is:  
PLON, lab. Vaste Stof, Postbus 80.008, 3508 TA, de Uithof, Utrecht  
Tel. 030-532717

© 1981 Rijksuniversiteit Utrecht Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde/BV Uitgeverij N I B Zeist

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm or any other means without the prior permission of the publisher.

Experimentele uitgave



# Werken met water - Themaboek

Samengesteld door de projectgroep van het PLON  
voor de 2e klas

Experimentele versie



---

Uitgeverij **nib**

---



## inhoud

Werken met water	5
– Waarom het onderwerp ‘Werken met water’?	5
– Wat gaat er bij dit thema gebeuren?	6
– Leren vragen stellen	9
– Over dit boek	12
 Wat vind je in dit boek?	 13
1 Waterbladen	15
2 Wateronderzoeken	21
3 Leesteksten	47
4 Werkkaarten	71



# werken met water

## WAAROM HET ONDERWERP 'WERKEN MET WATER'?

Waarom werken met water?

Nu jullie veel dingen over 'metalen' te weten zijn gekomen, ga je ongeveer twee maanden besteden aan 'water'.

Je komt water overal tegen: bij het wassen, koken, zwemmen, spuiten, varen en noem maar op. Daardoor weet je al heel veel van water:

- water is vloeibaar
- het is nat
- het kan stromen
- het kan zand meesleuren
- je kunt er schepen op laten drijven
- het valt stuk als je het omlaag laat vallen
- het stroomt van hoog naar laag
- je kunt er suiker en zout in oplossen
- ...

In de komende natuurkundelessen ga je preciezer naar water kijken en ga je ook nieuwe dingen over water leren. Bijvoorbeeld over elektrische stroom door water, over het breken van licht in water, over hoe je water voor je kunt laten werken.

Water vind je overal. Daarom is het belangrijk dat je er veel van afweet, dat je het goed kan gebruiken.

Bovendien kun je veel doen met water. Het zet je voor verrassingen, die leuk zijn om te onderzoeken.

Daarom laten we jullie werken met water. Veel plezier ermee!



Van jongs af aan heb  
je al met water gewerkt

# werken met water

---

## WAT GAAT ER BIJ DIT THEMA GEBEUREN?

### 1 *Het begin*

Je gaat met elkaar praten over water. Wat weet je er al van?  
Wat wil je er nog meer over weten? Wat gaat er bij dit thema gebeuren?  
Het eerste proefje met water doen jullie allemaal. Het gaat over het optrekken van water in papier. Bij het proefje ga je vragen opschrijven. Als oefening ga je proberen op sommige van de vragen zelf een antwoord te vinden.



### 2 *Aan het werk met water*

In het lokaal staan een aantal proefopstellingen klaar. Het gaat erom daarmee spelenderwijs zoveel mogelijk van water te weten te komen. Op de 'waterbladen' die de leraar bij elke opstelling gelegd heeft, staan een paar dingen die je kunt doen. Zelf kun je (veel) meer verzinnen.

**een boot laden**

**de stevigheid van het wateroppervlak**

**een gat in de waterleiding**

**in het water kijken**

**de stroombak**

**een flesjeswaterpas**

**water en elektriciteit**

# werken met water

Misschien ga je werken met de proefopstelling 'Een boot laden'. Je maakt van plastiline een bootje dat misschien niet blijft drijven omdat het kantelt! Daarover staat niets in het waterblad. Toch kun je en mag je daarover een aantal dingen gaan uitzoeken.

Je hoeft niet aan alle proefopstellingen gewerkt te hebben. Het is wel belangrijk dat je met aantekeningen bijhoudt wat je zoal gedaan hebt.

## 3 De pas op de plaats

Bij de proeven met de waterbladen heb je allerlei dingen gedaan die heel gewoon leken.

Misschien ging je de knikkers in het bootje van de proefopstelling 'Een boot laden' allemaal aan één kant leggen. Je zag dan dat het bootje eerder zonk. Dat verwachtte je ook wel, maar toch wilde je het uitproberen.

Toch, als je er even bij nadenkt, had je altijd wel een idee in je achterhoofd van wát er zou gebeuren.

Bij de 'pas op de plaats' ga je met de klas nog eens na, wát je in je achterhoofd had toen je een bepaald proefje uitprobeerde. Dat kan in de vorm van een vraag. In het voorbeeld hierboven was je vraag: Als je alle knikkers aan één kant zou leggen, zou het bootje dan kantelen?

Als je écht een onderzoekje gaat doen, is het goed als je zo'n vraag *eerst* opschrijft en het dan pas gaat onderzoeken. Daardoor bedenk je ook van te voren wat je moet *doen* om het antwoord te vinden. In de beginlessen heb je daar al iets over geleerd. Dat ga je hierna gebruiken in de 'wateronderzoeken'.

## 4 De wateronderzoeken

Er staan 11 wateronderzoeken in het boek. Je leraar of lerares zal misschien enkele daarvan voor iedereen verplicht stellen. Je kunt er ook één of twee zelf kiezen. Of je kunt een opzoekvraag of werkvraag, die je bij de 'pas op de plaats' hebt bedacht, gaan uitzoeken. Bij de wateronderzoeken kun je de leesteksten uit het boek gebruiken. Bij elk wateronderzoek uit het boek hoort één leestekst. Je maakt een *waterboek*, waarin alles staat wat je hebt onderzocht. Je kunt zo'n boek mooi maken, met plaatjes en tekeningen over je proeven

**blijven drijven**

**met minder kracht  
meer mans**

**op het water staan**

**leeg laten stromen**

**hoe dieper hoe drukker**

**van laag omhoog**

**licht en water**

**hoe smaller hoe hoger**

**heet op koud water**

**elektrische stroom  
in water**

**de zwaarte van water**

# werken met water

en over water. Je leraar of lerares kan in je waterboek lezen wat jij hebt onderzocht en wat je daarvan hebt opgestoken. Je hebt zelf het waterboek nodig bij het voorbereiden van je proefwerk. Lees ook elkaars waterboeken eens! En je kunt het ook thuis laten lezen. Dan zien ze waarmee jij bezig geweest bent.

Waterboek van  
Margit Deimel (2b)

Inleiding:

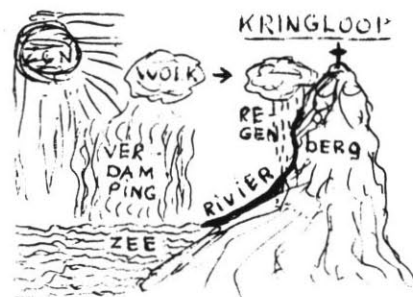
Water is een heel gek ding. Het heeft ontzettend veel rare eigenschappen. Om wat meer over die „rare eigenschappen“ te weten te komen, hebben we een paar proeven gedaan. Hier volgen ze:

Van laag naar hoog:

Als je de titel leest, dan denk je: dat kan niet, water kan niet van laag naar hoog gaan.

Toch gebeurt het dagelijks, zonder dat we erbij stil staan. bv:

② de kringloop van water:



Het water stroomt via rivieren naar de zee en daar verdampyt 't door de zonnestralen. Het water stijgt dus en vormt in de lucht wolken. De wolken drijven af en het gaat regenen. De kringloop begint dan opnieuw. De zon is dus een middel om water ③

## 5 Demonstraties

Iedere groep krijgt van de leraar of lerares een 'demonstratieblad'. Daarop staat een opdracht om iets voor de klas te laten zien en er over te vertellen: 'demonstreren' heet dat. Je moet natuurlijk eerst zelf iets over je onderwerp te weten zien te komen. Daarvoor vind je opdrachten op het demonstratieblad. Zo leer je niet alleen nog meer over water, maar ook over hoe je dingen aan de klas duidelijk kunt maken. Jullie groep bedenkt zelf drie vragen, die de klas na jullie demonstratie moet kunnen beantwoorden. Ze moeten dus goed opletten!

Je demonstratie moet aan een aantal eisen voldoen, zoals:

- is die duidelijk?
- hebben jullie het goed uitgelegd?
- enz.

In de klas zullen jullie bespreken welke eisen dat zijn.



# werken met water

altijd even hoog?

het ontstaan van golven

geluid onder water

centrale verwarming

waterkracht

eb en vloed / getijden



## 6 *Het eind*

De leraar zal aangeven welke dingen hij belangrijk vindt in het thema en wat je moet weten voor het proefwerk. Dat hoeft niet voor iedereen hetzelfde te zijn, want niet iedereen heeft dezelfde onderzoeken gedaan.

Het proefwerk kan daarom bestaan uit een deel dat iedereen moet doen en uit een deel waarvan je alleen de vragen moet doen over jouw keuzeonderzoeken. Je leraar zal je vertellen hoe hij het eindcijfer over *Werken met water* samenstelt en hoe zwaar bijvoorbeeld je waterboek, je demonstratie en je proefwerk daarin meetellen.

## LEREN VRAGEN STELLEN

Hier vind je iets over *werkvragen* en *opzoekvragen*. Dit heb je nodig bij het doen van de wateronderzoeken.

Als je ergens meer van wilt weten, dan kun je onderzoek doen. Onderzoek kan van alles zijn: iemand iets vragen, iets in een boek opzoeken. Of proeven doen.

Soms weet je heel goed wat je wilt weten: bijvoorbeeld, hoeveel een nieuwe lange broek kost of hoe laat de bus gaat. Je weet dan ook hoe je zoiets te we-

# werken met water

ten moet komen: in de broekenwinkel gaan vragen, in de krant kijken of opbellen (en de bus ...?). Je weet dan zeker dat je het goede antwoord krijgt. Maar vaak is het niet zo makkelijk te weten wat je moet doen om het goede antwoord te krijgen. Neem het geval dat je pick-up het niet meer doet. Dat kan aan van alles liggen. Als je wilt weten wat er kapot is, moet je er nauwkeurig naar gaan kijken of zelfs de pick-up uit elkaar halen. Misschien kan lezen in het boekje met gebruiksaanwijzingen helpen. Iemand die zelf al eens een pick-up uit elkaar gehaald heeft, kan je een goede tip geven. Kortom, je gaat een echt onderzoekje naar je pick-up doen. Als je hem wegbrengt naar de winkel dan wordt hij wel gemaakt, maar je komt niet precies te weten wat er kapot aan was.

In deze lessen *werken met water*, en ook bij de thema's hierna, moet je nogal eens zélf een onderzoek doen. Je zult leren dat het helpt als je jezelf een goede 'onderzoeksvraag' stelt. Een onderzoeksvraag is goed als je aan de vraag kunt zien wat je moet *doen* om een antwoord te krijgen.

Dat *doen* kan zijn:

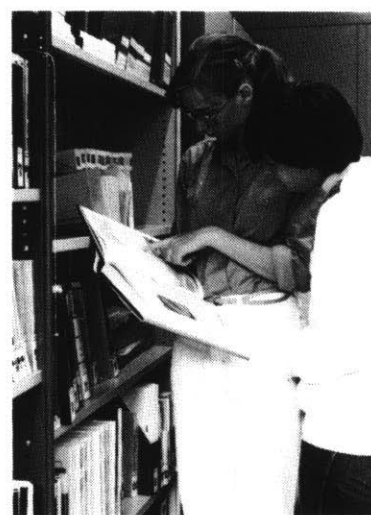
– *proefjes gaan doen*.

We noemen de onderzoeksvraag dan een *werkvraag*.

– *opzoeken* in een boek of gaan *vragen* aan deskundigen. Zo'n vraag noemen we een *opzoekvraag*.



Werkvraag



Opzoekvraag

# werken met water

---

In het begin weet je bij het stellen van een vraag vaak nog helemaal niet hoe je het antwoord kan vinden. Daarover moet je dan nog nadenken. Of je moet er nog met anderen over praten. Maar uiteindelijk kan je er achter komen: o ja, ik moet dit en dat doen en kijken wat er dan gebeurt (werkvraag). Of: ik moet in dat en dat boek kijken, want daar staat het in (opzoekvraag).

## Voorbeeld

- |                    |   |
|--------------------|---|
|                    | Jan wil wel eens weten hoe het met een waterpistool zit. Want op school is er een wedstrijd om zo ver mogelijk te spuiten. Maar wat kan hij nou doen om die wedstrijd te winnen?  |
| <i>even praten</i> | Hij praat erover met zijn moeder. Die zegt: 'Joh, je moet gewoon in de speelgoedwinkel vragen wat het beste waterpistool is. Dat weten ze daar wel. En anders mag je er een paar kopen en zoek je zelf uit welke de beste is. Ze zijn toch niet zo duur.'   |
| <i>opzoekvraag</i> | Jan stapt naar een speelgoedwinkel en vraagt daar welk waterpistool het beste kan spuiten. Maar dat weten ze daar niet. Jan is ontevreden. Hebben jullie dan geen boekje waar dat in staat? 'Nou', zegt de verkoper, 'ik heb er wel eens in een hobbytijdschrift over gelezen, maar ik weet niet precies in welk. Misschien kun je het in de bibliotheek vragen.' Maar Jan heeft daar geen zin in. 'Dan zoek ik het zelf wel uit,' zegt hij. En hij koopt de vijf verschillende waterpistolen die ze in de winkel hebben. |
| <i>werkvraag</i>   | 'Want', denkt hij: 'als ik ze alle vijf probeer, kan ik zien welke het verste spuit.'   |
|                    | Jan probeert ze alle vijf, maar ze spuiten allemaal even ver! 'Dat is gek,' vindt Jan. 'Dat moet toch beter kunnen. Weet je wat? Als ik nou eens drie dezelfde waterpistolen neem, maar met drie verschillende spuitopeningen, dan kan ik zien of dat wat uit maakt.'   |
| <i>werkvraag</i>   |   |

Zou jij nóg een werkvraag kunnen verzinnen over waterpistolen?

# werken met water

## OVER DIT BOEK

Kort samengevat ziet het thema *Werken met water* er zo uit.

	<i>Wat gebeurt er?</i>	<i>Waar gaat het over?</i>	<i>Wat heb je nodig?</i>
①	<ul style="list-style-type: none"> <li>– het klasgesprek</li> <li>– inleidend proefje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– over water</li> <li>– over vragen stellen</li> </ul>	
②	<ul style="list-style-type: none"> <li>– proefjes uitproberen</li> <li>– aantekeningen maken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– over alles wat je over water kunt ontdekken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– klaarstaande proefopstellingen</li> <li>– waterbladen</li> </ul>
③	<ul style="list-style-type: none"> <li>– klasgesprek over vragen stellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– over de vragen die je had bij het uitproberen van de proefjes</li> <li>– over werk vragen en over opzoekvragen stellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– je aantekeningen</li> </ul>
④	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wateronderzoeken doen</li> <li>– waterboek maken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– over de wateronderzoeken die de leraar heeft opgegeven</li> <li>– over de wateronderzoeken die jij hebt uitgekozen</li> <li>– over de werk vragen of opzoekvragen die je zelf hebt bedacht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– het boek met de onderzoeken en leesteksten</li> <li>– practicummateriaal</li> </ul>
⑤	<ul style="list-style-type: none"> <li>– demonstraties voorbereiden en houden</li> <li>– vragen daarover beantwoorden</li> <li>– aantekeningen maken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– leerstof over water</li> <li>– hoe aan anderen iets over water uit te leggen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– practicummateriaal</li> <li>– demonstratiebladen</li> </ul>
⑥	<ul style="list-style-type: none"> <li>– samenvatting door de leraar</li> <li>– proefwerk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– over de verplichte en de keuzewateronderzoeken</li> <li>– over de demonstraties</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– je waterboek</li> <li>– je boek met wateronderzoeken en leesteksten</li> <li>– je aantekeningen</li> </ul>

Het kan in jullie klas natuurlijk anders gaan dan hier is verteld. Dat hoor je dan wel.

In ieder geval veel plezier ermee!

# wat vind je in dit boek?

---

## 1 WATERBLADEN

blz. 15

Je leraar heeft losse waterbladen, die hij bij proefopstellingen legt waar ze bij horen.

We hebben ze in dit boek verkleind opgenomen, zodat je makkelijk kunt terugvinden wat er op de waterbladen stond.

## 2 WATERONDERZOEKEN

blz. 21

Deze bevatten — samen met de leesteksten — de leerstof van *Werken met water*. Je leraar kan daarom enkele wateronderzoeken verplicht stellen.

Hieronder vind je de titels van de wateronderzoeken. Er staat bij wat je minstens kunt opsteken door zo'n wateronderzoek te doen. Je kunt meer leren door diep op het onderzoek in te gaan.

### 1 *Blijven drijven*

blz. 23

- daarvoor is een waterverplaatsing nodig
- bij zinken is de waterverplaatsing kleiner dan bij drijven in een schip

### 2 *Op het water staan*

blz. 25

- door de stevigheid van het wateroppervlak kan een punaise op het water staan
- zeep maakt het wateroppervlak minder stevig

### 3 *Hoe dieper hoe drukker*

blz. 27

- het meten van druk
- dieper in het water is een grotere druk

### 4 *Licht en water*

blz. 29

- licht knikt als het van lucht naar water (of omgekeerd) gaat
- licht kan dan ook gespiegeld worden

### 5 *Met minder kracht meer mans*

blz. 31

- je kunt met water van kleine krachten grote krachten maken door spuiten met grote en kleine zuigers met elkaar te verbinden
- wat je wint aan kracht verlies je aan afstand

# wat vind je in dit boek?

---

## *6 Leeg laten stromen* blz. 33

- het meten van de leeglooptijd van een blik
- een blik waar een lange slang aan hangt, stroomt sneller leeg dan een blik met een korte slang
- een verklaring daarvoor geven

## *7 Elektrische stroom in water* blz. 35

- zuiver water geleidt elektrische stroom slecht
- hoe meer zout in water opgelost is, hoe beter het de stroom geleidt
- stroom meten met een stroommeter

## *8 Van laag omhoog* blz. 37

- met een pomp kun je water omhoog brengen
- elke pomp heeft zijn maximum hoogte

## *9 Heet op koud water* blz. 39

- heet water blijft op koud water drijven
- verklaring daarvan
- de werking van een boiler

## *10 Hoe smaller hoe hoger* blz. 42

- water trekt op tegen een glazen wand
- hoe smaller de buisjes, hoe hoger het water optrekt

## *11 De zwaarte van water* blz. 44

- hoe weeg je water?
- 1 liter water weegt 1 kilogram

## **3 LEESTEKSTEN** blz. 47

Bij elk wateronderzoek behoort een leestekst. In de leesteksten staat een uitleg bij enkele problemen die je bij de wateronderzoeken tegenkomt. Vaak vind je nog meer achtergrondinformatie en enkele toepassingen.

## **4 WERKKAARTEN** blz. 71

Bij sommige wateronderzoeken wordt verwezen naar de werkkaarten.

Werkkaart 1: de chronometer  
Werkkaart 2: de (milli)ampèremeter  
Werkkaart 3: zout water maken

# 1 waterbladen

---

waterbladen

## inhoud

Waterblad 1	Een boot laden	17
Waterblad 2	De stevigheid van het wateroppervlak	17
Waterblad 3	Een gat in de waterleiding	18
Waterblad 4	In het water kijken	18
Waterblad 5	Een flesjeswaterpas	19
Waterblad 6	De stroombak	19
Waterblad 7	Water en elektriciteit	20
		15





# waterbladen

## WERKEN MET WATER



### WATERBLAD 1

## een boot laden

Voor je staat een aquariumbak met water waarin een namaakbootje van plasticine drijft. Je vindt er nog meer plasticine en een aantal knikkers bij.



- Hoeveel knikkers kan het bootje dragen voordat het zinkt?
- Zou het bootje meer knikkers kunnen dragen als je de randen hoger maakt? Probeer maar!
- Zou een lange smalle boot of een brede boot meer knikkers kunnen dragen?
- Maak van plasticine het bootje dat volgens jou de meeste knikkers kan dragen.
- Je kunt allerlei andere dingen uitzoeken. Bedenk maar eens wat.
- Laat het bootje achter zoals je het gevonden hebt.



