DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: ERIK HARTENDORP

AANTREKKING

Alle dingen trekken elkaar aan. Als de aantrekkingskracht plotseling verdween, zou er veel raars gebeuren. De aarde zou de zon in de steek laten en voortaan haar eigen weg kiezen door het heelal. Wijzelf zouden opstijgen van de aarde en in de ruimte verdwijnen. De aarde zou trouwens niet lang meer bestaan, ze zou uit elkaar vallen en veranderen in een stofwolk. Hoe het komt dat er aantrekkingskrachten zijn kan geen enkele onderzoeker je vertellen. Wel weten ze precies welke uitwerking ze hebben en ze kunnen dat haarfijn voor je uitrekenen. Met enkele bijzondere vormen van aantrekking ben je goed vertrouwd. De aantrekking van een

magneet bijvoorbeeld. En de zwaartekracht, die ons op de aarde drukt en ons van tijd tot tijd een pijnlijke val laat maken. Ook in de elektriciteit en in de atoomwereld spelen aantrekkingskrachten een voorname rol.

AARDBEVING

Af en toe schokt en trilt de aardkorst. Meestal in de buurt van vulkanen of waar de aardkorst breuken vertoont (de Middellandse Zee is zo'n breukgebied). De trillingen planten zich op twee manieren voort: dicht langs de oppervlakte van de aardkorst en dwars door de aarde heen. Gevoelige instrumenten (seismografen) maken die trillingen zichtbaar op papier. Door de trillingen te onderzoeken kunnen de plaats en de hevigheid van de aardbeving snel ontmaskerd worden. De trillingen zijn verder heel nuttig om meer te weten te komen over de bouw van de aardkorst en het binnenste van de aarde. Er zijn ongeveer tien zware aardbevingen in een jaar. De meesten richten geen schade aan, omdat ze zich te diep in de aarde voordoen.

AARDE

Vroeger dachten de mensen dat de aarde plat was, net een soort pannekoek. Wie zich over de rand waagde, viel in de onderwereld. Sommige volken stelden zich voor dat die platte aarde gedragen werd door geweldige zuilen of door kolossale olifanten. Vooral dank zij Galileï en Columbus zijn wij langzamerhand beter gaan begrijpen wat de aarde voor een ding is. Tegenwoordig weet iedereen dat de aarde een bol is, die los in de ruimte hangt en in een jaar om de zon draait. Voor ons, mensen, lijkt die aarde verschrikkelijk groot. Kijk maar naar de volgende cijfers: Omtrek langs de evenaar: 40.076 kilometer. Oppervlakte: 510 miljoen km². Gewicht: bijna zes triljoen ton. Maar vergeleken bij de zon is de aarde een nietige erwt. Vermoedelijk bestaat de kern van de aarde uit een gloeiende, vloeibare massa. Dan komt er een dikke laag taai gesteente. En tenslotte aan de buitenkant een vrij dunne aardkost. Op veel plaatsen is die korst diep ingedeukt: daar heeft zich het water verzameld. Er is tweeëneenhalf keer zoveel water als land. Meer dan drie miljard mensen bevolken nu de aarde. En het aantal neemt snel toe. Meer dan de helft van al die mensen woont in Azië. De landen met de meeste bewoners zijn: China (bijna achthonderd miljoen) en India (bijna vijfhonderd miljoen). Nog enkele gegevens. Grootste eiland: Groenland (viermaal Frankrijk). Langste rivier: Mississippi (bijna 7000 km). Hoogste berg bijna 9 km. Grootste zeediepte in de Stille Oceaan (ruim 10 km). Grootste stad: Tokio (10 miljoen inwoners).

AARDGAS

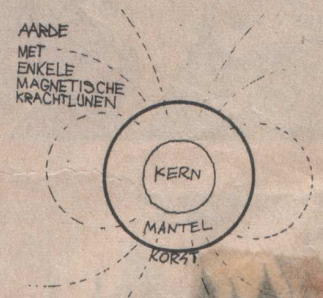
Op veel plaatsen waar nu land is golfde vroeger de zee. In het water zweefden miljarden kleine diertjes en planten (plankton). Als ze stierven zonken ze naar de zeebodem. Ze werden bedekt door slib uit de riviermonden. Zo ging dat miljoenen jaren door. De zee werd land. En uit de overblijfselen van het plankton ontwikkelde zich aardgas. Aardgas bestaat in hoofdzaak uit methaan, een zeer brandbaar gas. Het geeft veel hitte en is tamelijk goedkoop. In veel landen wordt het nu gebruikt voor koken en verwarming.

AARDOLIE

Op dezelfde manier als aardgas is aardolie ontstaan. Waar aardolie is, daar bevindt zich ook aardgas. Uit aardolie worden veel belangrijke stoffen gewonnen: benzine, dieselolie, smeerolie, stookolie, petroleum, kerosine (voor straalmotoren), asfalt, paraffine. Grote vindplaatsen: Noord-Amerika, Perzische Golf, Venezuela, Zwarte Zee, Sahara.

AARDMAGNETISME

De aarde is magnetisch. De magnetische krachtlijnen strekken zich tot ver in de ruimte uit. Het aardmagnetisme wordt misschien veroorzaakt door stromingen in de aardkern, die uit vloeibaar ijzer en nikkel bestaat. Een magneetnaald richt zich naar de magnetische krachtlijnen en draait daarom altijd in dezelfde



richting. Aardmagnetisme is iets heel anders als zwaartekracht. Ook op de maan is zwaartekracht, maar er is geen magnetisme. De maan heeft dan ook geen ijzeren kern.

DE AARDE IS GEEN PANNEKOEK

DE WERVELENDE WEREID

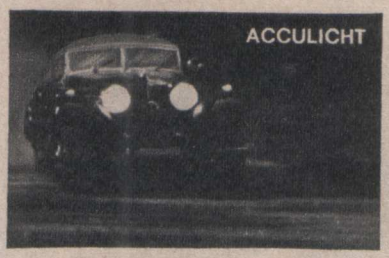
SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

ABSOLUTE NULPUNT

Alles, ook wijzelf, is opgebouwd uit onzichtbaar kleine deeltjes, de atomen. Die atomen zijn voortdurend in beweging. Hoe sneller ze bewegen, hoe warmer wij het vinden. En omgekeerd: als de atomen langzamer bewegen, dan vinden wij het koud. De onderzoekers zijn al tientallen jaren aan het proberen de atomen van een stof helemaal tot stilstand te brengen. Dat kan alleen in een laboratorium, in een kleine afgesloten ruimte. De temperatuur waarbij de atomen niet meer bewegen is al lang geleden uitgerekend: 273 graden onder nul. Die temperatuur wordt het absolute nulpunt genoemd. De onderzoekers hebben het heel ver gebracht, tot enkele miljoenste graden boven het absolute nulpunt. Maar het laatste kleine stukje lijkt wel onoverbrugbaar. De natuurkundigen zijn ervan overtuigd dat atomen nooit volkomen tot stilstand gebracht kunnen worden; ze blijven altijd, al is het nog zo weinig, nog wat trillen. Het absolute nulpunt is daarom waarschijnlijk nooit te bereiken. Er is bij die lage temperaturen een heel belangrijke ontdekking gedaan. Sommige stoffen (natrium bijvoorbeeld) worden bij afkoeling tot weinig graden boven het absolute nulpunt opeens supergeleiders voor de elektrische stroom. Die ondervindt dan geen enkele weerstand meer en blijft maar doorstromen. Hiervan probeert men gebruik te maken voor een nóg snellere werking van computers (zie Taptoe 9).

ACCU

Een accu lijkt op een grote batterij. In een glazen of plastic bak, gevuld met verdund zwavelzuur, staan loden platen. Tussen het lood en het zwavelzuur treden elektrische verschijnselen op,



die een vrij sterke stroom leveren. Elke auto heeft een accu. Daarop werken de lampen, de starter, de richtingaanwijzers, de ruitewissers, enz. Na verloop van tijd raakt de accu uitgeput. Geen nood, hij kan op eenvoudige wijze in elke garage weer bijgeladen worden en levert opnieuw stroom.

ACTINIUM

Een van de 92 elementen die op aarde voorkomen. Een element is een stof die uit maar één soort atomen bestaat, zoals ook ijzer en zilver. Actinium is het 89e element en niet erg bekend. Het werd zeventig jaar geleden ontdekt in uraniumerts. Actinium is een radioactieve stof. Dat betekent dat de atoomkernen de een na de ander uit elkaar springen. Na ongeveer dertig jaar is actinium verdwenen. Maar uit uranium (dat zelf ook radioactief is) ontstaat voortdurend een weinig nieuw actinium. Zo blijft het op aarde bestaan.

ALFADEELTJES

Dit zijn brokjes atoomkernen, die worden weggeslingerd uit radioactieve elementen (actinium bijvoorbeeld). Zie verder ATOMEN, volgende Taptoe.

ALUMINIUM

Een veelgebruikt metaal, licht en toch sterk. Het is het 13e element. Het komt bijna overal in de aardkorst voor, maar sterk gebonden aan zuurstof (aluminiumoxyde). Vooral in de grondsoort bauxiet zit veel aluminiumoxyde. Uit het bauxiet moet eerst het aluminiumoxyde gehaald worden. En dan uit het aluminiumoxyde het zuivere aluminium. Voor dit alles zijn veel hitte en elektrische stroom nodig. Veel bauxiet is er in Suriname, Noord-Amerika en Frankrijk. Aluminium wordt veel gebruikt bij vliegtuigbouw. Ook in je huis is het vast wel te vinden: raamsponningen, kookpannen, gordijnrails.

AMERICIUM

Het 95e element. Het kwam niet op aarde voor, maar onderzoekers hebben het in 1945 laten ontstaan door uranium te beschieten met alfadeeltjes. Het zo ontstane americium ziet eruit als een soort metaal. Het valt langzaam uit elkaar: na vijfhonderd jaar is de helft verdwenen.

AMPÈRE

Een maat om de sterkte van elektrische stromen te meten. Door een gloeilamp stroomt gemiddeld ½ ampère. Door een elektrisch kacheltje 5 à 10 ampère. Hoe meer stroom, hoe dikker het snoer moet zijn. Een te dunne draad doet brandgevaar of kortsluiting ontstaan. Weet je hoe je zelf de stroomsterkte kunt uitrekenen? Op de lamp of het apparaat lees je bijvoorbeeld 150 W (die W betekent watt). En op de elektriciteitsmeter lees je meestal 220 V (V betekent volt). Deel watt door volt en je weet de stroomsterkte al. In dit geval 150 W : 220 V = ongeveer 0,7 ampère.