Maak een verslagje. Daarin kun je opschrijven of tekenen de boten die je gemaakt hebt welke van de boten bleven drijven of welke er zonken hoeveel knikkers de boten konden dragen andere dingen die je gedaan en ontdekt hebt

— Hieronder zie je twee foto's van hetzelfde schip.



Foto A



Foto B

? Teken een namaakbootje dat bij foto A hoort en een bootje dat bij foto B hoort.

## WERKEN MET WATER



### WATERBLAD 2

## de stevigheid van het wateroppervlak

Je vindt bij dit waterblad:

- twee bakjes
- punaises
- paperclips
- een fles afwasmiddel of zeep
- plasticine

Spoel de bakjes, de punaises en de paperclips veel keren goed schoon. Een klein restje zeepwater van de vorige groep kan je proef al laten mislukken!

- Vul een bakje met water en probeer heel voorzichtig een punaise met de punt naar boven op het wateroppervlak te laten drijven. Als dat niet lukt, probeer het dan opnieuw. Als het weer niet lukt, maak dan het bakje en de punaises nog eens goed schoon.



- Probeer in een ander bakje een paperclip op het water te laten drijven. Gebruik een verbogen paperclip om hem op het water te leggen, zoals in het plaatje.
- Doe nu in één van de twee bakjes een paar druppels afwasmiddel. Wat gebeurt er?
- Kun je nog andere dingen vinden die door de stevigheid van het water blijven 'drijven'?
- Probeer ook eens of andere stoffen (olie, spiritus en dergelijke) de stevigheid van het wateroppervlak veranderen.

### WATERBLAD 2

## de stevigheid van het wateroppervlak



Maak een verslagje. Daarin kun je opschrijven of tekenen wat er allemaal gebeurde met de punaises en de paperclips welke dingen nog meer op schoon water bleven drijven andere dingen die je gedaan en ontdekt hebt

Door de stevigheid van het wateroppervlak kunnen sommige insecten op het water lopen zoals de schaatsenrijder op de foto hieronder.



? In Nederland komt dit soort insecten bijna niet meer voor. Wat zou daarvan de reden zijn?

? Hoe zou je vuildeeltjes die met water in contact komen (bijv. in de was) het beste in het water kunnen laten opnemen?

?

# waterbladen

## WERKEN MET WATER



### WATERBLAD 3

## een gat in de waterleiding

Misschien heb je wel eens meegemaakt dat de waterleiding ergens sprong. Het water spuit dan ontzettend hoog!  
Dit waterblad gaat over het spuiten van water door een gat in een waterleiding!

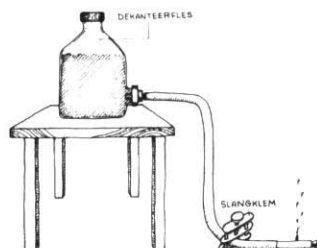
Doe deze proef buiten of op een plaats waar het spuiten met water geen kwaad kan!

Bij dit waterblad vind je:

- een ballon aan een buisje, gevuld met water. In het buisje zit een gat. Het buisje is afgesloten door een kurk.



- een decanteerfles met een slang, met aan het eind een kurk en een gat
- een slangklep
- een blik met gaatjes



### WATERBLAD 3

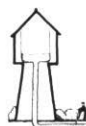
## een gat in de waterleiding

- Probeer met de ballon en het buisje zo hoog mogelijk te spuiten. Kijk ook hoe ver je er mee kunt spuiten. Knijp ook eens zachtjes in de ballon. Wat zie je dan?
- Zet de decanteerfles op een tafel met gesloten slangklep en vul de fles met water. Draai de slangklep open en laat het water uit het gaatje spuiten. Waar moet je het buisje houden om het water zo hoog mogelijk te laten spuiten?
- Vul het blik met water en zet het aan de rand van de tafel. Uit welke opening stroomt het water het hardst? Hoe zie je dat?
- Je kunt allerlei andere dingen uitzoeken. Bedenk maar eens wat!



Maak een verslagje. Daarin kun je opschrijven of tekenen:  
— wat je gedaan hebt met de ballon en het buisje  
— wat je ontdekt hebt bij de proef met de decanteerfles  
— wat je gevonden hebt bij de proef met het blik  
— andere dingen die je gedaan en ontdekt hebt

- 7 Voorspel tot hoe hoog het water in het plaatje hieronder hoogstens kan spuiten als de drillboor een gat in de waterleiding maakt.



- 7 Uit welke kraan stroomt het water het hardst als alle kranen even ver open staan?



## WERKEN MET WATER



### WATERBLAD 4

## in het water kijken

Heb je wel eens, toen je in het (zwembad) stond, naar je benen en voeten gekeken? Die waren kort en dik, hé?



Met dit waterblad kun je dat preciezer gaan bekijken.

- Daarvoor vind je bij dit waterblad:
- een aquariumbak met water
  - een liniaal
  - een breinaald of fietsspaak
  - een munt
  - een groot bekerglas

- Steek je hand eens in het water van de aquariumbak en bekijk die van alle kanten.
- Houd de liniaal rechtop en schuin in het water, en bekijk die van alle kanten.

De Indianen in de Amazone vissen met pijl en boog. Uit ervaring weten zij dat ze een vis altijd missen, als ze precies in de richting schieten, waarin ze de vis zien.



Met de volgende proefjes kun je erachter komen waarom dat zo is.

### WATERBLAD 4

## in het water kijken

- Leg de munt op de bodem van het aquarium als vis en neem de breinaald of fietsspaak als pijl.  
Probeer met je pijl de vis te raken (zowel recht boven als schuin boven de vis). Laat iemand aan de zijkant van het aquarium meekijken en vertellen wat die ziet.
- Je kunt al die dingen ook in het ronde bekerglas doen.
- Je kunt allerlei andere dingen uitzoeken. Bedenk maar eens wat!



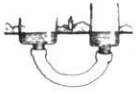
Maak een verslagje. Daarin kun je opschrijven of tekenen:  
— wat je aan je hand gezien hebt  
— hoe je de liniaal gezien hebt  
— hoe je naar je 'vis' hebt gekeken  
— andere dingen die je gedaan en gezien hebt

Hoe moeten de Indianen op de foto hieronder hun pijlen richten om de vis te raken?



# waterbladen

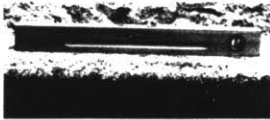
WERKEN MET WATER



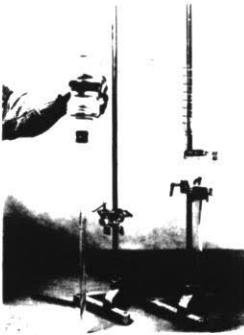
WATERBLAD 5

## een flesjeswaterpas

Je weet vast wel wat een waterpas is. Je kunt ermee controleren of je bank goed horizontaal ('waterpas') staat. Probeer dat maar eens.



Maar aan zo'n waterpas heb je niet veel als je wilt controleren of een groot opervlak, zoals een vloer of een stuk straat, goed horizontaal ligt. Je kunt dan beter een flesjeswaterpas gebruiken.



WATERBLAD 5

## een flesjeswaterpas

Bij dit waterblad vind je zo'n flesjeswaterpas.

En verder:

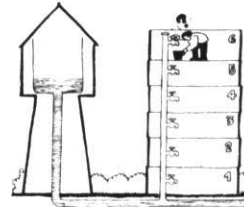
- een touw
- een plastic zak
- statiefmateriaal

- Je kunt de flessen hoger en lager houden, en kijken wat er met het water gebeurt. Let ook op hoeveel het water aan de ene kant stijgt en aan de andere kant zakt!
- Gebruik de flesjeswaterpas om het touw zo te spannen dat het precies horizontaal staat.
- Je kunt ook controleren of de vloer van het lokaal horizontaal ligt. Bedenk zelf hoe je dat kunt doen.
- Wat gebeurt er als je één van de twee flessen helemaal afsluit met de plastic zak en je houdt die fles hoger of lager dan de andere?
- Je kunt allerlei andere dingen uitzoeken. Bedenk maar eens wat!

Maak een verslagje. Daarin kun je opschrijven of tekenen hoe water staat als je de flessen op verschillende hoogten houdt op welke manier je het touw precies horizontaal hebt gespannen andere dingen die je gedaan en ontdekt hebt



Zal deze man water uit zijn kraan krijgen?



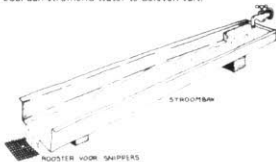
WERKEN MET WATER



WATERBLAD 6

## de stroombak

Bij dit waterblad vind je een stroombak. Daarmee kun je gaan kijken wat er zoal aan stromend water te beleven valt.

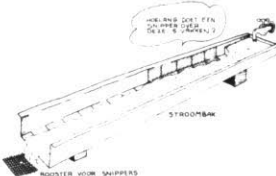


Uit de kraan stroomt water in de stroombak. Er wordt voor gezorgd dat het water gelijkmatig door de stroombak stroomt. Het water stroomt uit de stroombak in de gootsteen.

Bij de stroombak vind je:

- papiersnippers
- een stopwatch
- blokken hout
- wat plasticine
- materiaal om versmallingen te maken
- eventueel zand

- Je kunt papiersnippers in de stroombak gooien. Je ziet dan hoe snel het water stroomt. De snelheid van het water kun je ook meten.



- Je kunt versmallingen in de stroombak aanbrengen. Wat zie je dan gebeuren?

WATERBLAD 6

## de stroombak

- Je kunt 'kribben' maken, zoals je ook wel in onze grote rivieren ziet.



- Wat kun je allemaal doen om het water sneller te laten stromen?
- Je kunt allerlei andere dingen uitzoeken. Bedenk maar eens wat!

Maak een verslagje. Daarin kun je opschrijven of tekenen hoe je de stroom snelheid hebt gemeten wat er gebeurt door versmallingen of kribben aan te leggen op welke manieren je het water sneller kan laten stromen de andere dingen die je gedaan en ontdekt hebt



- De kanten van een rivier lopen het gevaar weg te spoelen. Op welke manier probeert men dat te voorkomen? Welke proef heb je daarvoor gedaan? Hoe bleek uit die proef dat het gevaar van wegspoelen op die manier kleiner wordt?

## WERKEN MET WATER



### WATERBLAD 7

## water en elektriciteit

Om te ontdekken wat elektriciteit in water doet, vind je bij dit waterblad een elektrische schakeling met twee koperen plaatjes die je in water kunt zetten. Het spanningskastje is zo ingesteld, dat het lampje voluit brandt als je de twee plaatjes tegen elkaar houdt. Controleer dat maar.

Verder vind je:

- gedestilleerd water
- zout
- suiker
- afwasmiddel
- eventueel andere vloeistoffen, bijvoorbeeld spiritus, azijn



- Zet de plaatjes in water uit de kraan. Hoe ver moet je ze van elkaar houden om het lampje nét te zien gloeien?



- Je kunt hetzelfde doen met gedestilleerd water, met zout water, met suiker water enz. Spoel het bakje steeds een aantal keren om, zodat het goed schoon is voordat je er een andere vloeistof in doet.
- Je kunt de stroom een lange tijd door zout water laten gaan en kijken wat er bij de plaatjes gebeurt.
- Je kunt allerlei andere dingen uitzoeken. Bedenk maar eens wat!



Maak een verslagje. Daarin kun je opschrijven of tekenen:  
— een lijst van vloeistoffen die je hebt onderzocht, met bovenaan de vloeistof die het beste de stroom doorlaat en onderaan de vloeistof die het slechtste de stroom doorlaat.  
— wat je bij de plaatjes hebt zien gebeuren als er lange tijd een stroom loopt  
— andere dingen die je gedaan en ontdekt hebt

- Waardoor zou het gebruik van elektrische apparaten in natte ruimten in huis (bijvoorbeeld de badkamer) gevaarlijk kunnen zijn?

## 2 wateronderzoeken

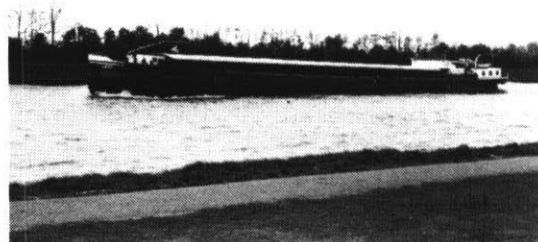
---

### wateronderzoeken

### inhoud

Wateronderzoek 1	Blijven drijven	23
Wateronderzoek 2	Op het water staan	25
Wateronderzoek 3	Hoe dieper hoe drukker	27
Wateronderzoek 4	Licht en water	29
Wateronderzoek 5	Met minder kracht meer mans	31
Wateronderzoek 6	Leeg laten stromen	33
Wateronderzoek 7	Elektrische stroom in water	35
Wateronderzoek 8	Van laag omhoog	37
Wateronderzoek 9	Heet op koud water	39
Wateronderzoek 10	Hoe smaller hoe hoger	42
Wateronderzoek 11	De zwaarte van water	44





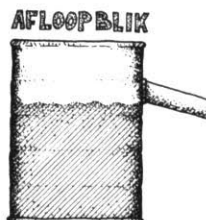
Volle schepen liggen diep in het water en lege schepen steken hoog boven het water uit. Volle schepen duwen dus meer water opzij, omdat zij meer ruimte onder water innemen.

In dit onderzoek kun je daarover meer te weten komen.

Als schip gebruik je een afgeknipt koffiebekertje. Je zet dat in een 'afloopblik' waarin het water tot aan het buisje moet staan. Als je je schip nu gaat laden, zakt het dieper in het water. Daardoor loopt er een beetje water uit het buisje. Dat vang je op in een maatglas. Zo meet je, hoeveel water door het laden van het schip verplaatst is.

*Je hebt nodig:*

- een afgeknipt koffiebekertje
- een afloopblik
- knikkers
- een maatglas
- afwasmiddel



- \* Vul het afloopblik tot het buisje. Door er een druppel afwasmiddel in te doen kan het water er straks makkelijk uitlopen.



- \* Laat het bekertje op het water drijven en doe er *voorzichtig* zes knikkers in. Hoeveel water stroomt er uit het afloopblik? Hoe groot is dus de waterverplaatsing van een schip met zes knikkers?
- \* Is de waterverplaatsing van een schip met zes knikkers precies gelijk aan de waterverplaatsing van zes knikkers onder water?

# blijven drijven

Probeer het maar! Vergeet niet het afloopblik weer tot het randje te vullen.  
En wat heb je als antwoord gekregen?



? *Karel zegt:* voor blijven drijven is altijd meer waterverplaatsing nodig dan voor zinken.

Denken jullie dat ook? Probeer maar eens een proefje te vinden waarbij dat niet zo is!



Schrijf op of teken in je waterboek wat je gedaan hebt en welke dingen je daardoor ontdekt hebt.

Met deze proef heb je eigenlijk enkele *werkvragen* (zie blz. 9 Leren vragen stellen) beantwoord. Probeer één zo'n werkvraag eens op te schrijven.

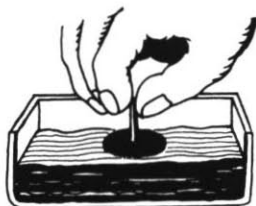
## ONDERZOEK

Er zijn veel méér dingen over 'blijven drijven' die je kunt uitzoeken. Maak daar eens een eigen onderzoekje over.

- \* Verzin met elkaar drie vragen over 'blijven drijven' die je zou willen weten. De ideeën aan het eind van dit wateronderzoek of leestekst 1 op blz. 49 kunnen je er misschien bij helpen.
- \* Bespreek met elkaar hoe je van je vragen *werkvragen* of *opzoekvragen* maakt. Je moet minstens één werkvraag hebben.
- \* Doe het onderzoekje dat bij één werkvraag hoort.
- \* Maak aantekeningen in je waterboek.
- \* Als je met het onderzoek klaar bent, kun je verder:
  - nog een onderzoek doen naar een andere werkvraag
  - leestekst 1 op blz. 49 over 'blijven drijven' lezen
  - het antwoord op een opzoekvraag gaan zoeken
  - een ander wateronderzoek uitkiezen







Een punaise kun je op schoon water leggen zonder dat die zinkt. Als er een heel klein beetje water bovenop de punaise komt, zinkt die onmiddellijk. Probeer het maar.

Het wateroppervlak heeft een bepaalde stevigheid. Dat merk je aan de punaise. Door die stevigheid kan water ook druppels vormen. De stevigheid van het water heet *oppervlaktespanning*.

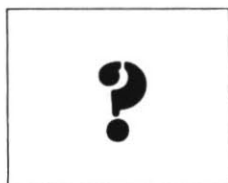
Kun je zelf ook op het water staan, zoals de punaise? Wat zou je daarvoor moeten doen? Daarover gaat dit wateronderzoek.

*Je hebt nodig:*

- drie vierkante plaatjes (4 cm x 4 cm; 8 cm x 8 cm; 16 cm x 16 cm) met in het midden een lusje van garen erop geplakt
- een veerunster tot 100 g of 1 N
- plasticine
- een bakje met schoon water
- een bakje met zeepwater



- \* Hang het plastic plaatje van 8 cm x 8 cm met het lusje aan de veerunster en meet hoe zwaar het plaatje is.
- \* Laat het plaatje (*schoongemaakt*) voorzichtig op het wateroppervlak rusten.
- \* Leg voorzichtig stukjes plasticine op het plaatje. Verdeel de stukjes over het hele plaatje, dan blijft het plaatje beter drijven.
- \* Neem het plaatje snel uit het bakje als er water overheen gaat stromen. Pak het laatste stukje plasticine van het plaatje.
- \* Hang het plaatje met de plasticine weer aan de veerunster en meet hoe zwaar het is. Hoeveel gram of newton kan het plaatje dragen voordat het zinkt?
- \* Doe de proef ook met zeepwater.
- \* Hoeveel gram of newton kan het plaatje van 16 cm x 16 cm dragen? En dat van 4 cm x 4 cm?
- ? Je kan misschien op het water gaan staan als je schoenen met hele grote zolen neemt. Maak eens een schatting hoe groot die zolen dan moeten zijn.
- ? Zouden die zolen groter of kleiner moeten zijn als je op zeepwater wilt gaan staan?



# op het water staan



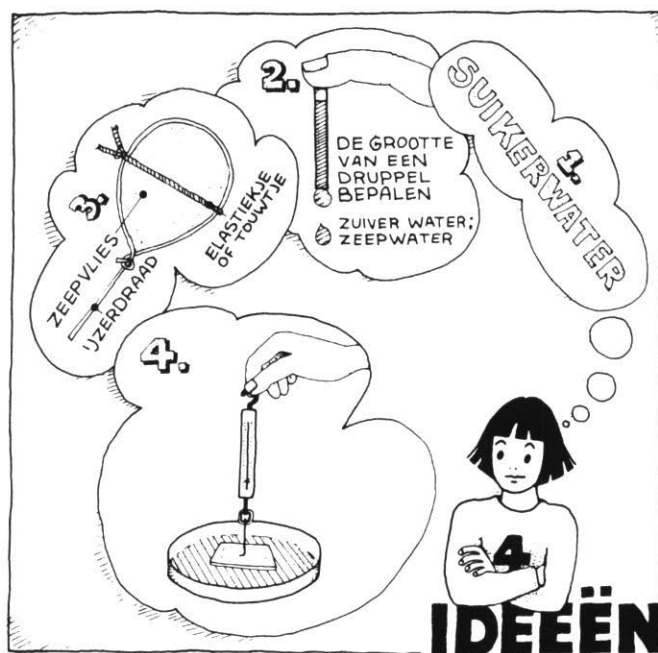
Schrijf of teken in je waterboek wat je gedaan hebt en welke dingen je daardoor ontdekt hebt.

Met deze proef heb je eigenlijk enkele *werkvragen* (zie blz. 9 Leren vragen stellen) beantwoord. Probeer één zo'n werkvraag eens op te schrijven.

## ONDERZOEK

Er zijn veel meer dingen over 'op het water staan' die je kunt uitzoeken. Maak daar eens een eigen onderzoekje over.