ÅNGSTRÖM

Hoe dik is een atoom? Ongeveer één ångström. Dat is de kleinste maat die bestaat, uitgedacht om het allerkleinste te kunnen meten. Tien miljoen ångström is één millimeter. Hoeveel atomen kun je dus in een millimeter naast elkaar leggen?

★ SCHIETEN MET ATOOMBROKJES

DE WERVELENDE WEREld

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

ANTIMOON

Een glanzend zilverwit metaal. Het is nogal bros en breekt dus gauw. Het wordt in verfstoffen en transistors verwerkt. Antimoon is het 51e element.

ARGON

Een gas zonder kleur en reuk, het 18e element. Vijfenzeventig jaar geleden werd het ontdekt in de lucht. Argon wordt gebruikt als vulling voor gloeilampen.

ARSEEN (arsenicum)

Lijkt een beetje op metaal. Het is het 33e element. Met behulp van arseen is het mogelijk sommige metalen betere eigenschappen te geven. Het wordt verder gebruikt in transistors en in rattenvergif.

ASTAAT

Het 85e element. De atoomkernen vallen in enkele seconden uit elkaar en daardoor verandert astaat zeer snel in een ander element. Het wordt bismuth, dat iets minder snel verdwijnt en in lood verandert. De onderzoekers kunnen astaat laten ontstaan door bismuth te bombarderen met sterk versnelde alfadeeltjes.

ATOOM

Als je een stof hoe langer hoe fijner verdeelt, houd je op het laatst stukjes over die niet verder te splitsen zijn. Het zijn atomen. Dat betekent ondeelbare dingetjes. Zo dachten ze er vroeger over. Later werd ontdekt dat atomen wél deelbaar zijn. Het woord atoom is dus eigenlijk fout, maar ze hebben de oude naam maar zo gelaten.

ATOOMDEELTJES

Als het je lukt de atomen van bijvoorbeeld ijzer te splitsen, dan gebeurt er iets vreemds. Het ijzer verandert in een andere stof. In aluminium of fosfor of zo. Maar het zál je niet lukken, want zo gemakkelijk laten atomen zich niet openbreken. Of het moeten heel zware atomen zijn, die nogal losjes in elkaar steken. Zoals die van astaat bijvoorbeeld, die op hun eigen houtje uit elkaar vallen. Wat zou je zien als je klein genoeg was om in een atoom te kruipen? Een grote lege ruimte. Door die ruimte flitsen razendsnel enkele nietige dingetjes: de elektronen. Ze zijn zó klein dat ze zelfs in een atoom onbetekenende stofjes lijken. Maar door hun grote snelheid is het alsof ze overal tegelijk zijn en ragdunne wandjes vormen. In het midden ontdekken we enkele grotere deeltjes, die om elkaar heen wervelen. De elektronen worden sterk aangetrokken door die kern, maar ze komen er nooit op terecht, daarvoor is hun snelheid te groot.

ATOOMKERNEN

De deeltjes in het midden van een atoom bestaan uit twee soorten: protonen en neutronen. Protonen zijn elektrisch geladen en trekken de elektronen aan. Eén proton trekt altijd één elektron aan. Zouden er tien protonen in de kern wervelen, dan cirkelen er in de atoomruimte ook tien elektronen rond. Dit is het geval bij neonatomen (neon wordt gebruikt bij neonverlichting). Daarom staat neon op de tiende plaats in de rij van elementen. Een aluminiumatoom heeft dertien protonen en evenveel elektronen. Aluminium is daarom het dertiende element. Zo kun je doorgaan. En wat zijn neutronen? Neutronen zijn niet elektrisch geladen en trekken dus geen elektronen aan. Maar toch zijn ze in de kern nodig. Zonder neutronen zouden de protonen uit elkaar vliegen, want die stoten elkaar af. Hoe meer protonen in een atoomkern, hoe meer neutronen er nodig zijn om al die wilde protonen bijeen te houden. Sommige atoomkernen vallen tóch uit elkaar. Bijvoorbeeld van uranium (92 protonen, 146 neutronen). Daardoor verandert uranium langzamerhand in een andere stof. En die valt weer verder uit elkaar. Dit gaat net zolang door tot er loodatomen zijn gevormd (82 protonen, 145 neutronen). Lood heeft blijkbaar een heel stabiele atoomkern. Bij al die veranderingen vliegen er veel overtollige atoomdeeltjes uit de stof. Vooral alfadeeltjes.

alfadeeltje water

ALFA-DEELTJE

Dat zijn klontjes van twee protonen en twee neutronen. Die vier deeltjes blijven altijd trouw bij elkaar, als dikke vrienden.

ATOOMSOORTEN

Je hebt nu wel begrepen dat er veel soorten atomen zijn, afhankelijk van het aantal protonen in de kern. De meeste stoffen op aarde bestaan uit een mengsel

Zwemmen in atomen

van allerlei atoomsoorten. Water is een mengsel van atomen met 1 proton (waterstof) en 8 protonen (zuurstof). In rietsuiker zitten atomen met 6 protonen (koolstof), 1 proton (waterstof) en 8 protonen (zuurstof). Ga zo maar door. De mensen kunnen al die mengsels uit elkaar halen en zo de stoffen met één atoomsoort afzonderen. Die worden de elementen genoemd. In deze encyclopedie kun je alle elementen vinden. Sommige zijn erg bekend (goud, ijzer), van andere heb je misschien nog nooit gehoord (gallium, samarium, beryllium).

★ KIJKEN IN EEN ATOOM

DE WERVELENDE WEREld

SAMENSTELLING: HANS HARTENDORP

BACTERIËN

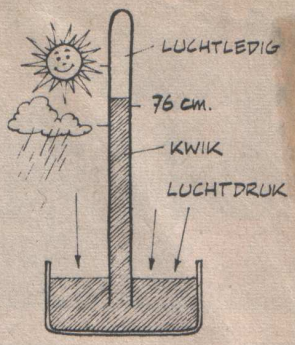
Dacht je dat je alles kon zien wat er om je heen gebeurt? Vergeet het maar. Er bewegen miljarden kleine wezentjes in je buurt, veel te nietig om door je grof gebouwde ogen ontdekt te worden. Ik bedoel de bacteriën. Het zijn geen diertjes. Echte plantjes kun je ze ook niet noemen. Ze zweven door de lucht en komen overal op terecht. Waar ze voldoende warmte, vocht en voedsel vinden, daar vermenigvuldigen ze zich ontstellend snel. Op één dag kunnen er uit één bacterie miljoenen nieuwe ontstaan. Gelukkig maar dat er veel meestal ook weer snel omkomen. Er zijn honderden soorten, in allerlei vormen: bolletjes, staafjes, draadjes, trosjes. De grootste zijn nog zó klein dat er tweehonderd in een millimeter gaan. De meeste bacteriën zijn erg nuttig. De bodembacteriën bijvoorbeeld maken de akkers vruchtbaar. In een gram vruchtbare aarde kun je er wel tien miljoen tegenkomen, als je ze zou kunnen zien natuurlijk. Yoghurt en kaas danken hun heerlijke smaak aan de werking van bacteriën. Andere zijn ons minder goed gezind. Die kunnen het eten bederven of ons hevig ziek maken. De eerste mens die de bacteriën zag was Anthonie van Leeuwenhoek uit Delft (omstreeks het jaar 1700). Pas veel later (tussen 1850 en 1900) ontdekten mannen als Robert Koch en Louis Pasteur het verband met voedselbederf en besmettelijke ziekten.

BANDRECORDER

Het eigenlijke geheim van de bandrecorder zit hem in de band. Die is gemaakt van een zeer sterke, taaie kunststof. Maar die vormt natuurlijk alleen maar de onderlaag, want uit kunststof komt geen geluid. Er is een heel fijn laagje ijzeroxyde op aangebracht en die fikst het. Het zijn net heel kleine roestige naaldjes, zo klein dat er wel duizend in een millimeter gaan. Als je in de microfoon van de bandrecorder spreekt, worden er elektrische stroompjes opgewekt, sterker of zwakker, op het ritme van de geluidstrillingen. Die snel trillende stroompjes komen in de opnamekop terecht. Misschien weet je dat elektrische stromen magnetisme veroorzaken. In ieder geval, het ijzeroxyde op de band, die langs de opnamekop glijdt, wordt gemagnetiseerd, op de ene plaats wat meer, op de andere plaats wat minder, precies op het ritme van de elektrische trillingen. Als later de gemagnetiseerde band wordt afgespeeld, wekt het magnetisme op zijn beurt elektrische stroompjes op. Die gaan door een versterker en vervolgens naar een luidspreker. Die brengt de lucht in trilling en zo hoor je weer wat je tevoren op de band hebt vastgelegd. Verder is er nog een uitwiskop, waarmee het magnetisme van de band kan worden verwijderd.

BARIUM

Een wit metaal. Het 56e element. Een bariumatoom heeft dus 56 protonen in de kern en 56 elektronen, zoals je uit de vorige Taptoe weet. Barium werd honderd jaar geleden ontdekt. Toch komt het vrij veel in de aardkorst voor, maar sterk gebonden aan zuurstof en andere elementen. Het is ook te vinden in grondwater, bouwgrond, rivieren, de zee. Allerlei bariumverbindingen zijn heel belangrijk voor de industrie, bijvoorbeeld bij het samenstellen van verfstoffen, lucifers, vuurwerk, bleekmiddelen, fotopapier, rubber.



BAROMETER

Hoe kan een barometer het weer voorspellen? Dat doet hij eigenlijk niet. Hij meet alleen de luchtdruk. Daarom komen de voorspellingen van een barometer niet altijd uit. Je moet het zó zien. Als de barometer terugloopt, betekent dit dat de lucht minder drukt: er is dus een ijlere luchtlaag boven die plaats. Er komt daarom lucht toegestroomd uit gebieden waar de lucht dichter is. En die toestromende lucht brengt vaak regen mee. Omgekeerd komen de voorspellingen meestal beter uit. Is de luchtdruk hoog, dan stroomt het teveel aan lucht weg naar streken waar de barometer een lagere stand aangeeft. Nu is de wind van ons af gericht, er wordt geen regen aangevoerd: het blijft mooi weer. Er zijn twee soorten barometers. Bij metaalbarometers drukt de lucht een luchtledige metalen doos meer of minder ver in. Die bewegingen worden op een wijzer overgebracht. Bij kwikbarometers drukt de dampkring een kolom kwik omhoog in een glazen buis, die bovenaan luchtledig is. De hoogte van de kwikkolom schommelt rondom 76 cm, en is afhankelijk van de luchtdruk.

BASALT

Zwaar gesteente, het onderste deel van de aardkorst. Het vasteland steunt erop. Door vulkanen en spleten komt het in vloeibare vorm boven. Het stolt vaak in de vorm van vijf- of zeshoekige zuilen. Grote delen van Europa en Noord-Amerika zijn met basalt bedekt, op IJsland wel 4000 meter dik. Het wordt onder andere gebruikt voor de versteviging van zeeweringen en pieren.

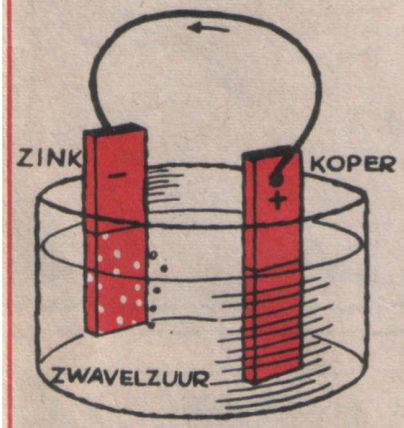
★ TRILLINGEN OP EEN BAND

DE WERVELENDE WEREID

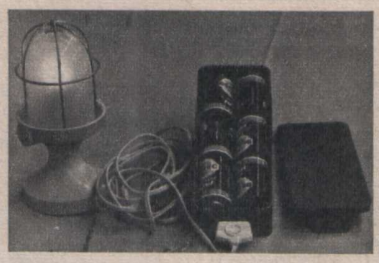
SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

BATTERIJ

De eerste batterij moet op de mensen van die tijd een heel wonderlijke indruk hebben gemaakt: een apparaat dat enige tijd elektrische stroom kon leveren! Niet te geloven! Het begon met een kleine ontdekking. Als twee vochtige metalen elkaar raken, ontstaat er op het aanrakingsvlak een lichte elektrische spanning. Na veel proefnemingen met allerlei metalen en vloeistoffen kwam de beroemde onderzoeker Volta in 1800 met een elektrische cel voor de dag. In een bak, gevuld met verdund zwavelzuur, stonden een stuk zink en een brok koper. Boven de vloeistof werden die twee metalen met elkaar verbonden door een koperdraad. Door de draad vloeide stroom! Dat element van Volta was niet zo handig en werkte bovendien onregelmatig. Tegen het koper zette zich langzamerhand een laag waterstofbelletjes af en die deed de stroom ophouden. De batterijtjes van nu zijn heel wat gemakkelijker in het gebruik. Van het zink wordt nu een busje gevormd. Daarin staat een staafje kool (in plaats van koper).



Het koolstaafje mag het zink echter niet raken. Er zit een zakje omheen gevuld met zaagsel, bruinsteen of gelatine, waarin de waterstofbelletjes worden opgelost. Het hele zakje is doordrenkt van een salmiakoplossing (in plaats van zwavelzuur). Dit hele gevalletje wordt natuurlijk stevig dichtgemaakt. Maar aan de buitenkant zie je nog duidelijk het zink. Eén zo'n elementje geeft een spanning af van ongeveer 1½ volt. In een platte batterij zitten drie elementjes. Samen hebben ze een spanning



van 4½ volt. Tegenwoordig bestaan er nog andere soorten batterijen, die heel lang en regelmatig stroom leveren of een hogere spanning bezitten (9 volt voor transistorradio's). Voor gehoorapparaten en batterijklokken zijn er kwikcellen. Die blijven wel een jaar werken.

BERILLIUM

Een element dat eigenlijk niet op aarde voorkomt, omdat de atoomkern te zwaar geladen is en snel uit elkaar valt. Toch kunnen de onderzoekers het sinds 1950 samenstellen door alfadeeltjes in americium te schieten. Na 4½ uur is de helft al weer verdwenen. Het is het 97e element.

BERKELIUM

Het 4e element. Een metaal lichter nog dan aluminium. Mengsels met andere metalen, zoals koper en ijzer, leveren produkten op die heel hard en roestvrij zijn. Berilliumerts, waaruit het zuivere element met veel moeite kan worden vrijgemaakt, komt vooral uit India, Zuid-Amerika en Kongo.

BÊTADEELTJES

Radioactieve stoffen, uranium bijvoorbeeld, stoten drie soorten straling uit. Toen de onderzoekers nog niet zoveel van die straling begrepen, gaven ze er Griekse letters aan: alfa (a), bêta (b) en gamma (g). Voor de alfadeeltjes zie Taptoe 2. Bêtastraling bestaat óók uit deeltjes: elektronen die met ontzettende snelheid — gemiddeld 100.000 km per seconde — uit de ontploffende atomen weggeslingerd worden. Bêtadeeltjes zijn dus niets anders dan elektronen.

BÊTATRON

Een toestel waarin men elektronen bijna met de snelheid van het licht kan laten rondschieten. Waar is dit goed voor? Om te zien wat er gebeurt als zulke snelle elektronen tegen iets aanbotsen. Ze doen dan röntgenstralen ontstaan. Of om er atomen mee te bombarderen.

BEVATRON

Een reusachtig toestel, in 1954 voor het eerst in Amerika gebruikt, waarin protonen en andere atoomdeeltjes een ontzaglijke snelheid krijgen. Men schiet er atoomkernen mee uit elkaar en kijkt dan wat voor brokstukken er te voorschijn komen.

BIMETAAL

In je huis zijn vast wel stukjes bimetaal te vinden. Bi betekent dubbel. Een bimetaal bestaat uit twee stukjes metaal, die op elkaar zijn gewalst. Bij verwarming zetten ze op verschillende manieren uit, waardoor het geheel meer of minder krom gaat staan. in een gasgeiser of in een gaskachel kun je er wel een zien. Als het bimetaal heet genoeg is (door de waakvlam) kan het gas toestromen. In koude toestand sluit het de gastoevoer af.

BISMUT

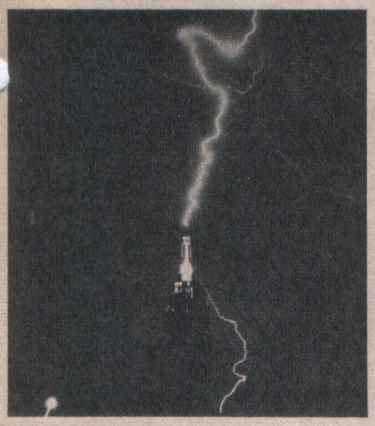
Het 83e element. Een broos metaal met roodachtig witte kleur. Het is nogal zeldzaam. De vindplaatsen liggen voornamelijk in Bolivia, Mexico, Peru, Korea. Bismut wordt verwerkt in metaalmengsels die bij lage temperatuur moeten smelten voor het maken van afgietsels van houtsneden en zo. Bismut doet ook wel dienst in kernreactors, om snelle atoomdeeltjes af te remmen.

★ WEGGESLINGERDE ELEKTRONEN

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

BLIKSEM



De bliksem is een elektrische ontlading tussen twee wolken of tussen een wolk en de aarde. Op allerlei manieren is geprobeerd meer over de bliksem te weten te komen: door opnamen met draaiende camera's, door proeven met magnetische staafjes, door metingen van de stroomsterkte.
Het lijkt alsof een bliksemstraal van de wolk naar de aarde schiet. In werkelijkheid gebeurt er iets veel ingewikkelders. Het begint met een zwakke, trage voorontlading vanuit de wolk. Deze wordt op de voet gevolgd door een veel snellere en sterkere ontlading, die de eerste steeds inhaalt en daardoor met rukken voortbeweegt. Als beide ontladingen dicht boven de aarde gekomen zijn, groeit er van omhoogstekende delen op de grond ook een voorontlading. Op het moment van de ontmoeting breekt de hevigste ontlading los, van de aarde naar de wolk. Dit alles speelt zich natuurlijk in een onderdeel van een seconde af. De spanning, die de bliksem tot gevolg heeft, kan geweldig hoog zijn, wel honderd à vierhonderd miljoen volt. De sterkste stroom, ooit van een bliksemstraal gemeten, was maar liefst 25.000 ampère! Wat er precies stroomt bij een bliksemstraal is je misschien wel duidelijk; het zijn elektronen. De wolk heeft er veel te veel of veel te weinig. En dat veroorzaakt sterke aantrekkingskrachten (spanning).

BLIKSEMAFLEIDER

Als er hoge punten, zoals torens en fabrieksschoorstenen, in de buurt zijn, kiest de bliksem bij voorkeur daarlangs zijn weg. Een bliksemafleider kan vernieling of brand voorkomen. Het is niet meer dan een dikke metalen draad (meestal koper), die recht omhoog steekt. Er loopt ook een draad vanaf de bliksemafleider langs de buitenkant van het bouwwerk diep de aarde in. Een heel gemakkelijke weg dus voor de elektronen! Op deze manier kan ieder gebouw op heel eenvoudige wijze beveiligd worden. De bliksemafleider is in 1753 uitgevonden door Benjamin Franklin. Maar er is gebleken dat veel volkeren in de tijd voor Christus al een soort bliksemafleiders kenden. Deze kennis is later verloren gegaan. Ga bij onweer nooit schuilen onder een boom, want juist bomen worden vaak door de bliksem geraakt. Blijf ook niet in het open veld staan, maar ga, als er geen schuilplaats is, liever liggen. Blijf daarbij uit de buurt van metalen voorwerpen. In een auto zit je veilig, omdat de elektronen langs de buitenkant wegvloeien.

BORIUM

Je kent toch wel boorwater? Het is een eenvoudig en goedkoop middel om wondjes schoon te wassen zonder dat bacteriën kans krijgen binnen te dringen. In boorwater zit het lichte element borium, maar dan sterk gebonden aan zuurstof (boorzuur). Het is het 5e element. Honderdzestig jaar geleden lukte het de natuurkundigen Gay Lussac en Thénard borium uit boorzuur vrij te maken. Het ziet eruit als een vormloze steenklomp en is buitengewoon hard, zo hard bijna als diamant. In de natuur komt borium niet in vrije vorm voor. Men moet het uit delfstoffen als borax, kerniet, boorzuur en zo te voorschijn halen. Uit de Verenigde Staten van Amerika komt 90% van de wereldproduktie. Andere belangrijke boriumleveranciers zijn Argentinië, Italië en Turkije. Borium komt waarschijnlijk in al het water voor. Veel planten nemen borium uit de bodem op, omdat ze het nodig hebben voor een gezonde groei. Een tekort aan borium veroorzaakt ziekten als hartrot bij bieten, glazige bruine plekken in koolrapen, bruine stippen op appels. Daarom bemesting met borax. Een teveel aan borium is echter ook weer niet goed en leidt tot vergiftigingsverschijnselen.