- \* Verzin met elkaar drie vragen over 'op het water staan' die je wel zou willen weten. De ideeën aan het eind van dit wateronderzoek of leestekst 2 op blz. 53 kunnen je er misschien bij helpen.
- \* Bespreek met elkaar hoe je van je vragen *werkvragen* of *opzoekvragen* maakt. Je moet minstens één werkvraag hebben.
- \* Doe het onderzoekje dat bij één werkvraag hoort.
- \* Maak aantekeningen in je waterboek.
- \* Als je met het onderzoek klaar bent, kun je verder:
  - nog een onderzoek doen naar een andere werkvraag
  - leestekst 2 op blz. 53 over 'op het water staan' lezen
  - het antwoord op een opzoekvraag gaan zoeken
  - een ander wateronderzoek uitkiezen





Een onderzeeboot die heel diep duikt, moet heel stevig zijn. Want diep in het water is de druk groot. Misschien heb je dat zelf wel eens gemerkt toen je diep in het zwembad dook.

In dit werkblad ga je een onderzoekje doen naar de druk onder water.

*Je hebt nodig:*

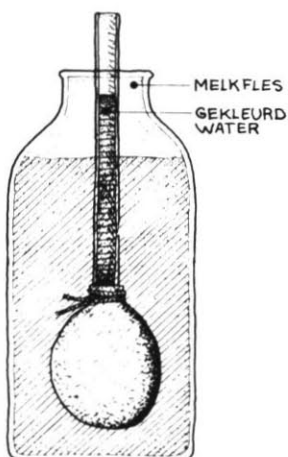
- een nauwe glazen buis met een ballon eraan
- liniaal
- een wekfles of melkfles



- \* Vul de glazen buis en ballon met gekleurde vloeistof (niet helemaal vol).
- \* Druk eens zachtjes in de ballon, zoals op de tekening. Het water stijgt dan in de buis. Hoe harder je drukt, hoe hoger het water stijgt. Je hebt dus eigenlijk een drukmeter.
- ? Wat denk je dat er zal gebeuren als ik de glazen buis met ballon en gekleurde vloeistof steeds verder onder water duw?



- \* Voer die proef uit.  
Probeer er achter te komen, hoeveel de gekleurde vloeistof in de buis stijgt bij elke cm dat je de buis dieper onder water houdt. Gebruik daarbij een waternaste viltstift of eventueel een elastiekje.  
Probeer het eerst een keer, want het is niet zo makkelijk.



- \* Maak een tabel zoals hiernaast.

HOEVEEL CM DIEPER	HET WATER IN DE BUIS STIJGT..cm
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

- ? Kan je voorspellen wanneer het water uit het buisje zou stromen?  
Hoe diep had je dan je ballon en glazen buis onder water moeten houden?
- ? *Piet zegt:* als je heel diep duikt, wordt je geplet. Diepzeevissen moeten wel heel sterk zijn.  
*Yvonne zegt:* ja, want als je 10 x zo diep duikt, is de druk van het water 10 x zo groot.  
Ben jij het daarmee eens? Volgt dat uit jouw proef?



# hoe dieper hoe drukker



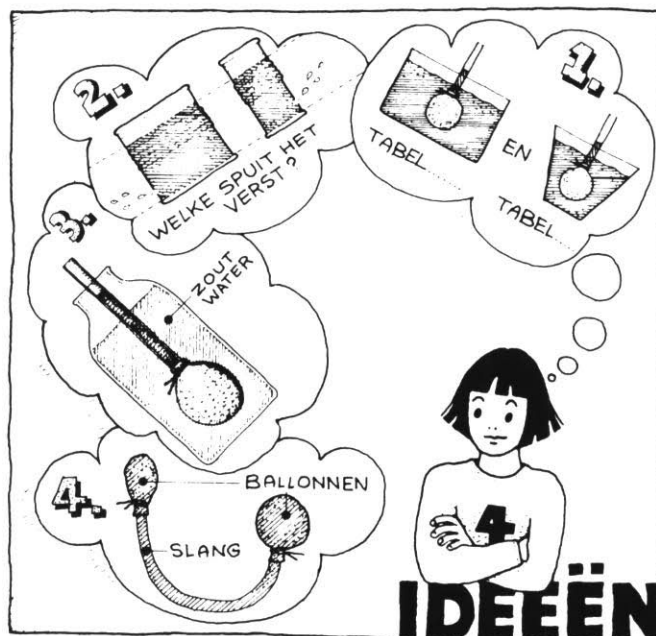
Schrijf op of teken in je waterboek wat je gedaan hebt en welke dingen je daardoor ontdekt hebt.

Met deze proef heb je eigenlijk enkele *werkvragen* (zie blz. 9 Leren vragen stellen) beantwoord. Probeer één zo'n werkvraag eens op te schrijven.

## ONDERZOEK

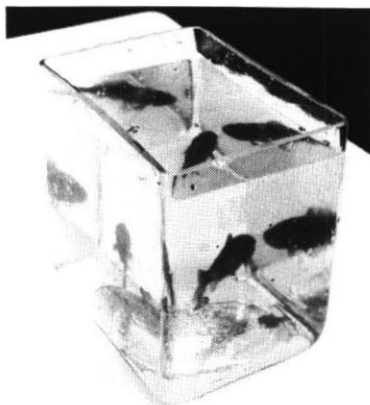
Er zijn veel meer dingen over 'hoe dieper hoe drukker' die je kunt uitzoeken. Maak daar eens een eigen onderzoekje over.

- \* Verzin met elkaar drie vragen over 'hoe dieper hoe drukker' die je zou willen weten. De ideeën aan het eind van dit wateronderzoek of leestekst 3 op blz. 56 kunnen je er misschien bij helpen.
- \* Bespreek met elkaar hoe je van je vragen *werkvragen* of *opzoekvragen* maakt. Je moet minstens één werkvraag hebben.
- \* Doe het onderzoekje dat bij één werkvraag hoort.
- \* Maak aantekeningen in je waterboek.
- \* Als je met het onderzoek klaar bent, kun je verder:
  - nog een onderzoek doen naar een andere werkvraag
  - leestekst 3 op blz. 56 over 'hoe dieper hoe drukker' lezen
  - het antwoord op een opzoekvraag gaan zoeken
  - een ander wateronderzoek uitkiezen





Als je in water kijkt, kun je onverwachte dingen zien, zoals vissen in een aquarium die dubbel ziet.



Er zit maar één vis in deze bak . . .

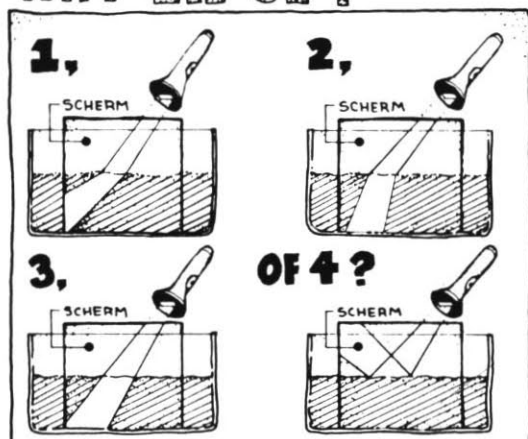
Zouden er ook onverwachte dingen te zien zijn als je met een zaklantaarn in een bak met water gaat schijnen?  
Ga dat maar eens in dit onderzoek bekijken.

*Je hebt nodig:*

- een verduisterde ruimte of een donker hoekje
- een lange smalle aquariumbak
- een zaklantaarn
- een witte plaat als scherm in het water
- een stukje zwart karton met één spleet voor de zaklantaarn
- eventueel fluoresceïne

- \* Vul de aquariumbak met water. Doe er eventueel wat fluoresceïne bij. Zet de witte plaat tegen een zijwand in het water.
- \* Doe het stukje zwart karton voor de zaklantaarn, zodat er een smalle bundel licht uit kan komen.

## WAT ZIE JE ?



OF NOG IETS ANDERS ?

- \* Schijn in het water, zodat je de lichtbundel boven en onder water op het witte scherm kan zien.
- \* Wat zie je?
- \* Schijn op allerlei manieren op het wateroppervlak, boven of onder water (zaklantaarn in een goede dichte plastic zak!). Kijk heel goed op het scherm hoe je de lichtbundel ziet.

# licht en water



- ? *Thea zegt:* licht knikt als het op het water valt.  
*Arie zegt:* ja, en het knikt weer terug als het eruit komt.  
*En Tineke:* maar het kan ook nog spiegelen.

Hebben jullie ook waargenomen wat Thea, Arie en Tineke zeggen?



Schrijf op of teken in je waterboek wat je gedaan hebt en welke dingen je daardoor ontdekt hebt.

Met deze proef heb je eigenlijk enkele *werkvragen* (zie blz. 9 Leren vragen stellen) beantwoord. Probeer één zo'n werkvraag eens op te schrijven.

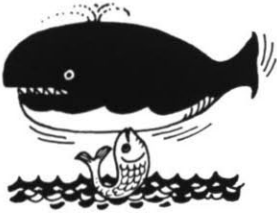
## ONDERZOEK

Er zijn veel meer dingen over 'licht en water' die je kunt uitzoeken. Maak daar eens een eigen onderzoekje over.

- \* Verzin met elkaar drie vragen over 'licht en water' die je wel zou willen weten. De ideeën aan het eind van dit wateronderzoek of leestekst 4 op blz. 60 kunnen je er misschien bij helpen.
- \* Bespreek met elkaar hoe je van je vragen *werkvragen* of *opzoekvragen* maakt. Je moet minstens één werkvraag hebben.
- \* Doe het onderzoekje dat bij één werkvraag hoort.
- \* Maak aantekeningen in je waterboek.



- \* Als je met het onderzoek klaar bent, kun je verder:
  - nog een onderzoek doen naar een andere werkvraag
  - leestekst 4 op blz. 60 over 'licht en water' lezen
  - het antwoord op een onderzoeksvraag gaan zoeken
  - een ander wateronderzoek uitkiezen

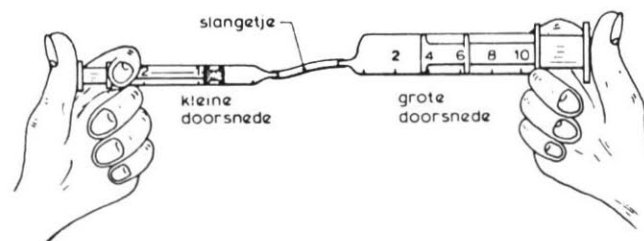


# met minder kracht meer mans

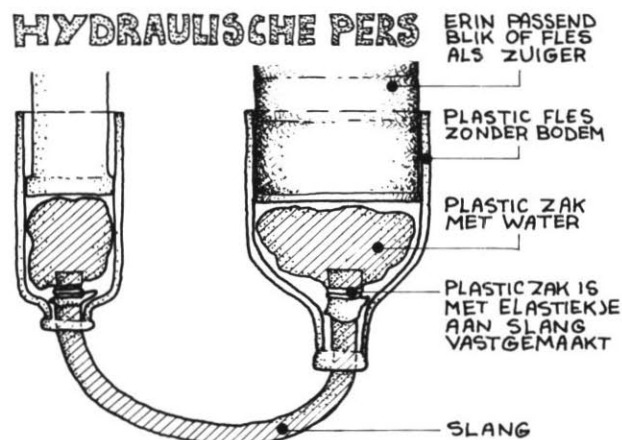
Je kunt met heel weinig spierkracht een zwaar ding optillen ... als je een hydraulische pers gebruikt.  
Zo kun je met minder kracht meer mans worden!

*Je hebt nodig:*

- twee of meer doktersspuiten (zonder naald!) van verschillende doorsnede
- klein plastic slangetje voor de verbinding
- een hydraulische pers, gemaakt van twee plastic flessen zonder bodem, twee waterdichte plastic zakken en een slang



- \* Verbind de twee doktersspuiten en vul het stuk tussen de zuigers met water. Zorg dat het slangetje goed vast zit.
- \* Druk eens op de zuiger van de grote spuit, terwijl je probeert de kleine zuiger tegen te houden. Druk ook eens op de zuiger van de kleine spuit, terwijl je de grote zuiger probeert tegen te houden. Wat valt je op? Welke zuiger duwt het makkelijkst de andere weg? En welke zuiger duwt het moeilijkst de andere weg? Welke is meer mans met minder kracht?



- \* Laat iemand op de ene zuiger van de hydraulische pers duwen en een ander op de tweede zuiger. Ruil ook om. Wie moet de meeste kracht uitoefenen om het evenwicht te bewaren?  
(Niet te hard duwen, anders barsten de plastic zakken!).
- \* Plaats een gewicht (bijv. 1 kg) op de grote zuiger. Hoeveel zou je op de andere zuiger moeten zetten om de pers in evenwicht te krijgen. Zorg er wel voor dat de zuigers zich op dezelfde hoogte bevinden, anders gaat het gewicht van het water ook meewegen.

# met minder kracht meer mans



- ? *Ria zegt:* als je te hard duwt, zal de zak in de grote fles het eerst barsten.  
*Els is het daar niet mee eens:* het water verdeelt de kracht toch!  
Overall heeft het evenveel te houden!  
Wie heeft volgens jou gelijk? Hoe merk je dat in je proef?



Schrijf of teken in je waterboek wat je gedaan hebt en welke dingen je daardoor ontdekt hebt.

Met deze proef heb je eigenlijk op enkele *werkvragen* (zie blz. 9 Leren vragen stellen) beantwoord. Probeer één zo'n werkvraag eens op te schrijven.

## ONDERZOEK

Er zijn veel meer dingen over 'met minder kracht meer mans' die je kunt onderzoeken. Maak daar eens een eigen onderzoekje over:

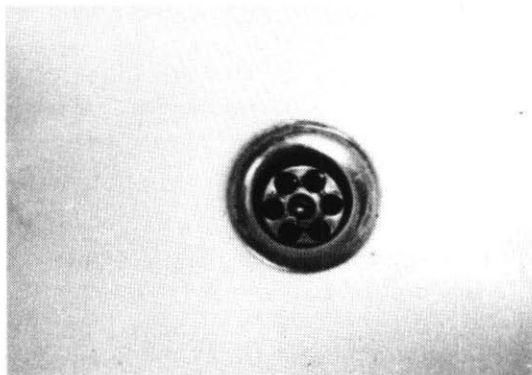
- \* Verzin met elkaar drie vragen over 'met minder kracht meer mans' die je wel zou willen weten. De ideeën aan het eind van dit wateronderzoek of de leestekst 5 op blz. 62 kunnen je er misschien bij helpen.
- \* Bespreek met elkaar hoe je van je vragen *werkvragen* of *opzoekvragen* maakt. Je moet minstens één werkvraag hebben.
- \* Doe het onderzoekje dat bij één werkvraag hoort.
- \* Maak aantekeningen in je waterboek.
- \* Als je met het onderzoek klaar bent, kun je verder:
  - nog een onderzoek doen naar een andere werkvraag
  - leestekst 5 op blz. 62 over 'met minder kracht meer mans' lezen
  - het antwoord op een opzoekvraag gaan zoeken
  - een ander wateronderzoek uitkiezen



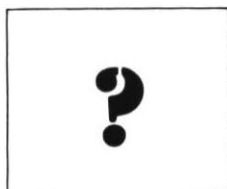




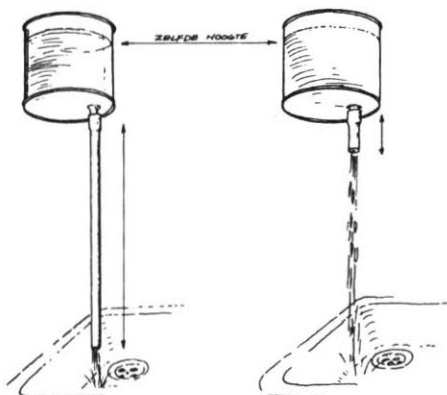
Dagelijks lopen er in huis allerlei dingen leeg: de gootsteen, de wasmachine, het bad, de stortbak van het toilet, enz.



Met dit onderzoek kun je gaan uitzoeken hoe je een blik zo snel mogelijk leeg kan laten lopen.



? Welke van de twee getekende blikken is volgens jou het eerste leeg?

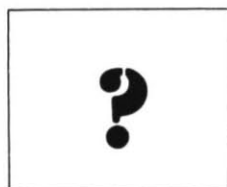


Door deze proef uit te voeren, kun je controleren of je het juiste antwoord hebt gegeven.

*Je hebt nodig:*

- een blik met een buisje in de bodem
- een stuk slang
- een stopwatch (zie **Werkkaart** op blz. 73)
- een statief of wat blokken

\* Meet de leeglooptijden met de stopwatch.  
Zorg ervoor dat je blik telkens als je begint even vol zit.



? *Janneke en Jaap hadden, voordat ze de proef deden, gedacht dat allebei de blikken even snel leeg zouden zijn, maar toen ze de proef gedaan hadden zeiden ze: het blik met de lange slang is het eerste leeg. Hebben jullie dat ook gevonden? Hoe zou je de slang moeten houden om ervoor te zorgen dat het blik met de lange slang er langer over doet?*

# leeg laten stromen



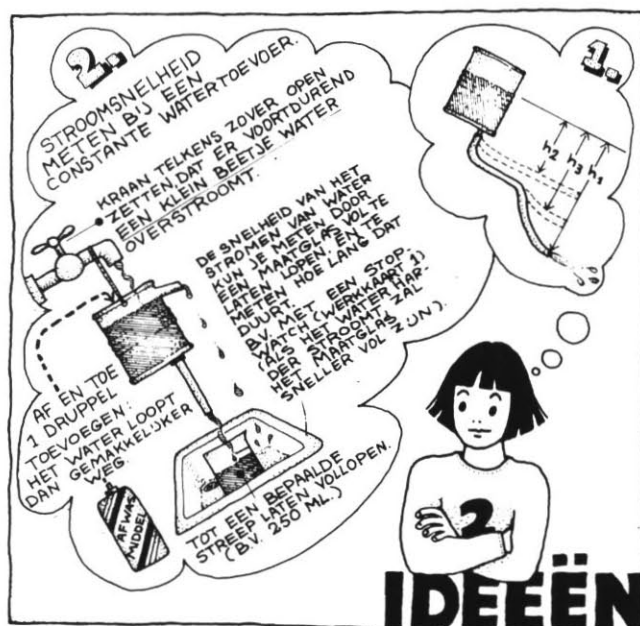
Schrijf op of teken in je waterboek wat je gedaan hebt en welke dingen je daardoor ontdekt hebt.

Met deze proef heb je eigenlijk een *werkvraag* (zie blz. 9 Leren vragen stellen) beantwoord. Probeer die werkvraag eens op te schrijven.

## ONDERZOEK

Er zijn veel meer dingen over 'leeg laten stromen' die je kunt uitzoeken. Maak daar eens een eigen onderzoekje over:

- \* Verzin met elkaar drie vragen over 'leeg laten stromen' die je wel zou willen weten. De ideeën aan het eind van dit wateronderzoek, of leestekst 6 op blz. 63 kunnen je er misschien bij helpen.
- \* Bespreek met elkaar hoe je van je vragen *werkvragen* of *opzoekvragen* maakt. Je moet minstens één werkvraag hebben.
- \* Doe het onderzoekje dat bij één werkvraag hoort.
- \* Maak aantekeningen in je waterboek.
- \* Als je met het onderzoek klaar bent, kun je verder:
  - nog een onderzoek doen naar een andere werkvraag
  - leestekst 6 op blz. 63 over 'leeg laten stromen' lezen
  - het antwoord op een opzoekvraag gaan zoeken
  - een ander wateronderzoek uitkiezen



# IDEËËN



## Wateronderzoek 7

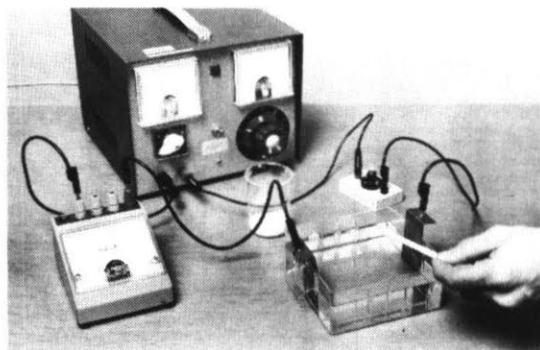
# elektrische stroom in water

Elektrische stroom kan door water heen gaan. Door zout water gaat het beter dan door leidingwater.  
In dit onderzoek kan je de stroom gaan vergelijken bij geen, weinig en veel zout in het water.