BROMIUM (broom)

Alweer een element, nu het 35e. Een vloeistof, donker roodbruin van kleur. Er komt damp af die lang niet lekker ruikt (vandaar de naam bromium, wat stank betekent). Het element werd ontdekt in de zouten van zeewater. Het wordt ook wel gevonden bij sommige zoutlagen in de aardkorst. Onder andere gebruikt in de geneeskunde (zenuwstillend) en de fotografie (zilverbromide als lichtgevoelige laag op films).

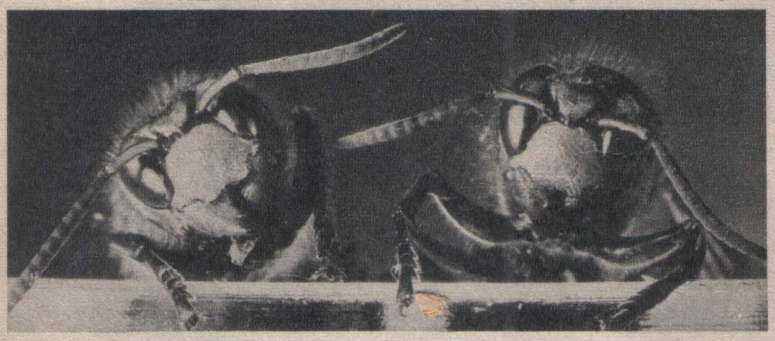
BROWNSE BEWEGING

Ongeveer honderdveertig jaar geleden deed de Engelse plantkundige Brown een vreemde ontdekking. Als hij door zijn microscoop naar heel fijne deeltjes in een vloeistof keek, zag hij die grillig heen en weer bewegen. Pas Einstein kon in 1905 een verklaring geven. In een vloeistof zijn de moleculen (atoomklontjes, zie Taptoe 31) voortdurend in beweging. Ze botsen tegen elkaar en tegen alles wat zich in de vloeistof bevindt. Kleine stofjes worden door die snel bewegende moleculen heen en weer geslingerd.

★ STINKENDE STOF IN ZEEWATER

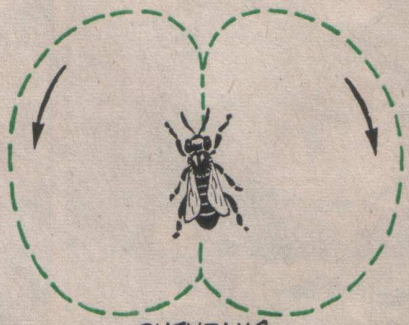
DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP



BIJENTAAL

Bijen zijn heel bijzondere insekten, waaraan de mensheid al duizenden jaren plezier beleeft. Heel wonderlijk is hun taal. Geen taal met woorden, maar een danstaal, waarmee ze elkaar iets duidelijk kunnen maken. Bijen verzamelen nectar en stuifmeel, zoals je weet, heel belangrijke stoffen voor het grootbrengen van hun larven. Als een rondzwervende bij een nieuwe voedselbron ontdekt, neemt hij een voorraad nectar en stuifmeel mee en vliegt naar het nest. Binnen begint hij onmiddellijk te dansen. De anderen drommen om hem heen, betasten en bevoelen hem, en letten op de dans. Als de bij zonder meer rondjes draait, is het voedsel in de buurt te vinden. Maar voor grote afstanden is de dans veel ingewikkelder. De bij danst een paar centimeter rechtuit, draait linksom terug naar het begin, danst opnieuw rechtuit, keert nu rechtsom terug en zo maar door. Daarbij maakt hij kwispelende bewegingen met zijn hele lijf. De andere bijen weten nu genoeg. De rechte danslijn geeft de richting aan waarin het bloemenveld ligt. Hoe opgewondener de bij kwispelt, hoe meer nectar en stuifmeel er te halen valt. En hoe langzamer de rondjes, hoe groter de afstand. Zo betekent bijvoorbeeld veertig keer rondgaan in de minuut: de bloemen staan honderd meter ver. Maar slechts tien keer rondgaan wil zeggen: op drie kilometer afstand. De andere bijen hebben dat allemaal gevolgd en ruiken de geur van het meegebrachte voedsel. Weldra vliegen er honinghalers weg, veel als de bij hevig gekwispeld heeft, weinig als hij traag gekwispeld heeft. Hoe zijn we dat allemaal te weten gekomen? Dat is vooral het werk geweest van één man: Karel von Frisch, die bijna zijn hele leven het bijenvolk geduldig heeft bestudeerd.



BIJENDANS

CADMIUM

Nu terug naar de elementen, de stoffen waar alle andere stoffen uit zijn samengesteld. Het 48e element, cadmium, lijkt veel op zink en komt meestal ook samen met dat metaal in de aardkorst voor. Geen wonder dat cadmium pas na onderzoek als een apart element werd herkend: dat gebeurde in 1817. Men gebruikt het nu om ijzer roestvrij te maken en koper meer sterkte te geven, verder in verfstoffen en bij kernenergie. Cadmium wordt hoofdzakelijk gewonnen in Noord-Amerika en Zuidwest-Afrika. Er wordt onder andere veel mee gewerkt in België.

CAESIUM

Grote kans dat je wat caesium te pakken hebt, als je een handvol aarde van een akker neemt. Dit 55e element werd in 1860 ontdekt. In gezuiverde toestand blijkt het een zilverwit, week metaal te zijn, dat onmiddellijk begint te roesten. Caesium wordt alleen gebruikt voor laboratorium-onderzoek. Behalve in vruchtbare aarde komt het ook voor in zeewater en mineraalwater.

CALCIUM

In elk krijtje is het 20e element te vinden. Ook zit calcium in ons gebeente, in kalk, schelpen en gips. Het komt niet alleen overal op aarde voor, maar ook in grote massa's in de gloeiende gassen van de zon en de sterren. Al in de tijd van Christus was het heel bekend, de verbindingen met calcium tenminste, zoals gebluste kalk en gips. In zuivere vorm is het een zilverwit metaal. Zodra het in aanraking komt met water, begint het zich onder een hevige rookontwikkeling daarmee te verbinden.

CALIFORNIUM

Er moet geschoten worden om het 98e element te laten ontstaan. Niet met kogels, maar met alfadeeltjes, weggeslingerde brokjes atoomkernen zoals je weet uit Taptoe 2 en 3. Californium kwam oorspronkelijk op aarde niet voor, de atoomkernen zijn te zwaar geladen en vallen uit elkaar. Maar door curium, ook al een kunstmatig element, te bombarderen met alfadeeltjes, kan men een beetje californium laten ontstaan.

CERIUM

In het vuursteentje van vaders aansteker is cerium verwerkt, omdat het bij wrijven of krassen zo gemakkelijk vonken afgeeft. Dit 58e element is een metaal dat veel op ijzer lijkt. Het werd ontdekt in 1803.

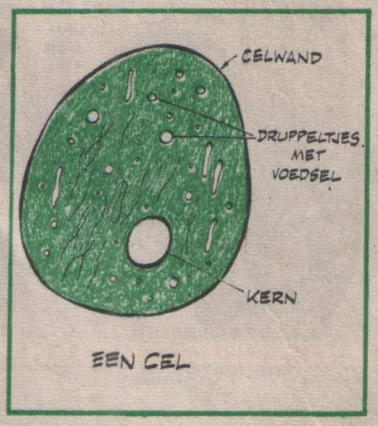
★ WAT VERTELLEN BIJEN ELKAAR ?

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

CELLEN

Nee, het gaat niet over gevangeniscellen, maar over wat Robert Hooke driehonderd jaar geleden in kurk ontdekte: iets dat op kleine hokjes leek die hij cellen noemde. Langzamerhand is gebleken dat álle levende wezens (planten, dieren, mensen) uit cellen bestaan. Ook al lijken ze meestal niet op hokjes, toch is de oude naam zo gebleven. Gewoonlijk hebben ze meer weg van blaasjes, wat vocht met een vliesje erom. Hoe beter de microscopen werden, hoe meer de onderzoekers te weten kwamen. Cellen zijn de bouwstenen van het leven. Elk dier, iedere plant, en ook jij en ik, begint zijn leven als een klein celletje. Dat splitst zich in tweeën, de nieuwe cellen verdubbelen zich ook en langzaam groeit er een wezen van vele miljarden cellen. Elke cel leeft! Het vocht bevat allerlei onmisbare levensstoffen. Eén druppeltje is belangrijker dan de rest. Het draait en wentelt op zijn gemak door de cel. Het is de kern, ook wat vocht met een vliesje erom. Heel geheimzinnig vocht. Het bepaalt precies hoe het levende wezen eruit komt te zien: een paard of een spin, oren of voelsprieten, blauwe of bruine ogen, enz. enz. Op bepaalde tijden ontstaan er in dat vocht merkwaardige draadjes. Elk draadje splitst zich in twee draadjes en ze worden naar twee kanten uit elkaar getrokken. De ene kern wordt twee kernen, en ook de hele cel splitst zich in tweeën. Dat is groeien! We weten tegenwoordig dat in die draadjes de eigenschappen van het leven zijn vastgelegd. Van sommige draadjes is zelfs precies bekend welk plekje bijvoorbeeld de oogkleur bepaalt en welk plekje bijvoorbeeld de lichaamslengte. We weten nóg meer. Die draadjes, die het eigenlijke leven uitmaken, bestaan uit miljoenen... atomen! Vooral atomen zuurstof, waterstof en koolstof, die samen een eenheid vormen. De atomen zijn dus niet alleen de bouwstenen van de dode stof, maar ook van de levende dingen. Het lijkt wel of in de atomen zelf al een heel klein beetje leven zit. Had je dat ooit gedacht?



EEN CEL

CEPHEÏDEN

Dit zijn veranderlijke sterren. Ze veranderen heel regelmatig van helderheid, sommige snel (bijvoorbeeld ieder uur), andere langzaam (bijvoorbeeld in een jaar). Hun naam hebben ze te danken aan een ster waarbij dit verschijnsel goed werd bestudeerd. De cepheïden zijn verschrikkelijk belangrijk gebleken om de grootte van het heelal te berekenen. Hoe helderder wij ze bij hun grootste lichtsterkte zien, hoe dichterbij ze staan. En omgekeerd: hoe minder helder, hoe verder weg. Dank zij de cepheïden hebben we pas goed begrepen hoe ontstellend groot het heelal is. De verste sterren die wij kennen staan twee miljard lichtjaren bij ons vandaan (dat wil zeggen dat het licht van die sterren maar liefst twee miljard jaar onderweg is voor het ons bereikt).

CHLOOR

In zout en bleekwater zit het 17e element, chloor. Ook in water en allerlei gesteenten zit het, altijd gebonden aan andere stoffen. Met elektriciteit kan chloor vrijgemaakt worden uit een oplossing van keukenzout. Het is een bleekgroen gas, dat zich weer snel met allerlei stoffen verbindt, soms met vuurverschijnselen (metalen) of zelfs een explosie (knalgas). Chloor heeft een sterk blekende werking en doodt bacillen. Het werkt prikkelend op de slijmvliezen. Veel chloor maakt het nóg erger: ademnood, bloed spuwen. Te veel chloor in de bodem is slecht voor de planten. Gooi dus nooit bleekwater op de bloemen!

CHROMOSOMEN

Zo worden de draadjes uit de celkern genoemd (zie cellen). Er zit het Griekse woord chroma in, dat kleur betekent. De chromosomen nemen namelijk gemakkelijk kleurstoffen op en kunnen dan beter bestudeerd worden.

CHROOM

Op veel auto's zie je sierranden van het 24e element, chroom. Het is een bros en toch hard metaal. In 1797 werd het ontdekt. Het is in de aardkorst verbonden met allerlei metalen en zuurstof. Chroom komt vooral uit Rusland, Turkije, Zuid-Afrika en van de Filippijnen. Het is van belang voor de veredeling van metalen. En voor het samenstellen van groene schildersverf. Ook bij het drukken van Taptoe speelt het een rol (verchromen van drukcilinders).

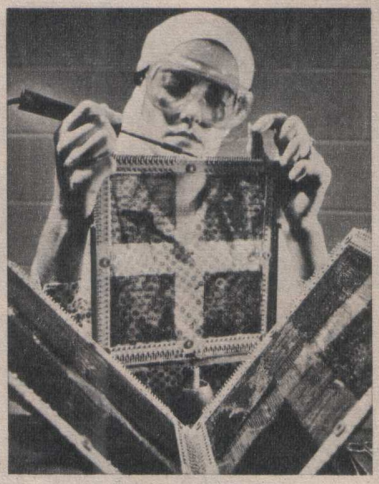
★ EEN PAARD GROEIT UIT DRAADJES

DE WERVELENDE WEREld

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

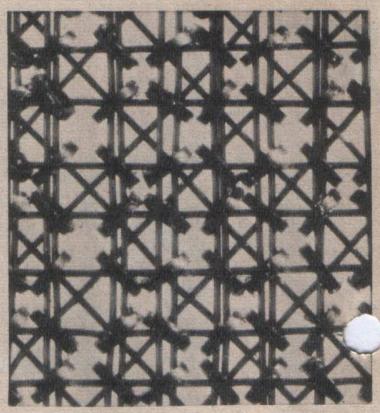
COMPUTER

Sommige mensen worden huiverig als ze over een „kompjoeter" horen praten. Ze zijn bang dat computers de aarde veroveren, dat ze ons tot slaven maken. Er komen steeds meer computers. Op kantoren zoeken ze razend snel namen en adressen op. Bij banken maken ze snelle berekeningen. In fabrieken bedienen ze machines. Voor geleerden goochelen ze in een uurtje uitkomsten te voorschijn, waar een mens wel een jaar voor moet cijferen. Bij de ruimtevaart besturen ze raketten en kunstmanen. En in de toekomst regelen ze het verkeer, loodsen schepen de haven binnen, ga zo maar door. En wat is een computer eigenlijk? Niets anders dan een machine. Wel een heel ingewikkelde, met een wirwar van draadjes en dingetjes in zijn buik. Hij kan heel snel zoeken en rekenen en andere machines laten ploeteren. In zijn geheugen kan hij duizenden weetjes vasthouden. Zo'n geheugen ziet er vaak uit als een stel kralenmatjes. Het zijn ringetjes, aan fijne stroomdraadjes geregen. Ringetjes van ferriet, een soort ijzer, dat gemakkelijk magnetisch wordt door een elektrisch stroompje. En dat zich door een ander stroompje al even vlug andersom magnetisch laat maken. Op hun beurt kunnen de ringetjes stroomstootjes in de draadjes opwekken. Er zou een hele Taptoe nodig zijn om uit te leggen hoe en waarom dat zo werkt. In ieder geval: de stroom komt precies waar hij zijn moet. Bijvoorbeeld bij de letter a van een elektrische schrijfmachine. Die tikt dan braaf die a. Of de stroom uit het geheugen laat een elektrische telmachine 653 optellen bij een vorig getal. Of de stroom laat een ponsmachine gaatjes slaan in een ponskaart. De computer gehoorzaamt zelf aan een programma dat een programmeur in het geheugen heeft vastgelegd. Zo'n programma kan heel lang en ingewikkeld zijn. Een stukje ervan is bijvoorbeeld zo: alle namen en adressen van de scholen uit Antwerpen opgeven en uitrekenen hoeveel Taptoes ze volgende week nodig hebben. Razend snel „tast" de computer zijn geheugen af en in minimum van tijd heeft de schrijfmachine de hele lijst keurig op papier staan. In het geheugen kunnen altijd veranderingen aangebracht worden, een nieuw adres bijvoorbeeld. Dat gebeurt door een ponskaart in de computer te steken. In zo'n ponskaart zijn gaatjes geslagen die letters en cijfers voorstellen. De computer „leest" en brengt de verandering aan.



„Matjes vlechten" voor een computer.

Hoe groot de inhoud van het ferrietgeheugen ook is, eens raakt het vol. Daarom brengt men de inhoud vaak over op de band van een speciaal soort bandrecorder. En nu kunnen er andere dingen in het geheugen, óók een nieuw programma. Zijn de oude gegevens weer nodig, dan gaat de computer op de band zoeken. Een bedrijf kan wel een hele bibliotheek van zulke banden hebben met miljarden gegevens erop. Elk jaar komen er betere computers op de markt, bijvoorbeeld met geheugens dun als vliesjes en stroompjes bijna zo snel als het licht. Over tien jaar zullen ze veel op de wereld veranderd hebben. Maar wij slaven? Kom nou! Het zijn alleen maar machines.



Een stukje door een loep bekeken.

CONDENSATOR

Ruim tweehonderd jaar geleden werd er een ontdekking gedaan waar onze radio- en televisietoestellen nu blij om lachen. Als een metaal elektrisch geladen is, maakt hij een metaal er vlakbij óók elektrisch. Tenminste, zolang ze elkaar niet raken, want dan vloeien de ladingen in elkaar over. Om een condensator (dat betekent zoveel als verdichter van elektriciteit) goed te laten werken, neemt men meestal plaatjes of opgerolde strookjes metaal, van elkaar gescheiden door iets dat de stroom niet geleidt (mica, plastic, glas, lucht). In een radio- of televisietoestel zitten wel honderd of meer kleine condensatortjes. Ze houden elektriciteit vast waar dat moet en geven die weer af wanneer dat nodig is. Er zitten ook enkele sterke condensators tussen, die je een hevige schok bezorgen als je ze aanraakt.

COSMOTRON

Een grote versneller van protonen, in 1952 in gebruik genomen in Amerika. Zie ook betatron en bevatron.

CURIUM

Een kunstmatig gemaakt element, het 96e. Het ontstaat als het element plutonium gebombardeerd wordt met alfadeeltjes. Na een maand of vijf is de helft alweer verdwenen.

★HOEVEEL TAPTOES IN ANTWERPEN?

DE WERVELENDE WEREID

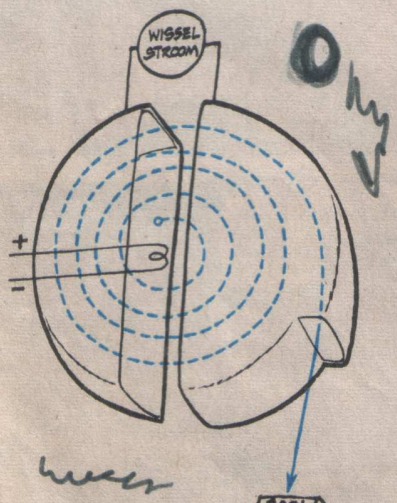
SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

COULOMB

Een maat om elektrische ladingen te meten. Weet je wat een elektrische lading is? Een tekort of een teveel aan elektronen en dat veroorzaakt spanningen. Een lading van 1 coulomb wil zeggen dat er 6.200.000.000.000.000.000 elektronen ontbreken of over zijn. Knap, hè, van de geleerde die dat uitgerekend heeft. Kun je dat enorme getal uitspreken? Meten met coulomb is bijvoorbeeld belangrijk om na te gaan tot hoever een condensator (Taptoe 9) geladen kan worden. O wee, als een te kleine condensator op een verkeerde plaats in de televisie zit. Dan iedereen maar mopperen over het slechte beeld!

CYCLOTRON

Het eerste toestel waarmee protonen (de deeltjes uit de atoomkern) een geweldige snelheid gegeven kon worden. Het voornaamste van een cyclotron zijn twee halve platte ronde dozen, maar dan heel grote. Met behulp van wisselstroom en sterke magneten worden de protonen gedwongen rond te cirkelen.



Omdat ze geregeld een fiks elektrisch duwtje krijgen, neemt hun snelheid voortdurend toe, zodat de cirkels steeds wijder worden en de weg van de protonen een spiraalvorm krijgt. Tenslotte zijn ze dicht genoeg bij de wand om door een opening weg te schieten. Uit het cyclotron zijn allerlei andere „tronnen" ontwikkeld, die de protonen nog véél meer versnellen. Een cosmotron (Taptoe 9) tienmaal sneller, een bevatron (Taptoe 5) twintigmaal sneller. In een nieuwe soort versnellers razen de protonen wel dertig- tot vijfenvijftigmaal sneller naar buiten. Met zulke voortsuizende protonen kan men de kleinste atoomdeeltjes aan flarden schieten. En dan maar kijken uit wat voor wonderlijke brokjes die atoomdeeltjes nu eigenlijk bestaan. Dat zijn de onderzoekers tegenwoordig hard aan het bestuderen. Wie weet wat we er nog van te horen krijgen!