*Je hebt nodig:*

- een bakje water
- twee metalen plaatjes
- elektriciteits snoer en twee krokodilklemmen
- lampje (6V; 0,05 A)
- spanningskastje
- stroommeter (zie werkkaart 2 op blz. 74)
- gedestilleerd water
- zout en een klein lepeltje

- \* Maak de schakeling zoals hieronder op de foto te zien is.



- \* Houd de twee plaatjes tegen elkaar en draai aan de knop van het spanningskastje tot het lampje fel brandt.
- \* Zet de plaatjes tegen de rand van het bakje in leidingwater en lees de stroommeter af.
- \* Doe ook gedestilleerd water in het (schone!) bakje. Meet de stroom. Doe vervolgens 1, 2, 3 ... schepjes zout in het water en roer tot het opgelost is. Meet bij elk schepje de stroom. Draai onderhand niet aan de knop van het spanningskastje. (Waarom niet?)
- \* Noteer je waarnemingen in een tabel.

	STERKTE WAARMEE HET LAMPJE BRANDT	STROOMSTERKTE IN MILLIAMPÈRE
GEEN ZOUT		
1 LEPELTJE ZOUT		
2 LEPELTJES ZOUT		
3 " "		
4 " "		

# elektrische stroom in water



? *Karel zegt:* hoe meer zout in het water, hoe meer stroom er loopt. Hebben jullie dat ook gevonden in je proef?



Schrijf op of teken in je waterboek wat je gedaan hebt en welke dingen je daardoor ontdekt hebt.

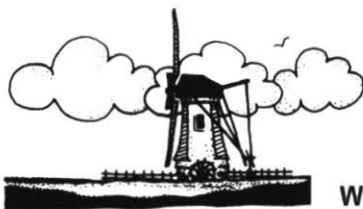
Met deze proef heb je eigenlijk enkele *werkvragen* (zie blz. 9 Leren vragen stellen) beantwoord. Probeer één zo'n werkvraag eens op te schrijven.

## ONDERZOEK

Er zijn veel meer dingen over 'elektrische stroom in water' die je kunt uitzoeken. Maak daar eens een eigen onderzoekje over.

- \* Verzin met elkaar drie vragen over 'elektrische stroom in water' die je wel zou willen weten. De ideeën aan het eind van dit wateronderzoek, of leestekst 7 op blz. 65 kunnen je er misschien bij helpen.
- \* Bespreek met elkaar hoe je van je vragen *werkvragen* of *opzoekvragen* maakt. Je moet minstens één werkvraag hebben.
- \* Doe het onderzoekje dat bij één werkvraag hoort.
- \* Maak aantekeningen in je waterboek.
- \* Als je met het onderzoek klaar bent, kun je verder:
  - nog een onderzoek doen naar een andere werkvraag
  - leestekst 7 op blz. 65 over 'elektrische stroom in water' lezen
  - het antwoord op een opzoekvraag gaan zoeken
  - een ander wateronderzoek uitkiezen





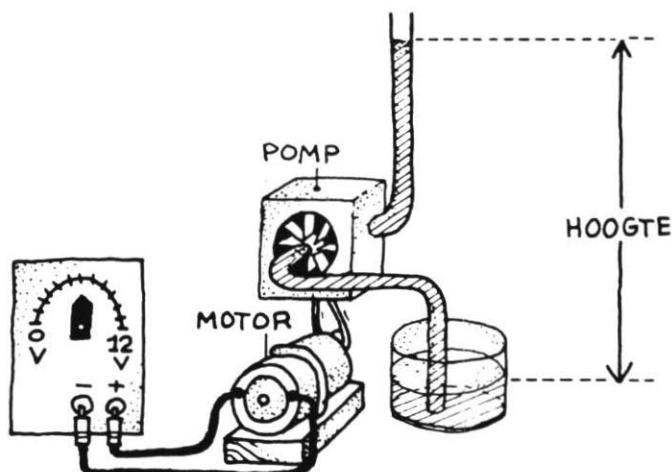
Nederland ligt voor een belangrijk deel onder de zeespiegel.

Toch komen we niet onder water te staan, omdat we water van laag omhoog kunnen malen. Met windmolens, stoomgemalen en tegenwoordig vooral met elektrische pompen. Hoe hoog kunnen die het water omhoog krijgen? Dat kun je in dit wateronderzoek nagaan.

*Je hebt nodig:*

- elektrische pomp met motor
- doorzichtige slangen
- spanningskastje
- bekerglas

- \* Sluit de pomp, de slangen, de motor en het spanningskastje aan zoals in de tekening is aangegeven.



- \* Zuig of blaas de pomp helemaal vol water. Want als er lucht in blijft zitten, doet die het niet.
  - \* Zet het spanningskastje aan. Gebruik geen groter aantal volt dan er bij de pomp staat aangegeven. Minder mag wél.
  - \* Kijk hoe ver je het water met dit pompje maximaal naar boven kan pompen. Doe dat voor verschillende aantallen volt (maar niet te veel!).
- ? De Hollandse windmolens konden het water niet meer dan 2 meter omhoog brengen. Toch zijn met deze windmolens polders drooggemaakt, die meer dan 5 meter onder de zeespiegel liggen! Hoe heeft men dat klaargespeeld?



Schrijf of teken in je waterboek wat je gedaan hebt en welke dingen je daardoor ontdekt hebt.

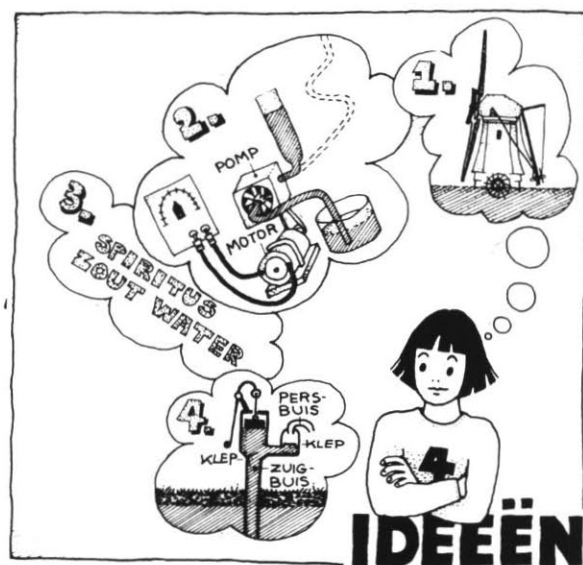
Met deze proef heb je eigenlijk enkele *werkvragen* (zie blz. 9 Leren vragen stellen) beantwoord. Probeer één zo'n werkvraag eens op te schrijven.

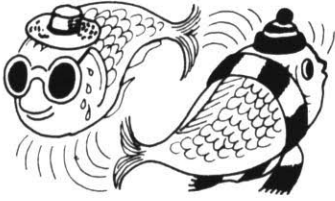
# van laag omhoog

## ONDERZOEK

Er zijn veel meer dingen over 'van laag omhoog' die je kunt uitzoeken. Maak daar eens een eigen onderzoekje over.

- \* Verzin met elkaar drie vragen over 'van laag omhoog' die je zou willen weten. De ideeën aan het eind van dit wateronderzoek, of leestekst 8 op blz. 66 kunnen je er misschien bij helpen.
- \* Bespreek met elkaar hoe je van je vragen *werkvragen* of *opzoekvragen* maakt. Je moet minstens één werkvraag hebben.
- \* Doe het onderzoekje dat bij één werkvraag hoort.
- \* Maak aantekeningen in je waterboek.
- \* Als je met het onderzoek klaar bent, kun je verder:
  - nog een onderzoek doen naar een andere werkvraag
  - leestekst 8 op blz. 66 over 'van laag omhoog' lezen
  - het antwoord op een opzoekvraag gaan zoeken
  - een ander wateronderzoek uitkiezen





Een keuken met een boiler

In sommige huizen vind je boilers, waarin water warm wordt gemaakt en opgeslagen.

Als je warm water verbruikt, komt er koud water voor in de plaats. Het koude water blijft gescheiden van het warme water en wordt opgewarmd.

In dit onderzoek kun je te weten komen hoe het koude water van het warme gescheiden kan blijven.

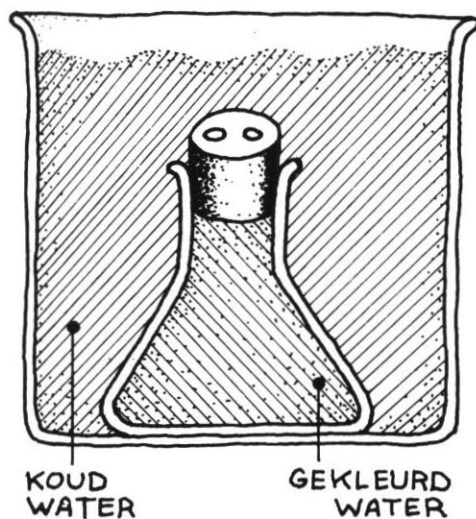
*Je hebt nodig:*

- een klein bekerglas
- een hoog smal glas
- heet en koud water
- klein, breed flesje of potje van (ongekleurd) glas met deksel of kurk
- bekerglas (bijv. 1000 ml) of aquariumbak
- ecoline of inkt



# heet op koud water

- \* Vul het hoge smalle glas half met koud water.
- \* Doe warm water in een klein bekeerglas en kleur dat met een beetje ecoline of inkt.
- \* Schenk het warme gekleurde water voorzichtig op het koude water. Wat zie je?
- \* Probeer het ook eens andersom: koud water schenken op warm gekleurd water. Wat zie je dan gebeuren?
- \* Maak twee gaten in de kurk (of het deksel).
- \* Vul het flesje (potje) tot de rand met heet water.
- \* Voeg ecoline of een beetje inkt toe.
- \* Sluit het flesje (potje) af met de kurk.
- \* Vul het bekeerglas met koud water.
- \* Zet het flesje (potje) in het bekeerglas. Wat zie je?



- ? *Flip en Marina hebben de laatste proef ook gedaan. Ze schrijven op: warm water stijgt en koud water daalt. Dat is een beetje slordig gezegd. Proberen jullie het eens beter te zeggen.*



# heet op koud water



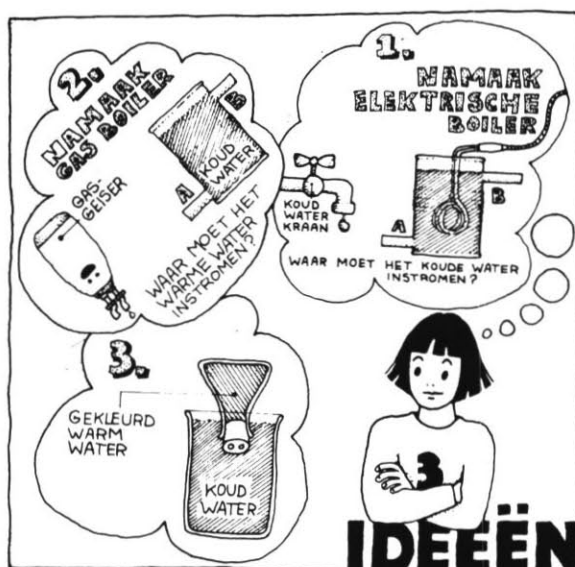
Schrijf op of teken in je waterboek wat je gedaan hebt en welke dingen je daardoor ontdekt hebt.

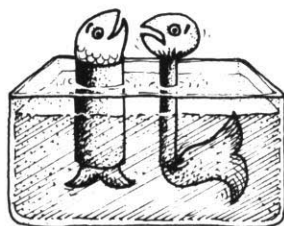
Met deze proef heb je eigenlijk enkele *werkvragen* (zie blz. 9 Leren vragen stellen) beantwoord. Probeer één zo'n werkvraag eens op te schrijven.

## ONDERZOEK

Er zijn veel meer dingen over 'heet op koud water' die je kunt uitzoeken. Maak daar eens een eigen onderzoekje over.

- \* Verzin met elkaar drie vragen over 'heet op koud water' die je wel zou willen weten. De ideeën aan het eind van dit wateronderzoek of leestekst 9 op blz. 67 kunnen je er misschien bij helpen.
- \* Bespreek met elkaar hoe je van je vragen *werkvragen* of *opzoekvragen* maakt. Je moet minstens één werkvraag hebben.
- \* Doe het onderzoekje dat bij één werkvraag hoort.
- \* Maak aantekeningen in je waterboek.
- \* Als je met het onderzoek klaar bent, kun je verder:
  - nog een onderzoek doen naar een andere werkvraag
  - leestekst 9 op blz. 67 over 'heet op koud water' lezen
  - het antwoord op een opzoekvraag zoeken
  - een ander wateronderzoek uitkiezen

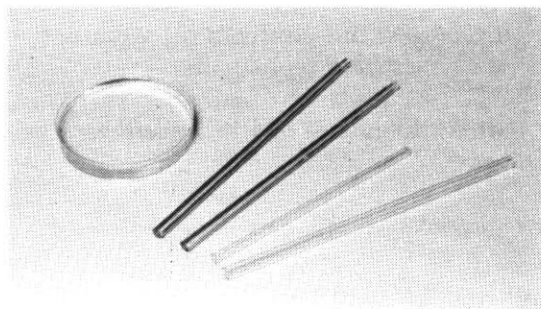




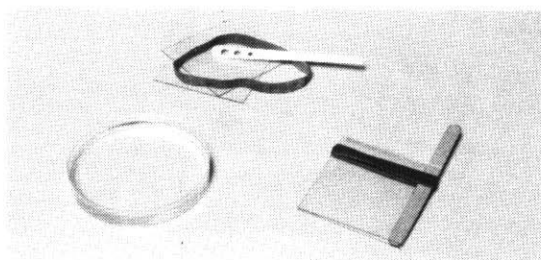
Kan water vanzelf omhoog kruipen? In papier heb je dat al gezien. In dit onderzoek ga je nog eens op een andere manier kijken naar het omhoog kruipen van water.

*Je hebt nodig:*

- gekleurd water
- een laag bakje (schoon!)
- glazen buisjes van verschillende dikte (schoon!)
- 2 glazen plaatjes (schoon!)
- breed elastiek
- een ijslollyestokje
- watervast viltstift
- een bakje met zeepwater



- \* Maak de bakjes, buisjes en glazen plaatjes nog eens goed schoon. Een klein restje zeep van de vorige groep kan jullie proefjes laten mislukken.
- \* Zet de buisjes naast elkaar in het bakje met gekleurd water. Wat zie je gebeuren? Meet de waterhoogte in de verschillende buisjes. Klopt de titel van dit wateronderzoek?
- \* Zet de buisjes ook in het bakje met zeepwater. Welk verschil zie je?
- \* Maak de buisjes daarna heel goed schoon door ze schoon te spoelen en erop te blazen.
- \* Bind de twee glazen plaatjes en het ijslollyestokje met het elastiek bij elkaar zoals op de foto.



Tussen de twee glasplaatjes is nu een ruimte die steeds smaller wordt.

# hoe smaller hoe hoger

- \* Zet de glasplaatjes in het bakje met schoon water.  
Wat zie je gebeuren? Wat heeft deze proef te maken met de proef van de buisjes?
- \* Geef met een viltstiftlijn aan hoe hoog het water tussen de glazen plaatjes staat.
- ? Denk je dat de lijn hoger of lager moet lopen als je de plaatjes in zeepwater zet?
- \* Probeer dat maar eens. Maak de plaatjes daarna weer goed schoon!



Schrijf op of teken in je waterboek wat je gedaan hebt en welke dingen je daardoor ontdekt hebt.

Met deze proef heb je eigenlijk enkele *werkvragen* (zie blz. 9 Leren vragen stellen) beantwoord. Probeer één zo'n werkvraag eens op te schrijven.

## ONDERZOEK

Er zijn veel meer dingen over 'hoe smaller hoe hoger' die je kunt uitzoeken. Maak daar eens een eigen onderzoekje over.

- \* Verzin met elkaar drie vragen over 'hoe smaller hoe hoger' die je zou willen weten. De ideeën aan het eind van dit wateronderzoek of leestekst 10 op blz. 68 kunnen je er misschien bij helpen.
- \* Bespreek met elkaar hoe je van je vragen *werkvragen* of *opzoekvragen* maakt. Je moet minstens één werkvraag hebben.
- \* Doe het onderzoekje dat bij één werkvraag hoort.
- \* Maak aantekeningen in je waterboek.



- \* Als je met het onderzoek klaar bent, kun je verder:
  - nog een onderzoek doen naar een andere werkvraag
  - leestekst 10 op blz. 68 over 'hoe smaller hoe hoger' lezen
  - het antwoord op een opzoekvraag gaan zoeken
  - een ander wateronderzoek uitkiezen

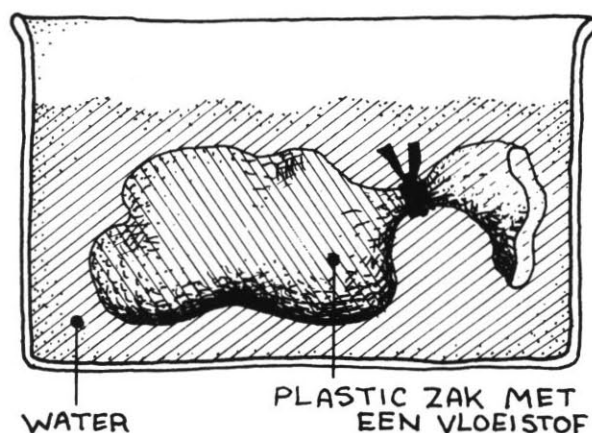


Sommige vloeistoffen zijn zwaarder dan water, andere vloeistoffen zijn lichter dan water. Wist je dat?

In dit onderzoek kun je de zwaarte van verschillende vloeistoffen bepalen.

*Je hebt nodig:*

- een aquariumbak met water
- plastic zakjes
- zout water (zie werkkaart 3)
- spiritus
- een emmer
- een maatglas
- een weegschaal of een balans
- andere vloeistoffen



- \* Doe een plastic zakje in het water, vul het met gewoon water en bindt het dicht. Zorg dat er helemaal geen lucht in zit. Wat zie je als je de plastic zak met water in de aquariumbak loslaat?
- \* Doe ook een plastic zak met spiritus (zonder lucht!) in de aquariumbak. Wat zie je?
- \* Doe hetzelfde met een plastic zak met zout water.

Door hun verschil in zwaarte zinken sommige vloeistoffen in water en blijven andere vloeistoffen drijven.

Je kunt op verschillende manieren de zwaarte van een vloeistof bepalen.

Hieronder vindt je er twee.

*De eerste manier*

- \* Vul de emmer met water en til hem op. Schat hoe zwaar de emmer met water is. Hoe zwaar zou het water alleen zijn?
- \* Probeer zelf een methode te bedenken waardoor je erachter komt:
  - a hoe zwaar de emmer precies is
  - b hoeveel liter water in de emmer zit.

# de zwaarte van water



- Reken uit hoe zwaar één liter water is.

*De tweede manier*

- \* Neem een maatglas en weeg dat.
- \* Vul het maatglas met 100 ml water.
- \* Bepaal hoe zwaar 100 ml water is.
- Reken uit hoe zwaar één liter water is.

Vergelijk voor de zekerheid de uitkomsten van de twee manieren met elkaar.



Schrijf op of teken in je waterboek wat je gedaan hebt en welke dingen je daardoor ontdekt hebt.

Met deze proef heb je eigenlijk een *werkvraag* (zie blz. 9 Leren vragen stellen) beantwoord. Probeer die werkvraag eens op te schrijven.