DAMPKRING

De hele aardbol is gehuld in een wolk van gassen. We voelen er ons kiplekker in, erbuiten zouden we onmiddellijk de laatste adem uitblazen. De lucht is een mengsel van veel stikstof en genoeg zuurstof. Als er alleen stikstof was, zouden we weldra gestikt zijn. Ons lichaam heeft zuurstof nodig om op temperatuur te blijven. Maar een dampkring van alleen zuurstof is ook weer niet zo best: de aarde zou bij het geringste vonkje in brand vliegen. Stikstof houdt die opvliegende zuurstof in bedwang. Verder bevat de lucht nog kleine hoeveelheden van tien andere gassen, waaronder koolzuur (dat ademen de planten in), jodium en waterstof. De dampkring gaat tot ongeveer duizend kilometer hoogte, maar twintig kilometer boven de grond is hij al zó ijl dat we vergeefs naar adem snakken. De dampkring wordt verdeeld in drie lagen. Eerst de troposfeer, een kilometer of vijftien dik maar, waarin wij leven en de wolken drijven en het weer zich afspeelt. Dan de stratosfeer, tot tachtig kilometer hoogte, waar zeer sterke windstromen staan. En tenslotte de ionosfeer met poollicht en andere elektrische verschijnselen.

DEPRESSIE

Een gebied met minder luchtdruk dan normaal. Er stroomt lucht naar toe uit gebieden met hogere luchtdruk: wind of storm. Vaak

vliegen koude en warme winden elkaar in de haren. Meestal ontstaan er flinke plensbuien, soms zelfs onweer.

DETECTOR

Zonder detector zou een radio geen kik geven en het televiescherm zou leeg blijven. Het is namelijk zo dat de elektrische trillingen die via de antenne binnenkomen niet zo maar te gebruiken zijn. Er zijn trillingen bij die de weg versperd moet worden, alleen de bruikbare mogen verder. Dat werkje knapt de detector op. Detector betekent ontdekker. Die ontdekker is niet groot. Het is een radiolampje. Of iets dat veel lijkt op een transistor: een germaniumdiode.

DEUTERIUM

Dat is zware waterstof. Waterstof is het lichtste element dat bestaat, zó licht dat het zelfs tussen de sterren zweeft. De atomen hebben maar één deeltje in de kern. Maar er bestaan ook waterstofatomen met twee kerndeeltjes. In bijna alle water zit wat van zulke zware waterstof.

★ STIKSTOF, OM TE STIKKEN

DE WERVELENDE WEREld

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

DIESELMOTOR

Het grote voordeel van een dieselmotor is dat hij werkt op olie, en die is heel wat goedkoper dan benzine. Toch zal er in vaders auto wel geen dieselmotor zitten, denk ik. Hij wordt meer gebruikt in grote vrachtauto's, schepen en locomotieven. Het hart van elke verbrandingsmotor, of die nu op benzine of op olie werkt, is de cylinder. Daarin beweegt een zuiger op en neer. Een fietspomp lijkt er wel wat op: een lange cylinder, met een zuiger erin, die je met de hand op en neer haalt. De zuiger van een motor blijft in beweging door de ontploffingen van de benzine- of oliedampen. De moeilijkheid bij olie is dat die niet zo gemakkelijk ontploft. Daarom werkt een dieselmotor als volgt. Als de zuiger omhooggaat, perst hij de lucht samen. Dat gebeurt met zo'n snelheid dat de samengedrukte lucht gloeiend heet wordt, wel zevenhonderd graden. Precies op het goede ogenblik worden er wat fijne druppeltjes olie in de hete lucht gespoten en. . . plof! De zuiger slingert met geweld terug en kan opnieuw beginnen lucht samen te persen. Om te voorkomen dat de motor door de hevige druk uit elkaar springt, moet hij nogal stevig gebouwd worden. En dat maakt hem wat te log voor vaders auto. Toch zijn er wel personenauto's met een dieselmotor. Je moet eens opletten wat een brede neus die hebben.

DIERENTAAL

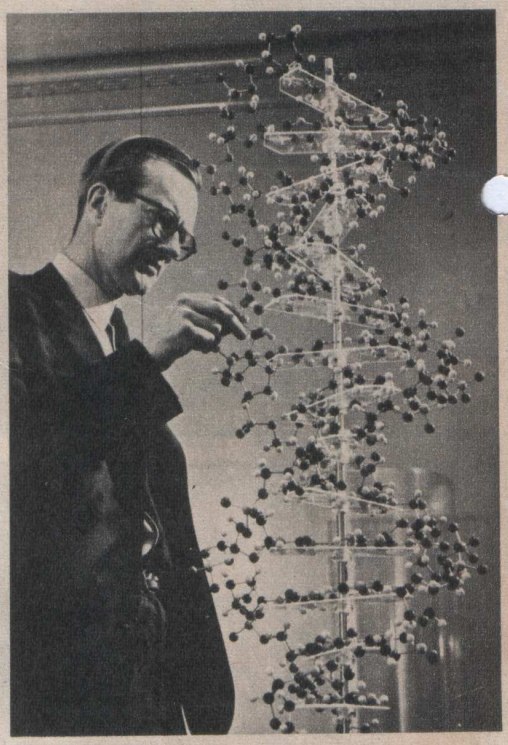
Geleerden denken over de gewoonste dingen diep na. Door klanken en gebaren kunnen de mensen elkaar van alles duidelijk maken. Dat noemen we taal. Als je daar eens goed op doordenkt, kom jij misschien ook op de gedachte dat dieren eigenlijk ook een taal hebben. Wel geen taal met mooie woorden en diepe gedachten, maar ze maken elkaar toch van alles duidelijk door geluiden en bewegingen. Denk maar eens aan de bijendans, waarover je in Taptoe 7 hebt kunnen lezen. Bijentaal! Als je een hond of poes hebt, weet je dat zo'n dier je heel goed aan je verstand weet te brengen wat het wil: een lekker hapje, of met je spelen, of wat ook. Dat zou je honden- of poezentaal kunnen noemen. Iemand die jarenlang het leven van de kraaien bestudeerde, ontdekte dat die zwarte vogels van spelletjes houden. Eén kraai kruipt weg tussen dichte takken of in een holte. De andere roepen en gaan op zoek. Hebben ze hun makker ontdekt, dan krijsen ze hevig en fladderen wild in het rond. Net of ze ontzaglijk veel pret hebben. Kraaientaal! Let maar eens goed op de dierentaal.

DIODE

Een heel belangrijk onderdeeltje in radio's, televisies en andere elektronische apparaten. Het ziet eruit als een lampje, of nóg eenvoudiger als een soort lang snoepje. Het lampje is luchtledig. Er zit een klein gloeidraadje in, maar dat dient alleen om warmte op te wekken. Veel belangrijker zijn de twee draadjes, die wel het lampje ingaan, maar elkaar niet raken. En tóch, als de stroom uit de goede richting komt, dan wippen er miljarden elektronen door het luchtledige over naar het andere draadje. Er is dan een normale elektrische stroom. Andersom gebeurt er niets. Het andere draadje heeft altijd elektronen te kort en van die kant kan er dus ook nooit stroom komen. Het „snoepje" werkt ongeveer op op dezelfde manier, maar zit veel simpeler in elkaar. Het is een eenvoudig soort transistor. Waarvoor een diode gebruikt wordt? Om de wisselstroom, die uit het stopcontact komt, om te zetten in gelijkstroom, want radio en televisie kunnen op wisselstroom niet werken. Ook om de stroom te beletten een verboden richting te kiezen. En in weer een ander geval om radiogolven in geluid om te kunnen zetten (Taptoe 10: detector). In een computer zitten ontzaglijk veel diodes.

DNA

De belangrijkste stof in ons lichaam. De celkernen zijn ermee gevuld. H zijn de chromosomen, de draadjes van het leven. Die stof bestaat uit een heel ingewikkelde combinatie van honderdduizenden atomen. Vooral atomen waterstof, koolstof, zuurstof, fosfor. Zo'n combinatie ziet eruit als een heel lange sliert, niet recht, maar spiraalvormig (ongeveer als een kurketrekker). Hierin zitten de eigenschappen van mens of dier verborgen. Voor elk wezen een andere combinatie van atomen. Wonderlijk dat de geleerden dat hebben kunnen ontdekken!



Model van een DNA-sliert uit ons lichaam, natuurlijk heel sterk vergroot.

WAT PLOFT ER IN DE MOTOR ?

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

Draaggolven

Heel belangrijk om radio- en televisieuitzendingen mogelijk te maken. De uitvoering wordt opgevangen door een microfoon of televisiecamera. Zo'n apparaat zet geluid of beeld om in elektrische trillingen. Vrij langzame trillingen. Want als ze in de zendantenne terechtkomen, gebeurt er niets. Er moeten andere, véél snellere trillingen aan worden toegevoegd. En die veroorzaken elektromagnetische golven rondom de antenne. Ze planten zich voort zoals watergolven wanneer je een steen in de vijver mikt, alleen veel en veel sneller, zo snel als licht. Onze huisantennes worden erdoor geraakt en de elektronen daarin beginnen in hetzelfde ritme een rondedans. Op die manier komen de trillingen onze toestellen binnen. Daar moeten de zeer snelle trillingen uitgezeefd worden, want de langzame kunnen nu het werk verder alleen opknappen (zie ook detector en diode). De snel trillende elektromagnetische golven hebben de langzame trillingen meegedragen, vandaar de naam draaggolven. Het aantal trillingen per seconde van zo'n draaggolf loopt van honderdduizend tot wel honderdmiljoen. Geluidstrillingen zijn veel langzamer: van maar twintig tot twintigduizend in een seconde.

Dubbelsterren

Er zijn twee soorten dubbelsterren. Bij de eerste soort lijkt het maar of ze vlak bij elkaar zijn. In werkelijkheid staat de een misschien wel miljarden kilometers voorbij de andere. De echte dubbelsterren staan wél vlak bij elkaar, ja, ze draaien zelfs om elkaar heen. Er zijn nu zo'n 25.000 echte dubbelsterren bekend, maar er kunnen er nog heel wat meer zijn: het heelal is zó uitgestrekt. Het komt ook voor dat drie of meer sterren om elkaar draaien.

Dwergsterren

Sterren zijn niets anders dan zonnen, die alleen door hun grote afstand zo klein lijken. Sommige sterren zijn wel honderd keer groter dan onze eigen zon. Er zijn er echter ook die veel en veel kleiner zijn. Toch zijn ze nóg heter en minstens net zo zwaar als de zon. Omdat hun licht zo wit is, worden ze witte dwergen genoemd. Lang geleden zijn het normale sterren geweest. Daarna begonnen ze uit te zetten tot reuzensterren en ploften nog later plotseling in elkaar. De atomen van de witte dwergen zitten zó dicht opeengepakt, dat de kernen elkaar bijna raken. En omdat je al weet dat het gewicht van een stof in de atoomkern zit, begrijp je wel dat een handjevol van zo'n witte dwerg ontzaglijk zwaar moet zijn. Zó zwaar dat je er eenvoudig door verpletterd zou worden. Oppassen dus voor die witte dwergen!

Dynamo

Heb jij een dynamo op je fiets? Hoe is het mogelijk dat daar stroom uitkomt? Om dat goed te begrijpen moet je op de eerste plaats weten dat magnetische en elektrische stroom sterke invloed op elkaar hebben. In de dynamo draait een magneet snel rond. De magneet is omringd door veel windingen van een elektrische draad. Daarin ontstaan, door het wentelen van de magneet, elektrische stromen. En. . . je voor- en achterlicht kunnen branden. Zie ook elektromotor, Taptoe 13.

Dysprosium

Een element waar bitter weinig over te vertellen valt. Het komt in de aardkorst niet zoveel voor en het wordt ook nergens voor gebruikt. Het is een metaal, het 66e element.

Edelgassen

Levende wezentjes, die uit maar één cel bestaan. Die cel doet alles zelf: ademen, eten, bewegen, zich delen. Een echte doe-het-zelver. Er zijn miljarden van zulke eenzaam levende cellen, vooral in de zee. Ze zijn zo klein dat ze door een microscoop bekeken moeten worden. Uit de eencelligen zijn alle planten en dieren ontstaan, die — zoals je weet — uit veel cellen zijn opgebouwd.

Eencelligen

Kunnen gassen edel zijn? Och, het is maar een naam. Het zijn gassen die zich met geen enkele stof verbinden. Ze zijn daarom ook niet giftig of brandbaar. Ze zweven in kleine hoeveelheden rond in de lucht om ons heen. Het zijn allemaal elementen: helium, neon, krypton, argon, xenon en radon.

★ OPPASSEN VOOR WITTE DWERGEN!

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

EDELGASSEN

Weet je waarom sommige gassen edel genoemd worden? Omdat ze altijd zichzelf blijven. Ze verbinden zich voor geen goud met andere elementen. Daardoor kunnen ze nooit ontploffen of branden, want die verschijnselen ontstaan alleen als atomen zich verbinden. De zes edelgassen adem je iedere dag in. Het zijn helium, neon, argon, krypton, xenon en radon.

EENCELLIGEN

De meeste zijn te klein om ze te kunnen zien. En toch weten we dat er in water en vochtige aarde miljarden diertjes en plantjes leven die uit maar één cel bestaan. Die ene cel neemt voedsel op, beweegt zich en splitst zich af en toe in twee nieuwe wezentjes. Alle leven op aarde is met de eencelligen begonnen. In de loop van miljarden jaren hebben zich daaruit de grote, samengestelde planten en dieren ontwikkeld. Maar nog altijd zijn er véél meer eencelligen. Sommige hebben wonderlijke vormen: klokjes, zonnetjes, pantoffeltjes.

EINSTEINIUM

Het 99e element is genoemd naar de beroemde onderzoeker Einstein. Het komt niet op aarde voor, de kern is te zwaar en valt snel uiteen. Langs kunstmatige weg kan men het samenstellen.

ELEKTRONEN

Elektronen flitsen om de atoomkern. Elk proton in de kern trekt één elektron sterk aan. Daarom zijn er altijd precies evenveel elektronen als protonen. Dat weet je allemaal al uit Taptoe 2. Nu zijn er elektronen die dicht om de kern draaien, andere blijven er wat verder vandaan, weer andere houden nog meer afstand. Die verschillende afstanden noemt men schillen. Een waterstofatoom met zijn ene elektron heeft natuurlijk maar één schil. Een zuurstofatoom telt twee schillen: de binnenste met twee elektronen, de buitenste met zes. In een ijzeratoom zijn vier schillen, met 2, 8, 14 en 2 elektronen. Het zware einsteiniumatoom heeft maar liefst zeven schillen, met achtereenvolgens 2, 8, 18, 32, 29, 8 en 2 elektronen! Hoe ze dat zo precies te weten gekomen zijn is te ingewikkeld om hier even te vertellen. In ieder geval heeft elk atoom altijd een buitenste schil. En met dié schil hebben wij in het dagelijks leven het meest te maken. Wat wij gewoonlijk zien en merken en voelen van de dingen komt door de buitenkant van de atomen! Elementen met dezelfde buitenkant lijken sterk op elkaar. Denk maar aan de zes edelgassen, die hebben allemaal acht elektronen in de buitenste schil. Zuurstof met zijn zes buitenelektronen is heel anders. Die buitenkant grijpt zich gretig vast aan de buitenkant van atomen met maar één elektron: waterstof (er ontstaat dan water), natrium, kalium. En wat trager aan andere stoffen, bijvoorbeeld ijzer, met zijn twee buitenelektronen. Ijzer roest langzaam. Roest is de verbinding van zuurstof met ijzer.

Het atoom: een kern en elektronen.

ELEKTRICITEIT

Koper, zilver, aluminium en ijzer zijn wel stevige metalen, maar de buitenste elektronen van hun atomen zitten verschrikkelijk los. Er hoeft maar weinig te gebeuren om ze in beweging te krijgen. Dat lukt al met een batterij. Die zuigt elektronen uit een metaaldraad en spuit ze er aan de andere kant weer in. De ertussen liggende buitenelektronen beginnen wild mee te bewegen en zo ontstaat er een elektrische stroom. In een elektrische centrale werken ze met generatoren (zie Taptoe 17), die duizendmaal krachtiger zuigen en spuiten. Er zijn veel stoffen waarvan de elektronen veel moeilijker stromen. Ze botsen vaak tegen atomen en er ontstaat daarbij warmte of zelfs licht. Met zulke metalen werken elektrische kacheltjes en gloeilampen. Bij nog weer andere stoffen kunnen de elektronen zich niet verplaatsen. Die zijn mooi te gebruiken om stroomdraden af te schermen, zodat je ze rustig beet kunt pakken.

ELEKTRONENMICROSCOOP

Een gewone microscoop van goede kwaliteit kan 2500 maal vergroten. Dat is heel wat. Een stofje van 0,0004 millimeter (onzichtbaar voor ons oog), wordt dan een duidelijk punt van 1 mm. Bij nog verdere vergroting wordt het beeld wazig of blijft helemaal weg. Met een elektronenmicroscoop is verdere vergroting wél mogelijk. Stofjes van 0,00001 mm worden daarmee duidelijk zichtbaar gemaakt op een soort televiesiescherm. Hij werkt niet met lichtstralen, maar met elektronenstralen, die uit elkaar gebogen worden door magneten. Jammer genoeg zijn atomen juist iets te klein om goed zichtbaar te worden. Daarom proberen de onderzoekers een nóg sterkere microscoop te maken. Zie daarvoor protonenmicroscoop, Taptoe 36.

★ DE GRIJPENDE BUITENKANT

DE WERVELENDE WEREld

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

ELEKTROMAGNEET

Ken je Jan? O, hij is zo handig! Op een keer knutselde hij het volgende in elkaar. Hij nam een flinke spijker en draaide er een dunne stroomdraad een heleboel keren omheen. De windingen legde hij zorgvuldig naast elkaar. Daarna maakte hij de draadeinden bloot en bevestigde ze aan de lipjes van een batterij. Op hetzelfde ogenblik was de spijker magnetisch! Als Jan de verbinding met de batterij verbrak, was ook het magnetisme verdwenen. Hij had een kleine elektromagneet gemaakt. Er bestaan heel krachtige elektromagneten, die op een sterke stroom werken. Zo'n elektromagneet is gemakkelijk om bijvoorbeeld een schip met ijzererts te lossen. De elektromagneet, hangend aan een hijskraan, zakt in het ruim. Een druk op een knop schakelt de stroom in en. . . floep! een grote massa ijzererts kleeft aan de elektromagneet. Het wordt omhoog getild, boven de stortplaats gedraaid en daar valt het neer zodra de stroom is uitgeschakeld. Elektromagneten kun je ook vinden in elektrische bellen, elektromotoren, computers en nog veel meer apparaten.

ELEKTROMOTOR

Een elektromotor werkt net andersom als je dynamo uit Taptoe 12. In een dynamo is het een draaiende magneet die een elektrische stroom doet ontstaan. Terwijl in een elektromotor het juist de stroom is die een magneet laat draaien! Dat gaat bijvoorbeeld zó. Door een wisselstroom (uit elk stopcontact komt wisselstroom) wordt een grote elektromagneet nu eens in de ene, dan weer in de andere richting gemagnetiseerd. Daardoor trekt hij van een echte magneet nu eens het ene einde, dan weer het andere einde aan. Dat maakt die echte magneet als het ware dol en hij begint wild te bewegen. Maar omdat hij in het midden aan een as vastzit, wordt dat wilde bewegen snel draaien. De as draait natuurlijk mee. Die steekt buiten de motor uit. Als daar een wiel aan zit, draait dat even hard mee. Een elektromotor zit bijvoorbeeld in een stofzuiger, in een wasmachine, in vaders scheerapparaat en in een ventilator.

ELEKTROMAGNETISCHE GOLVEN

Als elektronen razend snel heen en weer worden gejaagd in laten we zeggen een draad, dan gebeurt er iets merkwaardigs. Er ontstaan golvingen buiten de draad. Natuurlijk heb je wel eens iets in het water laten vallen. Je ziet dan een kring van golven ontstaan, die wijder en wijder wordt. De golven planten zich voort, zo noemt men dat. Op dezelfde manier planten ook de geheimzinnige golven om onze draad zich voort, alleen veel en veel sneller, snel als het licht. Binnen twee seconden spoelen ze al tegen de maan! Wat er precies golft is niet bekend. Lucht kan het niet zijn, want de golven planten zich ook in het luchtledige voort. Ze heten elektromagnetische golven. In metaal doen ze elektrische stroompjes ontstaan, ijzer wordt er een beetje magnetisch van. Van de elektromagnetische golven wordt druk gebruik gemaakt bij radio- en televisieuitzendingen. Zie daarvoor bij draaggolven in Taptoe 12. Maar in nog veel andere gevallen spelen elektromagnetische golven de eerste viool. Bijvoorbeeld bij licht. Ja, ook licht bestaat uit niets anders dan elektromagnetische golven, al kun je in dit geval beter van golfjes spreken, want ze zijn uiterst fijn. Ze ontstaan door het trillen van de elektronen in de atomen. Onze ogen doen dienst als een soort antennes. Tot de elektromagnetische golven horen verder nog: radar, infrarode straling (warmte), ultraviolette straling (onzichtbaar licht), röntgenstraling, gammastraling (die ontstaat bij atoomsplitsing) en kosmische straling (uit het heelal afkomstig). De gammastralen zijn buitengewoon gevaarlijk. Ze doen de atoomkernen van ons lichaam uit elkaar trillen.