## ONDERZOEK

Er zijn veel meer dingen over 'de zwaarte van water' die je kunt uitzoeken. Maak daar eens een eigen onderzoekje over.

- \* Verzin met elkaar drie vragen over 'de zwaarte van water' die je wel zou willen weten. De ideeën aan het eind van dit wateronderzoek of leestekst 11 op blz. 69 kunnen je er misschien bij helpen.
- \* Bespreek met elkaar hoe je van je vragen *werkvragen* of *opzoekvragen* maakt. Je moet minstens één werkvraag hebben.
- \* Doe het onderzoekje dat bij één werkvraag hoort.

# de zwaarte van water

---

- \* Maak aantekeningen in je waterboek.
- \* Als je met het onderzoek klaar bent, kun je verder:
  - nog een onderzoek doen naar een andere werkvraag
  - leestekst 11 op blz. 69 over 'de zwaarte van water' lezen
  - het antwoord op een opzoekvraag gaan zoeken
  - een ander wateronderzoek uitkiezen



inhoud

Leestekst 1	Blijven drijven	49
Leestekst 2	De stevigheid van het wateroppervlak	53
Leestekst 3	Hoe dieper hoe drukker	56
Leestekst 4	Licht en water	60
Leestekst 5	Met minder kracht meer mans	62
Leestekst 6	Leeg laten stromen	63
Leestekst 7	Elektrische stroom in water	65
Leestekst 8	Van laag omhoog	66
Leestekst 9	Heet op koud water	67
Leestekst 10	Hoe smaller hoe hoger	68
Leestekst 11	De zwaarte van water	69
		47





Allerlei dingen blijven in water drijven, zoals een takje, een boomstam, een ijschots, een luchtbed of een kano. Allerlei andere dingen zinken, zoals een zandkorrel, een spijker, een knikker of een steen.



Waar ligt het aan dat sommige dingen blijven drijven en andere niet? Is het misschien zo, dat lichte dingen drijven en zware dingen zinken? Nee, want een boomstam drijft en een spijker, die veel lichter is, zinkt.

Ligt het misschien aan het materiaal of een ding drijft of niet? Dat is al een beter idee. IJs drijft altijd in water, of je nu een klein blokje ijs bekijkt in een fles water of een enorme ijsberg op zee. Steen zinkt altijd in water, een kiezelsteentje even goed als een rotsblok.

Hoe zit dat dan?

Om op die vraag een antwoord te vinden, kunnen we uitgaan van een proefje.



## WATER DUWT EN DRAAGT

Laat eens een leeg groenteblik of een bekerglas drijven in een emmer water en duw het dan dieper het water in. Je voelt dat het water steeds meer tegenwerkt; het water duwt steeds harder tegen de bodem van het blik. Als je niet met je hand duwt, maar steentjes of knikkers in het blik doet, komt het blik ook steeds dieper in het water te liggen. Het blik wordt steeds zwaarder, maar het water duwt ook steeds harder tegen de bodem. Het water draagt het blik – totdat je er te veel indoeft en het water over de rand loopt.

(Wat gebeurt er als je een deksel op het blik doet, zodat je het helemaal onder water kunt duwen?)

Probeer het maar eens. Misschien denk je dat het steeds moeilijker zal gaan, omdat het water steeds harder tegen de bodem gaat duwen? Maar ook het deksel zit nu onder water en het water duwt ook steeds harder op het deksel.)

## WATERVERPLAATSING

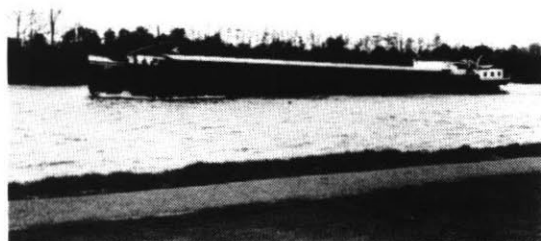
Als je twee blikken of bekgelazen met verschillende doorsnede in een bak met water duwt, kun je duidelijk verschil merken. Om de twee blikken even diep in het water te krijgen, moet je op het blik met de grootste doorsnede het hardst duwen. Hoe hard het water tegen de bodem van een blik duwt, hangt van twee dingen af:

- *hoe diep zit die bodem onder water?*
- *hoe groot is die bodem?*



Je kunt dezelfde proefjes ook op een iets andere manier bekijken. Als je een blik steeds dieper in het water duwt, gaat het blik steeds meer plaats innemen in het water. Het deel van het blik dat in het water steekt, krijgt een steeds groter volume. Dat volume, dus de ruimte die het blik in het water inneemt, noemen we de *waterverplaatsing*.

Het is die waterverplaatsing, die het 'm doet bij drijven. Je kunt dat zien als je voorwerpen laat drijven in een *afloopvat*: een blik of een glas met een tuit in de zijwand. Vul het afloopvat met water, tot aan de tuit; laat er dan voorzichtig een 'schip' (een plastic bekertje of zoiets) in zakken. Maak het schip steeds zwaarder door er knikkers in te doen: het schip zakt steeds dieper, dus de waterverplaatsing wordt steeds groter. En hoe meer ruimte het schip inneemt, hoe meer water uit het afloopvat weg moet lopen. Dat water kun je opvangen in een maatglas, en dan blijkt dat met elke knikker de waterverplaatsing een bepaald aantal milliliters groter wordt.



# blijven drijven

Als je een ander schip gebruikt of een ander afloopvat, krijg je precies hetzelfde resultaat. Maar als je een zwaarder soort knikkers gebruikt, krijg je per knikker een grotere waterverplaatsing. Hoe meer het water moet dragen, hoe groter de waterverplaatsing moet zijn.

## EEN EENVOUDIGE 'DRIJFREGEL'

Met een afloopvat kun je nagaan hoe groot de waterverplaatsing is als je bijv. een blokje hout van 30 gram laat drijven, of een blokje van 50 gram, of een bekertje met knikkers van 75 gram.

Je vindt dan een eenvoudige regel:

het aantal milliliters waterverplaatsing is gelijk aan het aantal grammen dat je schip weegt.



Als het om grotere en zwaardere voorwerpen gaat kun je zeggen: het aantal kubieke decimeters (of liters) waterverplaatsing is gelijk aan het aantal kilogrammen dat het drijvend voorwerp weegt. Deze regel gaat alleen op voor drijven in gewoon water.

In zeewater is de waterverplaatsing een beetje kleiner, in het bijzonder zoute water van de Dode Zee een flink stuk kleiner. (Dat heeft te maken met de zwaarte van het water: een liter Noordzeewater weegt 1,03 kilogram, een liter water van de Dode Zee weegt wel 1,25 kg. En bij drijven gaat het eigenlijk niet om het aantal liters water dat verplaatst wordt, maar om het aantal kilogrammen).

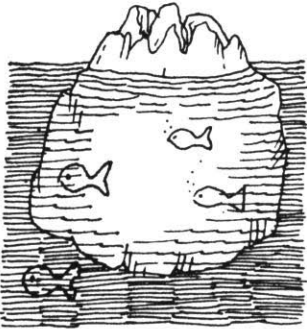


## HOEVEEL ZIT ER ONDER WATER?

Als je een latje van vurehout laat drijven, zie je dat ongeveer de helft onder water zit en de helft er boven. Een balk van vurehout is veel zwaarder dan zo'n latje, maar de balk kan ook veel meer water verplaatsen dan het latje. De balk blijft ook half boven water. Een kubieke decimeter vurehout weegt 0,5 kg en hoeft dus maar 0,5 liter water te verplaatsen om te drijven.

Een kubieke decimeter ijs is zwaarder dan een kubieke decimeter vurehout: ongeveer 0,9 kg. Daardoor ligt een stuk ijs dieper in het water, let maar eens op een ijsblokje in een glas water (of appelsap, of limonade — dat maakt weinig verschil): ongeveer negen tiende zit in de vloeistof.

# blijven drijven



Zo is het ook bij ijsbergen in de oceaan: je ziet alleen het topje van de ijsberg, want negen tiende zit onder de waterspiegel.

Zelf kun je net drijvende blijven als je niet te diep uitademt. Dat is niet zo vreemd, als je bedenkt dat het lichaam van een mens voor bijna driekwart uit water bestaat.

Onze botten zijn wel wat zwaarder dan water, maar daar staat tegenover dat de lucht in onze longen veel lichter is dan water. Gemiddeld is ons lichaam bijna even zwaar als water.

## DRIJVEND STAAL

Staal is veel zwaarder dan water: een kubieke decimeter staal weegt 7,5 kg. Daarom moet een kubieke decimeter staal minstens 7,5 dm<sup>3</sup> water verplaatsen om te blijven drijven. En dat kan alleen als het staal niet massief is, maar de vorm heeft van een vat of een bootje.

Vrachtschepen zijn tegenwoordig bijna allemaal van staal. Er is al een flinke waterverplaatsing nodig om het schip zelf — de romp, de machines enz. — te dragen. Het schip moet zó gebouwd zijn, dat het nog heel wat meer water kan verplaatsen als het volgeladen wordt, want elke kubieke meter (1000 liter) extra waterverplaatsing betekent een ton (1000 kg) meer nuttige lading.



De Britse theeclipper *Norman Court*

# de stevigheid van het wateroppervlak



## DE DRAAGKRACHT VAN WATER

Op een bakje met water kun je een punaise laten drijven; dat proefje heb je zelf gedaan.

Het wateroppervlak kan blijkbaar een punaise dragen.

Waarom vinden we dat merkwaardig?

Een lucifer drijft ook, en dat vinden we gewoon.

Het verschil is dat:

als je de lucifer omlaagduwt, het water in, hij omhoogkomt. Maar duw je de punaise door het wateroppervlak heen, dan zinkt hij. Bij de lucifer heeft het drijven te maken met het feit dat hout van een lichter materiaal is dan water. Het water duwt de lucifer omhoog tot hij drijft. Maar als je de punaise onder water loslaat, dan gaat hij naar beneden en duwt hij het water opzij. Alleen aan het oppervlak gebeurt er iets anders. Het wateroppervlak wordt een beetje ingedeukt, maar het is net alsof het water de indringer niet binnenlaat.

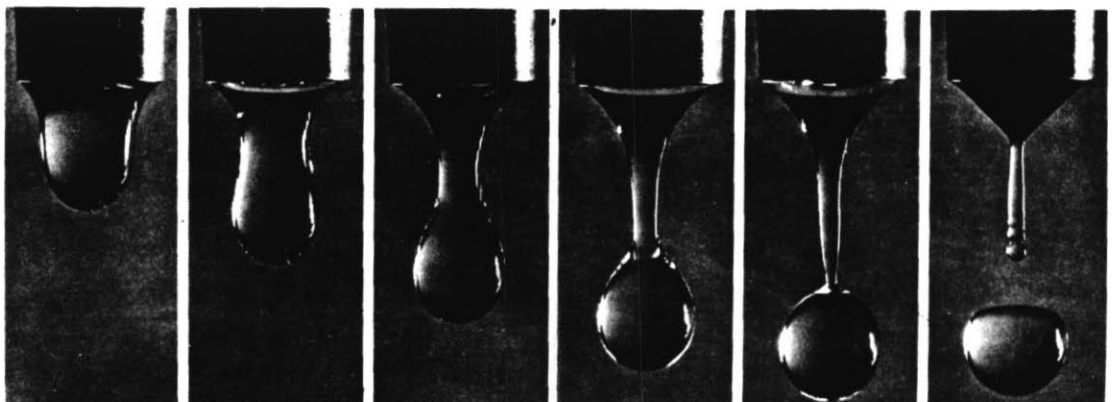
Door de stevigheid van het oppervlak kan water op een plastic plaatje van 8 cm x 8 cm en 20 gram nog eens 10 gram extra dragen. Dat is totaal 30 gram. Een plaatje van 8 cm x 16 cm heeft een tweemaal zo groot oppervlak. Maar dat kan totaal meer dan 60 gram dragen! Het draagvermogen van een oppervlak neemt snel toe. Het is niet zo makkelijk te voorspellen, hoe groot het oppervlak van je schoenen moet zijn om er mee over het water te kunnen lopen. Maar ze moeten wél groot zijn!

## DRUPPELS

Water heeft aan de oppervlakte een zekere stevigheid of samenhang.

Kijk maar eens naar deze foto's van een druppelende kraan.

Het lijkt haast alsof er een vliesje om het water zit, dat afscheurt als de druppel te zwaar wordt.



# de stevigheid van het wateroppervlak

---

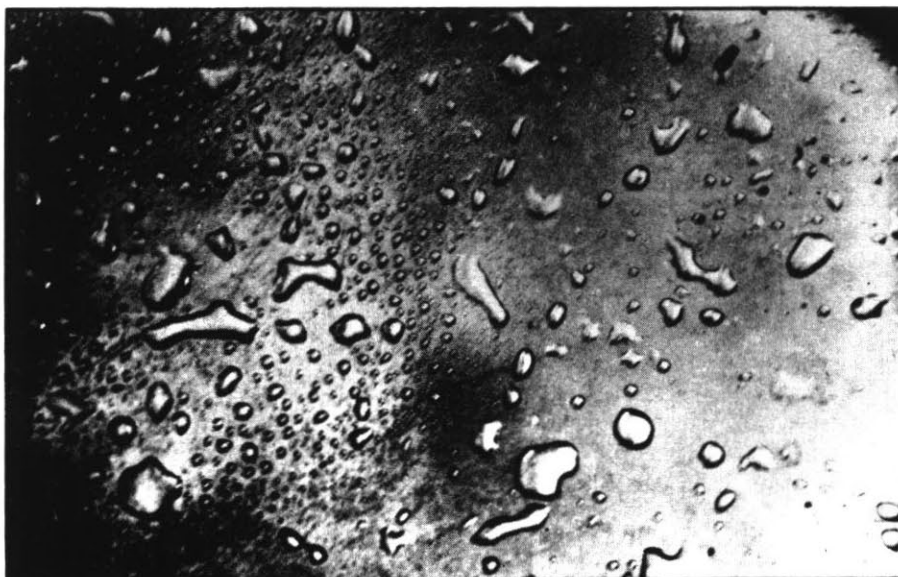
Op een vette onderlaag kan water in druppels blijven liggen. Dat zie je bijvoorbeeld op een auto die net in de was is gezet.

Grote druppels zijn te zwaar om mooi rond te blijven; ze zakken uit tot een platte vorm.

Je kunt waterdruppels makkelijk kapot krijgen: Je hoeft er maar flink tegenaan te blazen. Toch valt een druppel niet zó maar vanzelf in iets kleinere druppeltjes uit elkaar. Het is net alsof er een omhulsel is, dat de zaak bij elkaar houdt.

We zeggen:

water heeft een bepaalde *oppervlaktespanning*.



## MET WATER EN ZEEP

Op zeepwater blijft een punaise niet drijven, dat heb je gemerkt. De samenhang van het oppervlak is nu minder dan bij zuiver water.

We kunnen ook zeggen:

de oppervlaktespanning is kleiner.

Kijk nu nog eens naar de foto's van de druppelende kraan. Als er zeepwater uit een kraan komt, is het oppervlak van de druppel minder sterk — hij zal dus eerder afscheuren en vallen. De druppels zullen kleiner zijn. Als je 50 druppels opvangt in een maatglaasje, zal het volume kleiner zijn dan dat van 50 druppels zuiver water.

Je kunt ook een druppel opvangen op een vet gemaakt papiertje, dat je vlak onder de kraan houdt. Je kunt dan de grootte van de druppel meten met een liniaal en nagaan dat je van zeepwater kleinere druppels krijgt dan van zuiver water.

Nog een andere manier:

laat een druppel vallen op een filterpapiertje en meet de natte plek (snel, want anders verdampst het water).

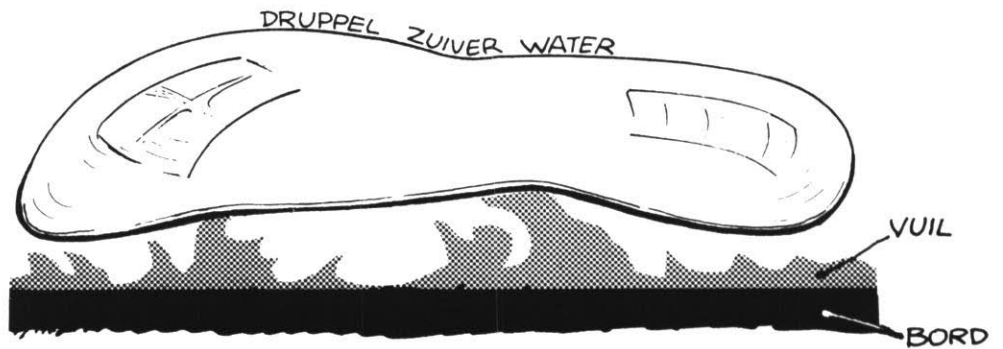


# de stevigheid van het wateroppervlak



'Nou en ...', kun je vragen, 'is het belangrijk of de druppels uit een kraan groter of kleiner zijn?'

Dat nu niet direct, maar het is zeker belangrijk dat zeep de oppervlaktespanning van water kleiner maakt. Daardoor kruipt zeepwater makkelijker in allerlei kleine gaten en kieren dan zuiver water. En dat is net wat je wilt in een wasmachine: het water moet goed diep in het wasgoed doordringen om ook daar het vuil los te maken en mee te nemen.



Hoe zou een druppel *zeepwater* er op het vuil uitzien?

Als je in het zwembad diep onder water duikt, kun je merken dat het water van buiten op je drukt: je oren gaan pijn doen door de druk op je trommelvliezen.

Misschien denk je dat een duiker zou kunnen ademen door een slang, die boven water uitkomt. Maar dat zou tegenvallen: op een halve meter diepte wordt het ademen al knap moeilijk, door de druk van het water op je borstkas. Die waterdruk wordt steeds groter als je dieper gaat.

## DIEP DUIKEN



Hoe kan een mens dan toch diep duiken en blijven ademen? Je hebt misschien wel eens foto's of films gezien van mensen die wel 50 of 100 meter diep onder water zwemmen. Die mensen ademen door een slang die in verbinding staat met een apparaat op hun rug. Dat apparaat bevat samengeperste lucht en de extra luchtdruk maakt het mogelijk dat de zwemmers rustig kunnen doorgaan met ademen. Een regelmechanisme aan het apparaat zorgt ervoor dat er lucht met een hogere druk wordt geleverd als de zwemmers dieper gaan.

Onderzoekers hebben wel eens gewerkt vanuit een 'onderwaterhuis' in de vorm van een grote stulp op de zeebodem. Onder die stulp blijft een voorraad lucht opgesloten zitten. Denk maar aan een glas dat je omgekeerd in een emmer met water duwt. Het water kan er van onderen inkomen, maar dan wordt de opgesloten lucht samengeperst en die houdt het water tegen. Als je meters diep zou gaan met je omgekeerde glas zou het water er wel gedeeltelijk in binnendringen.

Gevaarlijk is het als een duiker snel opstijgt. In zijn bloed zit lucht opgelost onder hoge druk. Die lucht kan zich net zo gedragen als het koolzuurgas dat in bier en sommige frisdranken opgelost zit. Als bij het openmaken van de fles de druk op de vloeistof ineens lager wordt, dan vormt het gas belletjes. Als iets dergelijks gebeurt in het bloed van een duiker, die snel van tientallen meters diepte omhoogkomt, is het geen onschuldig verschijnsel. De luchtbelletjes storen de bloedsomloop en dat kan levensgevaarlijk zijn.

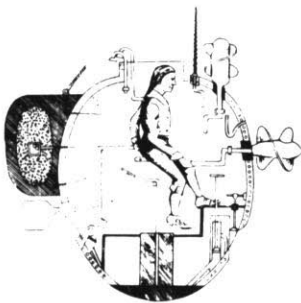
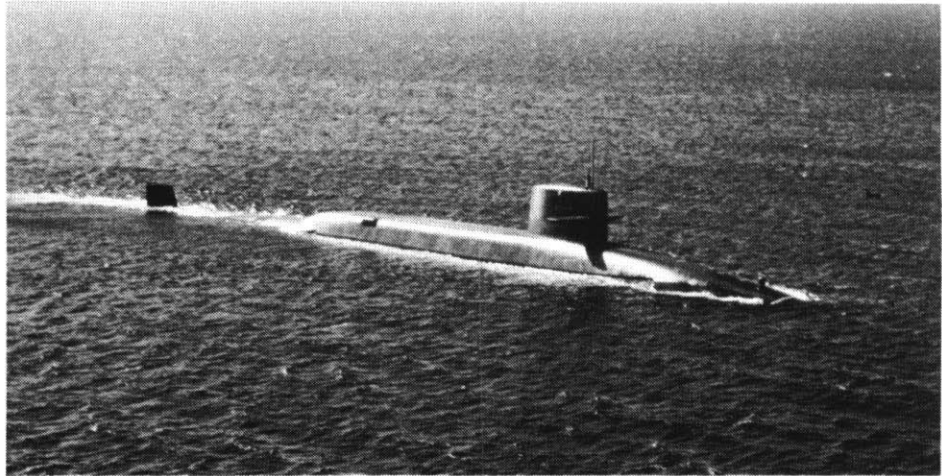
## VAREN ONDER WATER

Ruim 100 jaar geleden schreef Jules Verne zijn verhaal *Twintigduizend mijlen onder zee*, over de onderzeeër *Nautilus* met kapitein Nemo. De Amerikanen gaven in 1954 de naam *Nautilus* aan de eerste onderzeeër die met kernenergie werd voortgestuwd. Deze *Nautilus* voer in 1958 onder de ijskap van de Noordpool door.



# hoe dieper hoe drukker

---



De eerste echte duikboot werd tweehonderd jaar geleden gebruikt in de Amerikaanse Vrijheidsoorlog, toen Engelse schepen de havens geblokkeerd hielden. Een Amerikaan voer in de *Turtle* (*Schildpad*) onder water naar een Engels oorlogsschip om er een gat in te boren. Hij moest zelf de schroef van zijn duikboot draaiende houden om vooruit te komen. Maar al zijn moeite was voor niets: de romp van het Engelse schip bleek versterkt te zijn met koperen platen.

Onder water varen heeft het voordeel dat je geen last hebt van golven. Maar daar staan heel wat ongemakken tegenover. Duikboten worden dan ook bijna alleen maar gebouwd om als oorlogsschip gebruikt te worden (kleine duikbootjes soms voor onderzoek onder water). In de Eerste en Tweede Wereldoorlog hebben vooral de Duitsers de duikboot ontwikkeld tot een zeer gevaarlijk wapen. En tegenwoordig hebben vooral de Amerikanen en de Russen veel duikboten, die door de oceanen zwerven en die van onder water raketten met kernbommen kunnen lanceren.

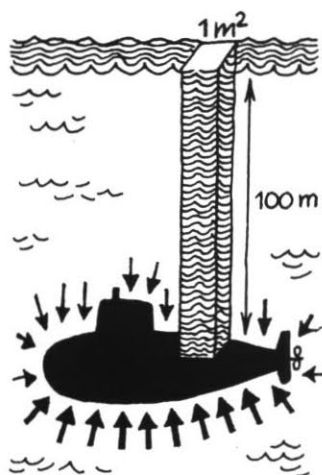
Een onderzeeër kan duiken door speciale ruimten, de ballasttanks, vol te laten lopen met water van buiten. Dat water moet weer teruggepompt worden naar buiten als de duikboot boven water moet komen. Vissen doen het anders: die hebben in hun buik een zwemblaas, gevuld met lucht. Ze gebruiken lucht die in het water opgelost zit voor hun ademhaling, en ze kunnen die lucht ook gebruiken om hun zwemblaas bij te vullen.

## WATERDIEPTE EN WATERDRUK

Duikboten worden zó sterk gemaakt, dat ze tot op een diepte van honderd meter kunnen gaan, sommige misschien tot twee- of driehonderd meter. Gaan ze te diep, bijvoorbeeld duizend meter, dan worden ze door de druk van het water in elkaar geknepen.

Hoe komt het dat de waterdruk groter wordt met de diepte? Je zou je de zee kunnen voorstellen als een verzameling waterlagen van 1 meter dikte, die boven op elkaar gestapeld zijn. Op de bovenste laag drukt alleen de lucht. Op de volgende laag drukt ook de bovenste waterlaag. En een laag op 100 meter diepte heeft al heel wat meer te dragen.

# hoe dieper hoe drukker



Stel je eens voor dat de bovenkant van een duikboot 100 meter onder het zeeoppervlak zit. Boven iedere vierkante meter van die duikboot staat dan een kolom water van 100 meter hoogte. Die waterzuil heeft een volume van 100 kubieke meter en weegt ruim 100 000 kg. De bovenkant van de boot heeft dus in totaal het gewicht van miljoenen kilo's water te verduren. Als er een gat in kwam, zou het water met enorm geweld naar binnen spuiten.

Als er een gat in de onderkant van de duikboot kwam, zou het water zelfs nog iets heviger naar binnen komen. Want de onderkant zit een aantal meters dieper dan de bovenkant. En ook tegen de zijwand duwt het water: de waterdruk werkt naar alle kanten. Je kunt zo ook begrijpen hoe de duikboot wordt 'gedragen': het water duwt harder tegen de onderkant dan op de bovenkant.

Hoe komt het nu dat vissen op honderden meters diepte niet in elkaar gedrukt worden? Ze hebben zelfs niet eens een pantser nodig.

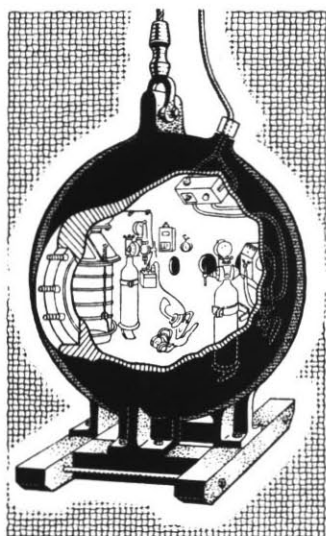
Dat komt, omdat hun eigen lichaam voor de tegendruk zorgt. Je zou zo'n vis kunnen vergelijken met een plastic zak gevuld met water. Die zou op duizend meter diepte niet kapot gaan: het plastic wandje geeft mee, en het water erin laat zich maar een heel klein beetje samenpersen.

## DIEPZEEONDERZOEK

Vissers weten heel wat van de planten en dieren die in de bovenste lagen van de zee leven, en zo nu en dan vangen ze ook vreemd uitzijende vissen, die in veel diepere lagen thuishoren.

De wereld in de diepte is iets heel geheimzinnigs.

Volgens oude verhalen zouden daar wonderlijke wezens leven. Met speciale netten kunnen dieren van duizenden meters omhoog gehaald worden. Maar je weet dan nog niet hoe die dieren leven.



Het is een heel waagstuk om zelf in de diepzee te gaan kijken. Omstreeks 1930 liet een Amerikaan, William Beebe, zich in een stalen bol zakken tot ruim 600 meter diepte. De bol had een stalen wand van bijna 4 cm dikte en er zat een raampje in van heel dik, speciaal glas. De bol hing aan een stalen kabel en moest vanaf een schip omhooggehaald worden.

Beebe kwam al gauw in het donker. Iedere laag water onderschept iets van het zonlicht. Op 300 meter diepte is er nog wat zwak, blauw licht. Daarna wordt het donker, maar in het donker verschijnen soms allerlei lichtpuntjes — hier leven vissen die zelf licht geven. Beebe schreef:

Bij 330 m zag ik meer dieren dan ooit tevoren. Daar kwam een beest aangezwommen, dat ik geen naam kan geven. Het was een sierlijk, lichtend net met grote mazen, dat tijdens het voortgolven een schijn om zich heen verspreidde.

Op 360 m glansde in de verte plotseling een ongeveer 20 cm lange, lichtende streep op. Ik kon me niet voorstellen, wat dat wel moest zijn. Ervoor verscheen eensklaps, vlak bij mijn venster, duidelijk een kleine zwarte zeeduivel. Hij had een baard, aan het eind waarvan een bleek, citroengeel vuur vonkte ... Ook zijn twee rijen tanden straalden een zwakke schijn uit. Zelfs op 570 m was, tot mijn grote verbazing, nog altijd een spoor van grijs licht waar te nemen. Dit werd wel veroorzaakt, doordat de zee boven zo rustig en de dag zo helder was.

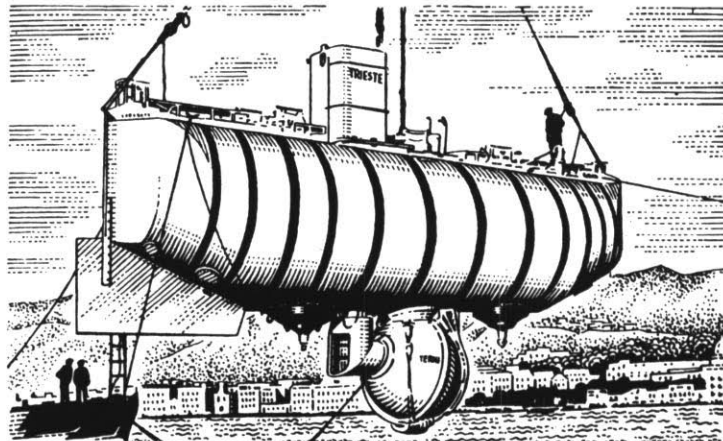
# hoe dieper hoe drukker



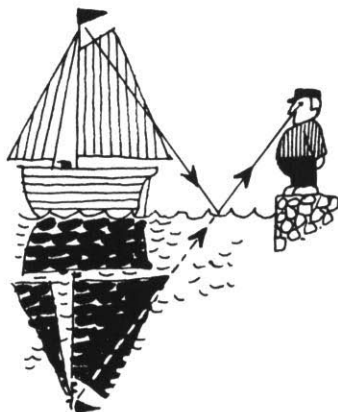
Vanaf 600 meter echter was onze nieuwe wereld voorgoed zwart. Het is een roerend ogenblik, als men niet het minste meer bespeurt van de zon, de bron van het licht.

Het stilstaan van onze kogel bood een mooie gelegenheid om een nieuw, prachtig schepsel gade te slaan, dat juist in mijn blikveld gekomen was: een bijna kogelronde vis met aaneengesloten vinnen, grote ogen en een kleine mond. Toen maakte de duikkogel, en daarmee de schijnwerper, een kleine zwenking, zodat de vis buiten de lichtbundel kwam. En toen kon ik zijn werkelijke pracht constateren: vijf lichtrijen van onvoorstelbare schoonheid sierden zijn flanken, één liep dwars over het midden in een boog, twee daarboven en twee eronder. Elke rij was samengesteld uit vaalgele lichtpunten — en elk van die lichtpunten was weer omgeven door een halve cirkel van sterk purper lichtende, kleinere lichtpuntjes. Tot het eind van mijn leven zal ik deze vis rekenen tot het mooiste wat ik ooit gezien heb.

Auguste Piccard, een Zwitserse natuurkundige, ontwierp een 'bathyscaaf', een heel speciaal diepteschip, dat niet aan een kabel hoefde te hangen. Het was een stalen bol met ruim 2 meter middellijn en een wand van 9 cm dikte. Die bol was bevestigd aan een groot vat met benzine (benzine is lichter dan water), waardoor het geheel net kon drijven. Met ijzer als ballast kon de bathyscaaf naar de zeebodem zakken. Het ijzer werd door elektromagneten aan de buitenkant van de bol vastgehouden. Door het uitschakelen van de stroom kon het ijzer losgelaten worden, waardoor de bathyscaaf weer kon opstijgen. Na allerlei tegenslagen en avonturen lukte het Piccard in 1953 meer dan 3000 meter diep te komen. Later zijn nog diepere afdalingen gemaakt.



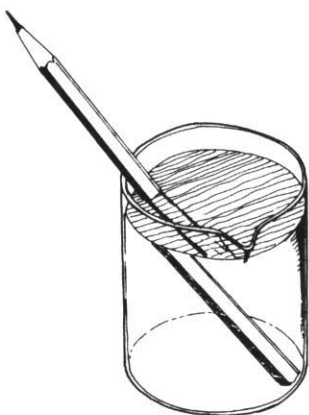
De bathyscaaf van Piccard onder het schip *Trieste* bij de tewaterlating



### SPIEGELING AAN HET WATEROPPERVLAK

Een schoon wateroppervlak in rust is spiegelglad en het werkt ook als een spiegel. Je kunt er wolken, bomen en huizen in weerspiegeld zien en ook jezelf, als je over een brugleuning hangt. Let eens op wat je wel en niet in deze spiegel kunt zien. Het figuurtje hiernaast geeft aan hoe licht, afkomstig van een vlaggetje op een boot, door het wateroppervlak wordt teruggekaatst en in je oog komt. Het lijkt dan alsof het vlaggetje onder water wappert.

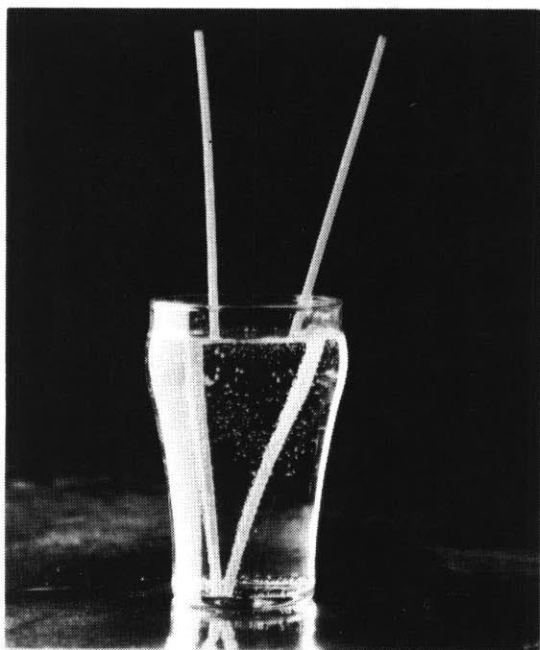
Een wateroppervlak kaatst maar een klein deel terug van het licht dat er op valt. Het meeste licht dringt in het water door, maar de sterkte wordt steeds minder. Waterplanten hebben licht nodig, net als planten op het land, en kunnen dus niet op grote diepte leven. Het maakt ook veel uit of het water schoon of vuil is.



### BREKING AAN HET WATEROPPERVLAK

Je zult wel eens gezien hebben dat een recht stokje of een rietje een knik lijkt te hebben als het gedeeltelijk in het water staat. Maar het zijn de *lichtstralen* die een knik krijgen. Dat kun je bijvoorbeeld zien als je een lichtbundel van een zaklantaarn scheef op het water in een aquarium laat vallen. (De omgeving moet dan wel donker zijn). Dit verschijnsel heet *lichtbreking*. Het is niet een speciale eigenschap van water; het komt ook voor bij andere vloeistoffen en bij doorzichtige vaste stoffen, zoals glas. Maar bij water kom je het vaak tegen. Een gevolg van lichtbreking is bijvoorbeeld ook dit: een aquarium waar je schuin van boven inkijkt, lijkt ondieper dan het in werkelijkheid is.

Bij lichtbreking krijg je ook vaak kleuren te zien. De kleuren van de regenboog worden veroorzaakt door breking van het zonlicht in de waterdruppels van een regenbui. Maar de precieze verklaring van de regenboog is nogal ingewikkeld.



# licht en water

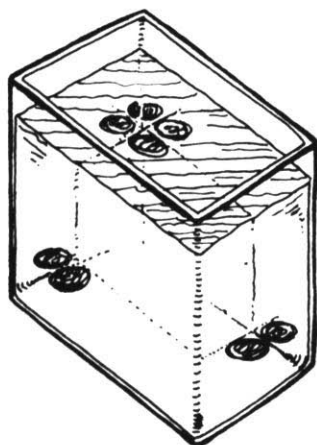
## EEN GEBROKEN LICHTBUNDEL

Als het buiten donker is en een beetje mistig, kun je goed zien hoe de lichtbundel loopt van een zaklantaarn of van je fietslamp of van een autolamp.

In de lichtbundel worden overal de mistdruppeltjes zichtbaar en je kunt zien dat zo'n lichtbundel rechtdoor gaat. In een iets verdonkerde ruimte kun je rook of krijtstof gebruiken om te zien hoe een lichtbundel loopt. Je moet dan een lamp hebben die afgeschermd is op één opening na. Met behulp van zo'n lamp kun je ook nagaan hoe een lichtbundel door een glazen bak met water gaat.

Om dat goed te zien, moet je in het water iets hebben dat in de lichtbundel zichtbaar wordt, net zoals stof of mist zichtbaar worden in lucht. Erg goed gaat het, als je een bepaalde kleurstof (fluorescine) in het water doet.

Wat je dan ziet als je de lichtbundel schuin van boven door het wateroppervlak laat schijnen: de lichtbundel is in het water recht, maar op de grens van lucht en water heeft hij een knik. De lichtbundel is gebroken! Hoe schever je het licht op het water laat vallen, hoe meer de richting van de lichtbundel op de grens van lucht naar water verandert.



## HET 'OPGETILDE' DUBBELTJE

Misschien lukt het je, een aquariumbak zó te zetten, dat je er van onderaf een lichtbundel door kunt sturen. Aan het oppervlak van het water, op de grens van water naar lucht, krijgt de lichtbundel weer een knik.

Wat zie je nu als je je oog houdt in de lichtbundel die uit het water is gekomen? Het lijkt voor jou alsof het licht komt van een lamp die hoger staat dan de werkelijke plaats. En hoe schever het licht door het wateroppervlak gaat, hoe meer de lichtbundel van richting verandert en hoe meer de lamp opgetild lijkt.

Zo kun je ook begrijpen dat je het dubbeltje op de bodem van de bak hoger zag liggen. Van het dubbeltje komt licht naar je oog — anders zou je het niet zien. Dat licht passeert de grens van water en lucht; daar verandert het licht van richting en zo komt het dat je het dubbeltje op een andere plaats ziet liggen.

## HET 'GEBROKEN' POTLOOD

Hoe komt het nu dat een potlood 'gebroken' lijkt als het schuin in een bak met water staat?

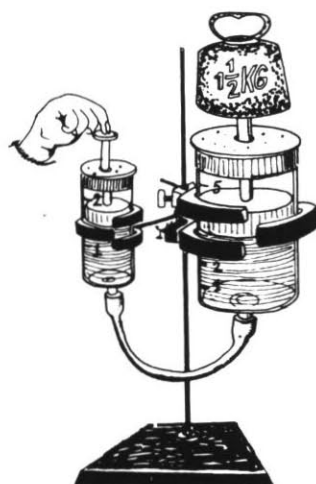
Ieder stukje potlood dat onder water zit, lijkt een beetje opgetild te zijn, net zoals het dubbeltje. En daardoor komt die knik er in.

Als je het potlood rechtop in het water steekt, lijkt het onderste stuk ook iets hoger te zitten dan in werkelijkheid. Daardoor zie je het potlood korter dan het is. En datzelfde verschijnsel zie je aan je benen als je in het zwembad staat.



# met minder kracht meer mans

Leestekst 5



Je hebt een proef gedaan met twee doktersspuiten van verschillende doorsnede, verbonden door een slangetje. Het stuk tussen de zuigers heb je gevuld met water en je hebt van weerskanten tegen de zuigers geduwd.

Om te begrijpen wat er toen gebeurde, moet je bedenken wat water doet als het 'in het nauw' zit. Het duwt alle kanten op: tegen de zuigers, tegen de wanden van de spuit en tegen de binnenkant van het slangetje. Als er in het slangetje of waar dan ook een gaatje zat, zou het water daar meteen uit spuiten. Probeer je voor te stellen hoe het water overal een uitweg zoekt, overal duwt, tegen ieder stukje waar het maar tegen kan duwen. Dan is het niet zo vreemd meer, dat het water tegen de grote zuiger met een grotere kracht duwt dan tegen de kleine zuiger.

In plaats van zelf tegen de zuigers te duwen kun je er ook gewichten op zetten, als je de spuit in statiefflemmen vastzet. Om evenwicht te maken moet je op de grote zuiger een zwaarder gewicht zetten dan op de kleine. Als de doorsnede van de grote zuiger 5 maal zo groot is als die van de kleine, moet je op de grote zuiger ook een 5 maal zo groot gewicht zetten.

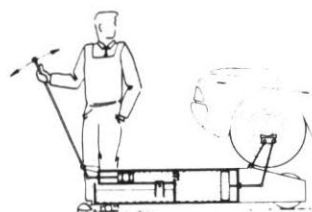
En als nu de grote zuiger eens een 100 maal zo grote doorsnede had als de kleine?

Dan zou je op de grote 100 kilogram moeten zetten om evenwicht te houden met 1 kilogram op de kleine zuiger. In plaats van 1 kilogram op de kleine zuiger te zetten, zou je er ook best je vinger op kunnen houden. En als je met die vinger een beetje harder drukt, kun je de 100 kilogram aan de andere kant omhoog duwen. Met minder kracht meer mans!

Er is één bezwaar: als je de kleine zuiger omlaagduwt, duw je de grote wel omhoog, maar over een veel kleinere afstand. Uit de smalle spuit duw je een hoeveelheid water weg, en diezelfde hoeveelheid water komt er in de brede spuit bij. Maar omdat de brede spuit een 100 maal zo grote doorsnede heeft, staat een laagje water van 1 millimeter in de brede spuit gelijk met een laag water van 100 millimeter aan de smalle kant. Je moet dus de kleine zuiger 10 centimeter omlaag duwen om de grote 1 millimeter omhoog te krijgen.

Je zou in je eentje een auto omhoog tillen als je de grote zuiger een 100 maal zo grote doorsnede zou geven als de kleine. Je moet dan natuurlijk wel zorgen dat er geen slangetje kan losschieten of barsten. En om de auto 1 millimeter omhoog te krijgen moet je kleine zuiger 1000 millimeter = 1 meter omlaag duwen. Dat ziet er niet erg praktisch uit.

Toch worden auto's wel omhoog getild met een hydraulische krik door middel van vloeistofdruk. De auto staat dan op een platform bovenop een grote zuiger en de buis onder die zuiger is gevuld met olie. Om de zuiger met de auto omhoog te krijgen, wordt er met een pomp olie in de buis bijgeperst.



Regendruppels vallen,  
van het dak stroomt water omlaag naar de dakgoot,  
van de dakgoot stroomt het omlaag door de afvoerpijp naar een regenton of  
een riool.

Het water wordt naar beneden getrokken, naar de aarde, door iets wat we  
'zwaartekracht' noemen.

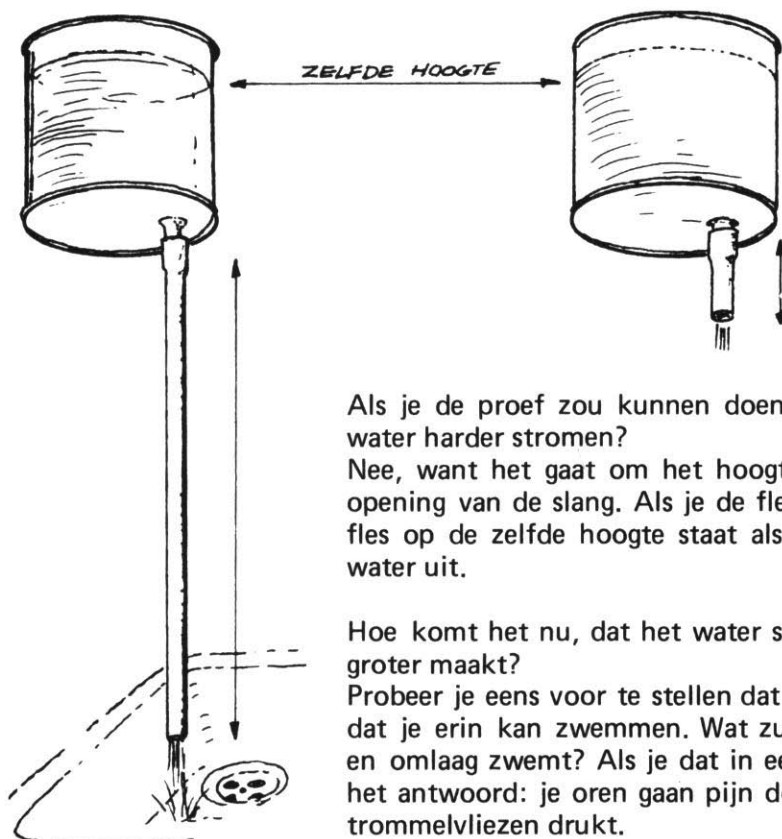
Water blijft bewegen naar de aarde toe, zolang het de kans heeft van hoog  
naar laag te komen. (Pas als de hoogte overal gelijk is houdt de beweging van  
het water op. Je kunt dat duidelijk zien als je werkt met twee flessen water,  
die zijn verbonden door een plastic slang)



# leeg laten stromen

Als je water uit een vat laat wegstromen door een slang, waar hangt het dan van af hoe snel het water stroomt?

Een proef heeft je het antwoord gegeven: hoe hoger het vat met water staat, hoe sneller het water wegloopt.



Als je de proef zou kunnen doen in een lokaal dat hoger ligt, zou dan het water harder stromen?

Nee, want het gaat om het hoogteverschil tussen het water in de fles en de opening van de slang. Als je de fles zo laag zet dat het wateroppervlak in de fles op de zelfde hoogte staat als de opening van de slang, stroomt er geen water uit.

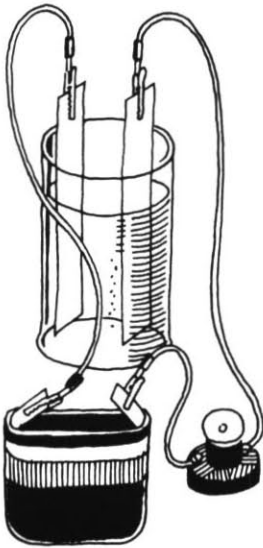
Hoe komt het nu, dat het water sneller wegstroomt als je het hoogteverschil groter maakt?

Probeer je eens voor te stellen dat de fles en de slang veel groter zijn, zo groot dat je erin kan zwemmen. Wat zul je merken als je in die enorme fles duikt en omlaag zwemt? Als je dat in een zwembad wel eens gedaan hebt, weet je het antwoord: je oren gaan pijn doen, doordat het water steeds harder op je trommelvlies drukt.

Hoe dieper je in het water komt, hoe groter de druk wordt. Maar het water drukt niet alleen op jouw trommelvlies en op de rest van je lichaam, het duwt ook overal tegen de binnenkant van de fles en van de slang. Als er ergens in de slang een gaatje zat, zou het water daar uitspuiten. En hoe lager het gaatje zit, hoe harder het water eruit te voorschijn spuit.



## Leestekst 7 elektrische stroom in water



Je weet wel hoe je een lampje moet laten branden op een batterij: je maakt een metalen 'weg' waardoor de stroom kan lopen, van de ene aansluiting van de batterij via het lampje naar de andere aansluiting van de batterij.

Gaat elektrische stroom ook door water? Je kunt dit onderzoeken door ergens in de stroomkring een bakje water te zetten. Daarin zet je twee metalen plaatjes waaraan de draden vastzitten. De plaatjes mogen elkaar niet raken.

Als je de plaatjes dicht bij elkaar houdt, gaat het lampje zwak branden. Ver van elkaar brandt het lampje niet.

Een gevoelige stroommeter (milliampèremeter) geeft dan toch een klein stroompje aan. Maar dat stroompje is te zwak om het lampje te laten branden. Het stroompje wordt groter als je een beetje zout in het water oplost. Hoe meer zout, hoe meer stroom er gaat lopen, totdat de stroom niet meer groter wordt.

Gedestilleerd water bevat haast helemaal geen zout. Dat laat de stroom ook bijna niet door. In leidingwater zit wel een beetje zout, en leidingwater laat de stroom dan ook een klein beetje door. Het is het zout in het water dat voor de stroomgeleiding zorgt.

Als er een paar minuten lang een flinke stroom door zout water stroomt, zie je bij de koperen plaatjes het water blauw kleuren. Door de stroom vindt er een scheikundige reactie plaats tussen het water, het zout en het koper. Het koper lost daardoor op in water en kleurt het blauw.



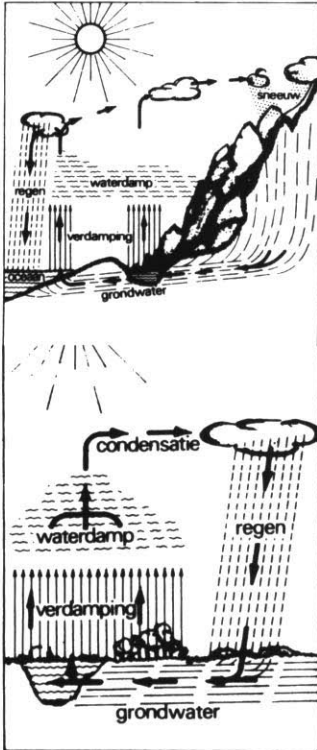
Ons eigen lichaam bestaat voor een groot deel uit water, waarin ook zout opgelost is. Als je met twee handen de twee aansluitingen van een batterij vastpakt, gaat er een stroompje door je heen. Die kun je meten, maar je voelt er niets van. De stroom wordt sterker als je handen nat zijn; je huid werkt dan minder isolerend dan wanneer hij droog is.

Het lichtnet geeft een veel grotere elektrische spanning dan een batterij; daarom is het aanraken van een snoer waarvan de isolatie kapot is zo gevaarlijk. Het wordt nóg veel gevaarlijker als je met natte handen een draad aanraakt waar de netspanning op staat. Daarom zijn er strenge veiligheidsvoorschriften voor schakelaars en elektrische apparaten in badkamers, en voor contactdozen in keukens.

In elektrische apparaten die water verhitten, zoals elektrische ketels en boilers en afwasmachines, moet de elektrische weg goed gescheiden blijven van de ruimte waar het water zit.

## VAN DE ZEE DE BERGEN IN

De grote en de kleine kringloop van het water



Hoe komt het dat er dag in dag uit water door onze rivieren blijft stromen, al duizenden jaren lang?

Het antwoord weet je wel:

Door de rivieren stroomt wel steeds water naar de zee, maar er is ook een 'stroom' omhoog.

Aan het oppervlak van de wereldzeeën verdampt voortdurend water. De waterdamp kan met warme lucht mee opstijgen en meegenomen worden met de wind. Als de vochtige lucht afkoelt, ontstaan wolken, waaruit regen, sneeuw of hagel kan vallen. Er is als het ware een 'pomp' die voortdurend water van laag naar hoog brengt. En die pomp wordt aangedreven door de straling van de zon. De zonnestraling zorgt voor de warmte die nodig is om water te laten verdampen en de damp te laten opstijgen.

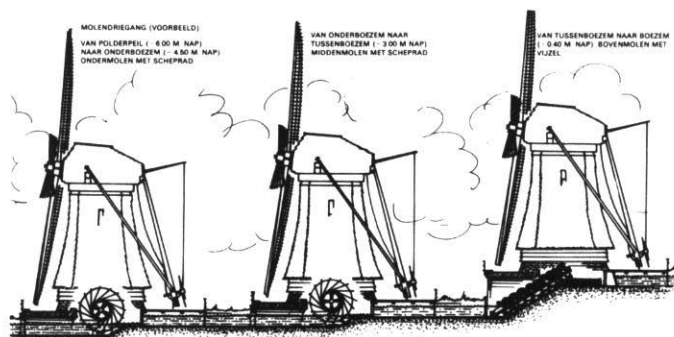


De molendriegang bij Leidschendam

## VAN LAAG OMHOOG IN NEDERLAND

De poldermolens in Holland en Friesland malen water uit de polder in het hoger gelegen buitenwater. Ze doen dat meestal met een scheprad of met een vijzel. Een scheprad kan het water ongeveer  $1\frac{1}{2}$  m omhoog malen. Een vijzel kan het water wel 3 m omhoog krijgen.

Toen in de 17e eeuw veel meren in Holland (onder andere de Schermer, de Purmer) werden drooggemalen, moest het water van 5 m diepte of meer omhooggemalen worden. Daarvoor gebruikte men 'molengangen': twee of meer molens achter elkaar die met elkaar die hoogte konden overbruggen. Op verschillende plaatsen bestaan die molengangen nog, onder andere in de Schermer, bij Leidschendam en bij Aarlanderveen. De moderne, elektrische gemalen werken niet meer met een scheprad of een vijzel, maar met centrifugaalpompen.



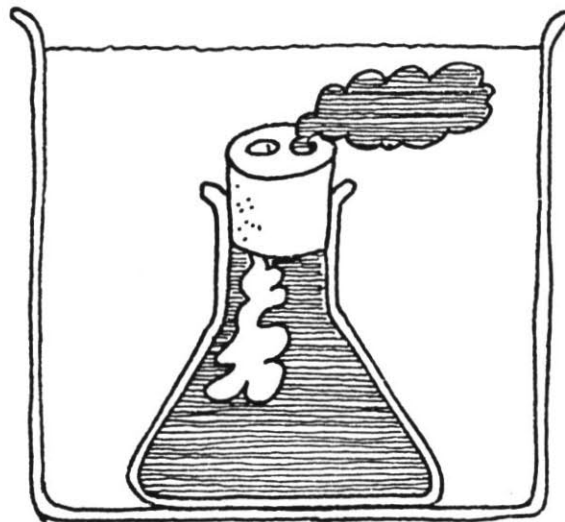
# heet op koud water

Je hebt gezien dat warm water blijft drijven op koud water.

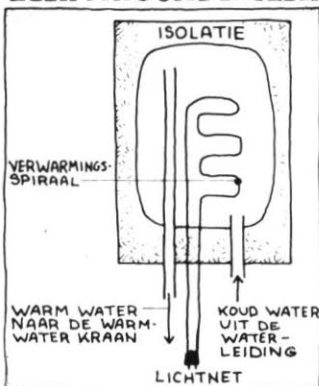
Je hebt ook gezien dat heet water opstijgt als er koud water omheen zit. Het koude water zakt omlaag onder het hete water. Je krijgt een laagje heet water bovenop het koude water: heet water 'drijft' op koud water.

Misschien heb je dat wel eens gemerkt bij het zwemmen in een openluchtbad of een meer op een zonnige dag. Als er niet te veel zwemmers zijn die het water door elkaar roeren, kun je voelen dat de bovenste lagen water warmer zijn dan het water eronder.

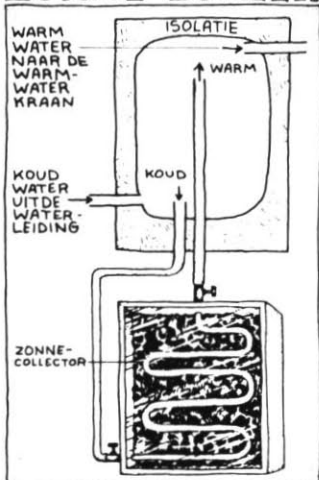
Het bovenste water wordt het meest door de zon verwarmd en dit warme water blijft bovenop het koudere water drijven. Dat komt doordat water een beetje uitzet als het verwarmd wordt. Een liter water van 20 °C zet uit tot 1,027 liter als je het 80 °C maakt. Dat water van 80 °C weegt dan nog wel even veel als het water van 20 °C.



## ELEKTRISCHE BOILER



## ZONNE BOILER

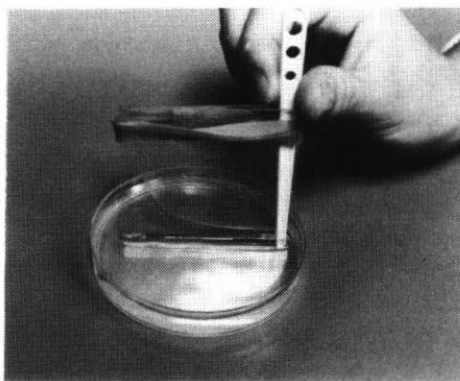
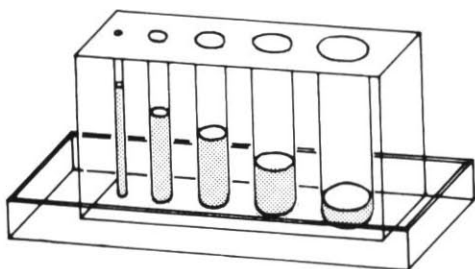


In een boiler maak je ervan gebruik, dat warm water blijft drijven op koud water. Als je warm water uit de boiler verbruikt, stroomt koud water uit de waterleiding de boiler in. Het warmere water onderin de boiler gaat naar boven omdat het op het koude water blijft drijven. Eerst moet dus al het warme water uit de boiler weg zijn, voordat je koud water uit de kraan krijgt (dat dan al door de verwarmingsspiraal een beetje opgewarmd is).

Omdat de meeste boilers vrij veel (80-150 l) water van 90 °C bevatten, komt dat niet vaak voor. Het gebeurt alleen als er veel warm water gebruikt wordt (bijvoorbeeld, drie mensen nemen achter elkaar een douche).

Ook een 'zonneboiler' gebruikt het drijven van warm water op koud water. Omdat het water niet in de zonneboiler zelf, maar in de zonnecollector wordt opgewarmd, ziet het er wat ingewikkelder uit. Het koude water (onderin de boiler) stroomt naar de zonnecollector. Dat water wordt daar door de zon verwarmd en komt terug boven in de boiler.

Water trekt op in smalle buisjes. Dat heet *capillaire werking*. Hoe smaller de buisjes zijn, hoe hoger het water komt. Met een eenvoudig proefje kun je dat zien. De buisjes zelf heten *capillaire buisjes*.



In allerlei materiaal, zoals touw, papier, katoen, poreus aardewerk (bloempot), enz. zitten smalle weggetjes waarlangs het water omhoog kan kruipen. Bekijk een stukje katoen maar eens met een loep of onder een microscoop.

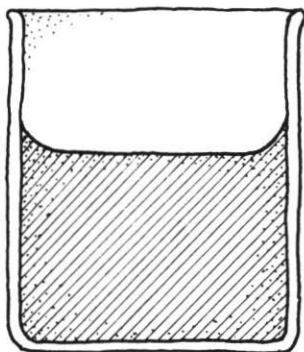
De capillaire werking speelt een belangrijke rol in de natuur. Planten en bomen hebben water nodig. Dat krijgen ze uit de grond. De bomen en planten hebben smalle buisjes ('vaten') in hun stam of stengel, waarin het water omhoog trekt door capillaire werking.

Omdat ze levend zijn, kunnen de cellen van planten of bomen daar nog extra druk achter zetten, zodat het water ook tot in het topje van de hoogste bomen kan komen.

Ook in de grond komt capillaire werking voor.

Het grondwater trekt omhoog langs smalle tussenruimten tussen gronddeeltjes. Als het lang heel droog is geweest, kunnen de planten toch nog voldoende water krijgen.

## BREDE EN SMALLE BUIZEN



Als je een bekerglas met water neemt en je kijkt naar de bovenkant van het water, dan zie je dat het water een beetje tegen de kant optrekt.

Als je een smalle buis neemt, zitten de kanten dicht bij elkaar. Het water trekt dan tegelijk tegen de ene kant en tegen de andere kant van de buis op. Daardoor komt het water hoger te staan. Hoe smaller de buis, hoe sterker er aan het water wordt getrokken en hoe hoger het water komt. De zwaartekracht zorgt ervoor, dat het water op een bepaalde hoogte niet verder optrekt.

Als je water in een dun stukje katoen of papier laat optrekken, komt het soms op een droge dag minder hoog dan op een vochtige dag omdat het water dan al verdampt is voordat het zijn hoogste punt heeft bereikt.

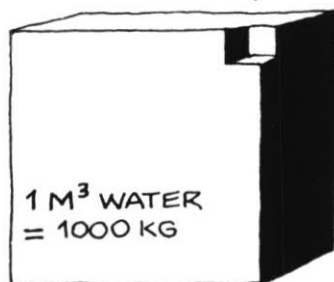


Hoeveel water zit er in dat glas? Op zo'n vraag kun je het antwoord vinden door het water over te gieten in een maatglas — je kunt dan de hoeveelheid water aflezen, bijvoorbeeld  $58 \text{ cm}^3$ . Maar je kunt de vraag ook beantwoorden door het glas met water te *wegen*, het water over te gieten en dan het lege glas te wegen. Als het glas met water 98 gram weegt en het lege glas 40 gram, is de hoeveelheid water  $98 \text{ gram} - 40 \text{ gram} = 58 \text{ gram}$ .

Je kunt een hoeveelheid water dus op twee manieren bepalen: door het volume te meten, maar ook door het water te wegen. Daar is iets merkwaardigs mee: een kubieke centimeter water weegt precies een gram,  $1 \text{ dm}^3$  water (of-ewel een liter) weegt 1 kilogram,  $1 \text{ m}^3$  water weegt 1000 kilogram.

Die merkwaardigheid is niet toevallig. In de tijd van Napoleon is een nieuwe maat ingevoerd voor lengte: de meter, onderverdeeld in 10 decimeter of 100 centimeter. Daar hoorde meteen een nieuwe maat bij voor inhoud: de kubieke meter, gelijk aan 1000 kubieke decimeter of 1 000 000 kubieke centimeter. Toen is ook de kilogram gekozen en wel zó, dat een kubieke decimeter water precies een kilogram zou wegen. Het moet wel zuiver water zijn, want water met suiker of zout erin opgelost is zwaarder. Een liter melk weegt 1,03 kg, een liter Noordzeewater 1,04 kg. Het water van de Dode Zee bevat veel meer zout dan gewoon zeewater; een liter ervan weegt wel 1,25 kg.

$1 \text{ cm}^3$  WATER  
= 1 GRAM  
 $1 \text{ dm}^3$  WATER  
= 1 KG





# 4 werkkaarten

---

## werkkaarten

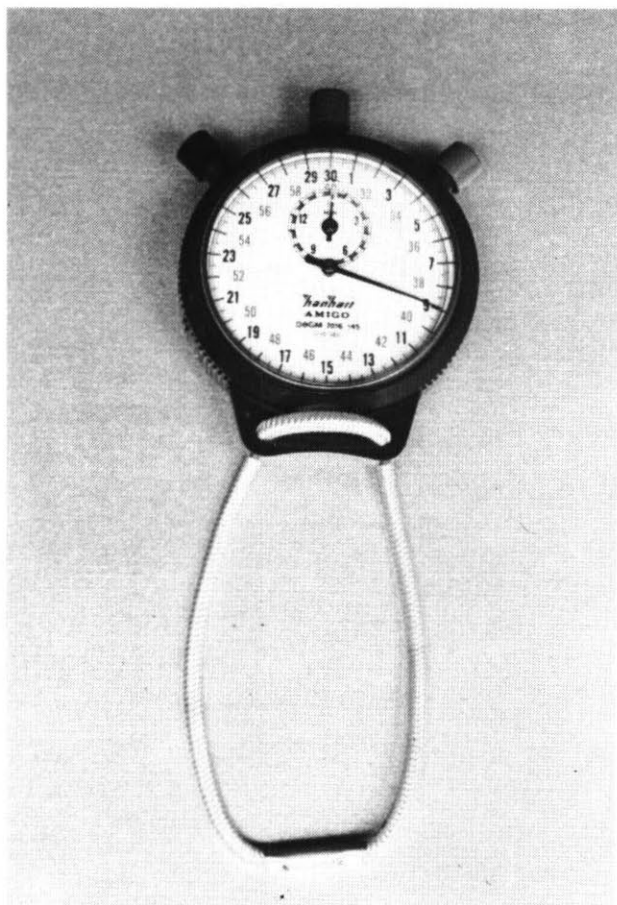
## inhoud

Werkkaart 1	De chronometer	74
Werkkaart 2	De (milli)ampèremeter	73
Werkkaart 3	Zout water maken	76
		71





# de chronometer



Voor tijdmetingen wordt vaak gebruik gemaakt van de chronometer. Dat is een uurwerk dat op ieder moment stopgezet kan worden met een knop.

Omdat de wijzer bij elke tik vooruitspringt en bij het stop zetten blijft staan, kan de tijd tussen het aan de gang zetten en het stop zetten worden afgelezen.

De kleine wijzer geeft aan hoeveel keer de grote wijzer is rond geweest.

Met een andere knop kunnen de wijzers naar nul worden teruggezet.

Een chronometer heet ook wel: stopwatch of stophorloge.

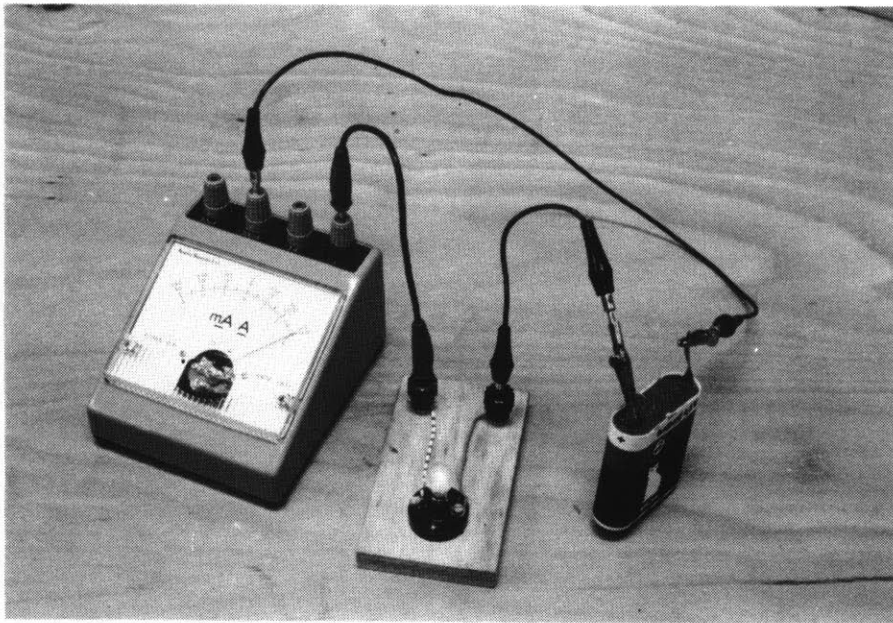
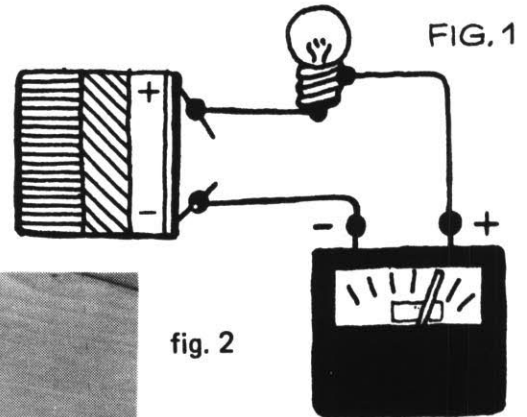
\* Hoeveel geeft de chronometer op de foto aan?

Omdat je elektrische stroom niet kunt zien, kun je er natuurlijk helemaal niet achter komen of er veel of weinig stroom door je stroomkring loopt . . .

Tenzij je een *meter* gebruikt die de stroomsterkte kan meten. Zo'n meter heet een *ampèremeter* en moet natuurlijk in je stroomkring opgenomen worden.

### Let op!

Sommige ampèremeters hebben een + en een – aansluiting. Die mag je niet verwisselen, anders kan de meter kapot gaan. De + aansluiting moet in de richting van de + van de batterij staan. En de – dus in de – richting van de batterij.



### Verschillende meters

Je kunt in je klas meestal kiezen tussen verschillende ampèremeters (of één meter met verschillende mogelijkheden).

Welke ampèremeter moet je dan kiezen?

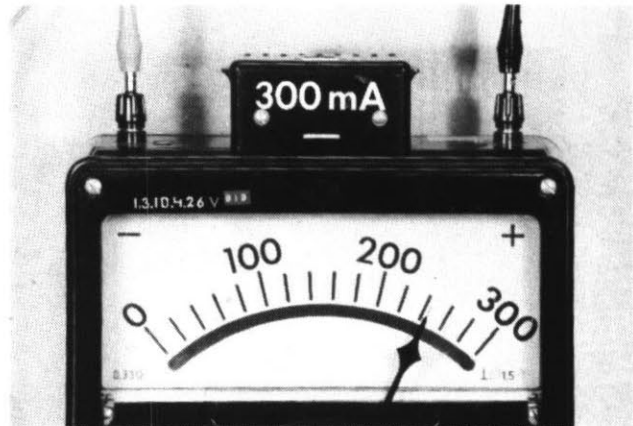
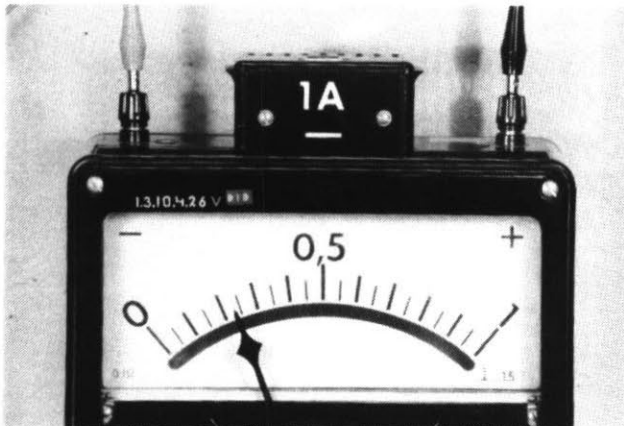
Het verschil tussen al die ampèremeters zit in de grootste stroom die door de meter kan worden verwerkt. Een ampèremeter waarop staat 10A\* kan meer stroom verdragen dan een ampèremeter waarop 1A staat.

- \* Als je van te voren niet weet *hoeveel* stroom er door je stroomkring loopt, kun je dus het beste met een meter *beginnen* die veel stroom kan verdragen. Op deze meter kun je dan zien welke meter je dan beter kunt gebruiken om nauwkeuriger te meten.

\* A is in de natuurkunde de letter waarmee ampère wordt bedoeld.

## VOORBEELD

➔ kies

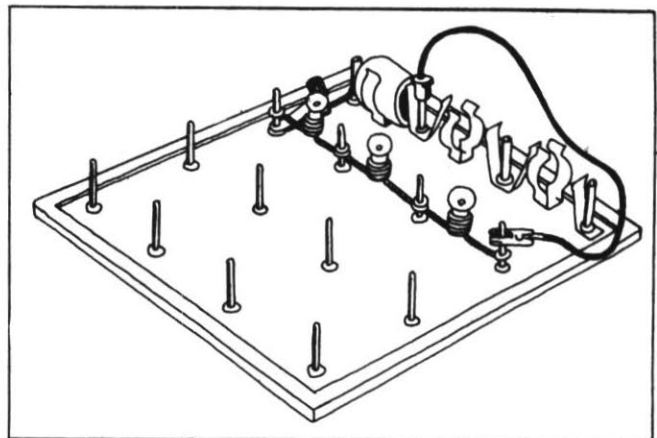
**De mA-meter**mA betekent **milliampère**

Een milliampère is een duizendste ampère, dus

voorbeeld:  $100 \text{ mA} = \frac{100}{1000} \text{ ampère} = 0,1 \text{ A}$

**Om te doen**

Maak de volgende opstelling:



Je ziet dan dat de lampjes *niet* branden. Loopt er nog elektrische stroom door de lampjes? Hoe kun je dat zien?



Je hebt bij enkele wateronderzoeken zout water nodig, omdat zout water zwaarder is dan gewoon water.

Je kunt het beste water nemen dat flink veel zout bevat. Dat kun je heel makkelijk maken.

In 250 ml water kun je ongeveer 100 g zout oplossen. Je moet lang en flink roeren. De oplossing kan een beetje troebel worden omdat er aan keukenzout een stofje is toegevoegd dat het nat worden tegengaat.

Je kunt het zout sneller laten oplossen door warm water te nemen.

1 liter water weegt 1 kilogram.

Als je flink veel zout erin oplost, kan 1 liter zout water 1,25 kg wegen.





*Begeleidingscommissie S.V.O.-project 0213 (vooronderzoek voor het PLON, 1972-1974)*

F. van de Maesen (voorzitter tot 1973); hoogleraar natuurkunde Technische Hogeschool Eindhoven  
 N.J. Heijkoop (voorzitter 1973-1974); inspecteur voortgezet onderwijs  
 W.P.J. Lignac (secr.); secretaris Commissie Modernisering Leerplan Natuurkunde  
 S. Auer, algemeen didacticus Universiteit van Amsterdam  
 F. Balkema, inspecteur voortgezet onderwijs  
 H.P. Hooymayers, lector natuurkundedidactiek Rijks Universiteit Utrecht  
 H.J.L. Jongbloed (1972-1973), mediadeskundige NIAM  
 J. Schweers, leraar natuurkunde havo/vwo  
 J. Smit, inspecteur voortgezet onderwijs  
 E. Warries, hoogleraar onderwijskunde Technische Hogeschool Twente  
 M. van Wieringen (1973-1974), mediadeskundige NIAM

*Stuurgroep PLON (1974-heden)*

H.P. Hooymayers (voorzitter), hoogleraar natuurkundedidactiek Rijks Universiteit Utrecht  
 W.P.J. Lignac (secr. tot 1978), secretaris Commissie Modernisering Leerplan Natuurkunde  
 A.A.M. Agterberg (secr. sedert 1978), secretaris Advies Commissie voor de Leerplan Ontwikkeling Natuurkunde in oprichting  
 P. Broekman (sedert 1980), hoofd afdeling Bèta en Gamma-vakken CITO  
 F. Dekkers (sedert 1979), hoofddocent natuurkunde Moller Instituut  
 H. Lengkeek (tot 1977), leraar natuurkunde mavo  
 D.A. Lockhorst (tot 1978), leraar natuurkunde havo/vwo  
 J. Schipper (sedert 1980), medewerker A.P.S.  
 A. Snater (tot 1980), hoofddocent natuurkunde Stichting Opleiding Leraren  
 F.J. Steenbrink (tot 1978), leraar natuurkunde vwo  
 J.M.F. Teunissen (tot 1975), onderwijskundige Rijks Universiteit Utrecht  
 W.C. Vink (tot 1979), directeur Christelijke Mavo te Putten  
 R. de Vries (sedert 1980), leraar natuurkunde havo, vwo, namens de NVON  
 E. Warries (tot 1975), hoogleraar onderwijskunde Technische Hogeschool Twente  
 S.A. Wouthuysen (tot 1976), hoogleraar natuurkunde Universiteit van Amsterdam

*Kerngroep mavo*

G.H. Frederik, vakdidacticus Rijksuniversiteit Utrecht; tot 1979 voorzitter van de ACLO-n i.o.  
 H. Eeftink (sedert 1980), leraar natuurkunde mavo  
 D. Hobo (tot 1979), directeur van de Chr. Mavo de Lier  
 S.G.C. Markering, hoofddocent natuurkunde Gelderse Leergangen  
 Ch. van Raemdonck (sedert 1980), leraar natuurkunde mavo (PLON)  
 J. Vastbinder (sedert 1980), leraar natuurkunde M.T.S.  
 W.C. Vink (tot 1979), directeur Christelijke Mavo Putten

*PLON-team mavo/havo/vwo-onderbouw*

H.F. van Aalst  
 W. van Bochoven (1976-1978)  
 W. Bijker (1979-1981), Rijks Universiteit Utrecht  
 H. Boelhouwer (sedert 1979), S.V.O.  
 S.O. Ebbens (1976-1980)  
 C. Floor (1979-1980)  
 A.C.L. van Gameren (sedert 1977)  
 D. van Genderen, Rijks Universiteit Utrecht  
 F.L. Gravenberch (sedert 1978)  
 C.A.S. Groen (tot 1980)  
 W.H. Kamphuis (sedert 1975)  
 J. Kortland (sedert 1980)  
 B.M. de la Parra (sedert 1977)  
 B. Pelupessy  
 P. de Raad (1977-1978), onderzoeksassistent  
 A.E. van der Valk (sedert 1980)  
 R.F.A. Wierstra  
 Th. Wubbels (1978-1979)  
 J. Zwarts (1977-1978), onderzoeksassistent

*PLON-administratie*

E. van den Broek (1976-1979)  
 R. Lindeman (1977-1980)  
 M. Rolff van den Baumen (1974-1979)  
 B. Schillert (sedert 1980)  
 A.G. Schwering (sedert 1980)  
 H. Veurink (tot 1974)

*Tekeningen*

A. Lurvink (Onderwijsmedia instituut  
 – Rijks Universiteit Utrecht)  
 H. de Waal (Onderwijsmedia instituut  
 – Rijks Universiteit Utrecht)

*Foto's*

A.C.L. van Gameren (PLON)  
 W.H. Kamphuis (PLON)

*PLON-CITO (namens CITO)*

F. Boessenkool  
 P. Broekman  
 C. Hellingman  
 T. Heuvelmans  
 H. Jaspers  
 J. de Kanter

*Proef- en volgscholen 1980-1981*

Chr. Mavo Putten te Putten  
 Chr. Mavo de Lier te De Lier  
 Thorbecke S.G. te Arnhem (mavo-afdeling)  
 Edith Stein College te Den Haag  
 Chr. Mavo Mariahoeve te Den Haag  
 Maasveld Mavo te Blerick  
 Regina Pacis Streekschool te Oudewater  
 R.S.G. Schagen te Schagen  
 Hertog Jan College te Valkenswaard  
 Marnix College te Ede  
 Niels Stensen College te Utrecht  
 Ashram College te Alphen a/d Rijn  
 Mavo de Bark te Zaandam  
 S.G. Oost Betuwe te Bemmelen  
 R.S.G. Brokdele te Breukelen  
 Eemland College Noord te Amersfoort  
 Grotius College te Heerlen  
 S.G. Nijmegen Oost te Nijmegen  
 Chr. S.G. de Brug te Lelystad  
 Dr. Edith Stein Mavo te Eindhoven  
 Michaël Mavo te Beek-Ubbergen  
 Chr. S.G. Jan van Arkel te Hardenberg  
 Mavo 't Fregat te Zaandam  
 Chr. S.G. Revius te Deventer

*Overzicht van PLON-thema's voor mavo en onderbouw  
havo-vwo*

**VOOR DE 2e KLAS**

- Een eerste verkenning in de natuurkunde
- Mensen en metalen – themaboek
- Keuzeonderzoeken
- Werken met water – themaboek
- Leven in lucht
- IJs, water en stoom (I en II)

*Tevens zijn beschikbaar:*

- Terugblik 2e klas, avol/app. gidsen, rommelpakket Leven in lucht, waterbladen en demonstratiebladen Werken met water.

**VOOR DE 3e KLAS**

- Bruggen
- Zien bewegen
- Geluid weergeven
- Natuurkunde in de samenleving: Water voor Tanzania
- Elektrische schakelingen – instructieboekje
- Energie thuis
- Natuurkunde in de samenleving: Energie in de toekomst

*Tevens zijn beschikbaar:*

- Kleur en licht
- Avol/app. gidsen

**VOOR DE 4e KLAS MAVO EN DE 3e KLAS HAVO-VWO**

- Verkeer en veiligheid
- Krachten – instructieboekje
- Natuurkunde in de samenleving: Stoppen of doorrijden?
- Verwarmen en isoleren
- Schakelen en regelen
- Machines en energie
- Natuurkunde in de samenleving: Kernwapens

*Tevens zijn beschikbaar:*

- Repeteerthema voor het eindexamen mavo
- Examenboekje voor mavo
- Avol/app. gidsen