Onze ogen: antennes!

ELEMENTEN

De elementen zou je de grondstoffen kunnen noemen waaruit alle samengetelde stoffen zijn opgebouwd. Elementen bestaan uit atomen van dezelfde soort. Er zijn er op aarde 92. Ze worden genummerd van het lichtste (waterstof) tot het zwaarste (uranium). Bovendien zijn er 12 nóg zwaardere elementen kunstmatig samengesteld. Die vallen weer snel uiteen.

ERBIUM

Het 68e element, heel zeldzaam. Het ziet eruit als metaal.

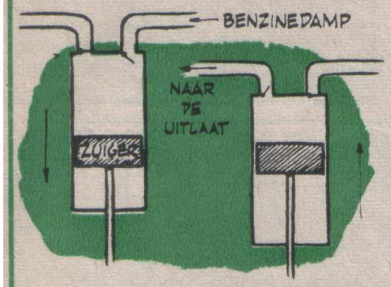
EUROPIUM

Dit 63e element werd 70 jaar geleden na heel lang zoeken gevonden in samarskiet, een steensoort uit de aardkorst. Even zeldzaam als erbium.

★ WAT GOLFT ER TOCH ?

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

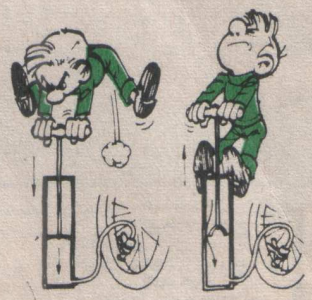


EXPLOSIEMOTOR

Ontploffingen kunnen gevaarlijk zijn, maar de kleine ontploffingen in een automotor doen geen kwaad. Ze doen juist heel nuttig werk, want ze brengen assen en wielen in beweging. Een ander woord voor ontploffing is explosie. In een explosiemotor ontploft benzinedamp. Dat gebeurt in de cylinder, een stevige metalen bus. Een zuiger jaagt daarin snel op en neer. Precies op tijd klapt boven in de cylinder een klepje open, net een deurtje. Een klein beetje benzinedamp wolkt naar binnen, het deurtje sluit zich weer. Daar komt de zuiger omhoog, de damp wordt samengeperst. Opeens springt er een vonk door de damp (daar zorgt de „bougie" voor) en. . . plof! Door de explosie krijgt de zuiger nieuwe vaart en schiet met geweld terug. Een tweede klepje gaat nu open, dat verbinding geeft met de uitlaat. De zuiger komt voor de tweede maal omhoog en drukt de verbrandingsgassen naar buiten. Het klepje gaat dicht, de zuiger zakt weer en alles begint van voren af aan. Voor elke ontploffing moet de zuiger dus twee keer heen en twee keer terug. Je hebt hier te doen met een viertaktmotor, zoals bijna alle auto's die bezitten. In een bromfiets vind je meestal een tweetaktmotor. Na het omhooggaan van de zuiger ontploft de benzinedamp, bij het terugkeren worden de gassen uitgedreven. Dit soort motor is eenvoudiger en dus ook goedkoper. Ook al omdat er geen kleppen in zitten, spleten zijn al voldoende

FIETSPOMP

Het geheim van de fietspomp moet je zoeken in de buis, niets anders dan een soort lange cylinder. Onder aan de stang zit de zuiger, een heel simpel schijfje van rubber. Duw je de stang omlaag, dan wil de lucht onder het schijfje naar boven ontsnappen. Maar daarbij drukt hij de randen van het schijfje stevig tegen de wanden van de buis. De lucht kán dus niet ontsnappen en wordt door het ventiel van de



band geperst. Als je kracht genoeg zet tenminste. Trek je de stang omhoog, dan duwt de buitenlucht de randen van het schijfje omlaag en kan er vrij langs stromen. Zo komt er onder de zuiger een nieuwe luchtvoorraad, die je ook weer door het ventiel kunt persen.

FILM

Een film beweegt natuurlijk niet echt. Dat lijkt maar zo omdat je ogen niet zo vlug kunnen volgen wat er gebeurt. Heel snel achter elkaar krijg je een heleboel plaatjes te zien, 16 à 24 in een seconde. Elk plaatje is een heel klein beetje anders dan het voorgaande. Onze ogen laten zich bedriegen — gelukkig maar! — en het lijkt of het beeld echt beweegt. Maar in werkelijkheid krijg je dus een hele reeks losse foto's te zien. Voor de bioscoop maken ze de opnamen op een tamelijk brede filmstrook van 3½ cm. Een hoofdfilm van anderhalf uur zit op een strook die wel 2½ kilometer lang is! Er staan wel honderdvijfentwintigduizend fotootjes op! Heeft je vader een filmcamera? De filmstrook die hij daarvoor gebruikt is minder breed, meestal 8 mm. Waarvoor dienen de gaatjes eigenlijk die je altijd in een filmstrook ziet? In de camera draait een wieltje met tandjes. De tandjes grijpen in de gaatjes en trekken de film telkens een eindje verder, zodat er voortdurend nieuwe opnamen gemaakt kunnen worden. Tussen twee opnamen in is de lens even gesloten, er kan dan geen licht op de film vallen. Ook in de projector draait zo'n tandwieltje. Het trekt telkens een volgend plaatje voor de lens. Ook hier wordt het licht iedere keer even onderbroken. Je ogen werken te traag om waar te nemen dat het tussen twee beelden in heel even donker is. Alleen als de filmprojector te langzaam draait merk je er iets van, dan flikkert het beeld.

FLITSAPPARAAT

Een flitslampje is gevuld met een stof die in een flits verbrandt zodra de gloeidraad gaat gloeien. Het lampje is daarna vernield. Er zijn ook elektronenflitsers. Het voornaamste hiervan is een glazen buisje (niets dan een lampje eigenlijk), gevuld met een gas dat xenon heet. Zodra er elektronen doorheen schieten licht het gas even fel op. Er wordt hierbij niets vernield, inzetten van een nieuw lampje is dus niet nodig.

FLUOR

Dit gas heeft een zwakke geelgroene kleur. Maar je krijgt het niet gauw te zien, want het verbindt zich heel snel met andere stoffen, vooral met waterstof. Het email van onze tanden schijnt fluor nodig te hebben. Daarom wordt een beetje aan het drinkwater toegevoegd. Te veel is echter gevaarlijk voor ons lichaam. Fluor is het 9e element.

★ EEN MOTOR MET DEURTJES

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

FOSFOR

In de botten van je lichaam zit behalve calcium en fluor ook het 15e element: fosfor. Je krijgt fosfor niet zomaar te zien, want het verbindt zich o zo gauw met zuurstof. Zuivere fosfor is geelachtig wit. Het ontvlamt snel en is heel vergiftig. Het moet onder water bewaard worden. Er is echter ook rode fosfor. Die ontstaat na dagenlange verhitting van de gele vorm. Rode fosfor verbindt zich uiterst langzaam met zuurstof en is daardoor veel gemakkelijker te bewaren. Fosfor wordt verwerkt in lucifers en wasmiddelen. Alle vruchtbare grond bevat fosfor, want planten groeien zonder dat element niet zo best.

FOTOGRAFEREN

Foto komt van een Grieks woord, dat licht betekent. Het licht speelt bij fotograferen immers de hoofdrol. Alle voorwerpen weerkaatsen het licht van de zon, het ene weinig, het andere veel. Kijk maar eens om je heen, dan zie je de duizenden verschillen in lichtsterkte. Al die lichtsoorten gaan door de lens (zie Taptoe 28) en vallen op de film. De stof die daarop zit — veelal zilverbromide —wordt zwarter naarmate er meer licht op valt. De plekjes waarop het meeste licht valt worden diep zwart, de plekjes waarop weinig licht valt veranderen nauwelijks en blijven heel licht. Zo worden alle lichtverschillen vastgelegd. De volle film moet natuurlijk in het donker uit het toestel worden gehaald, anders zou er nóg eens licht op vallen. En dan krijg je overbelichte foto's waarop niets meer te zien is. Eerst wordt nu de film gefixeerd, dat wil zeggen zó bewerkt dat de lichtgevoelige laag niet meer kan veranderen. Daarna kun je de negatieven bewonderen. Alles wat wit moet zijn is daarop zwart en omgekeerd. Veel heb je daar dus niet aan. Daarom maakt de fotograaf van die negatieven nóg eens foto's. Zo komen dan de positieven te voorschijn, waarop de wereld te zien is zoals hij hoort te zijn.

Tril niet zo!

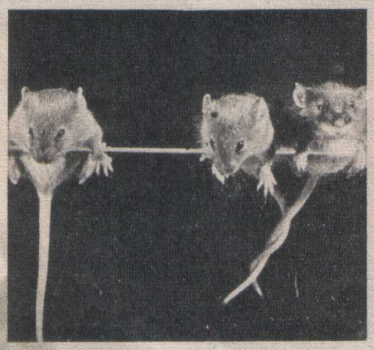
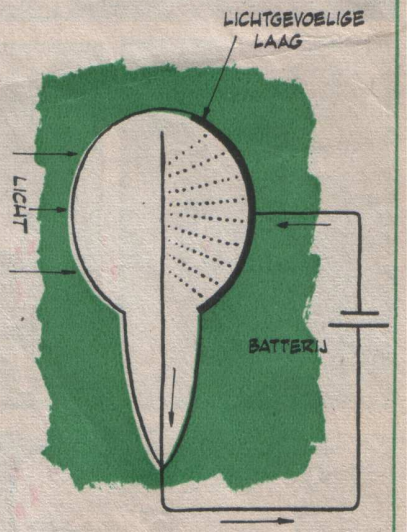


FOTO-ELEKTRICITEIT

Foto betekent licht. En wat is licht? Een razend snelle trilling. Als fel licht valt op een stof waarvan de elektronen nogal los zitten (bij veel metalen is dat zo) dan trillen een aantal elektronen los en spatten als het ware omhoog. Ze vallen echter weer even snel terug.

FOTO-ELEKTRISCHE CEL

Op het verschijnsel van de foto-elektriciteit berust de foto-elektrische cel. Het is een soort lampje, waarvan de achterwand is bestreken met een stof waaruit gemakkelijk elektronen opspatten als er licht op valt. De elektronen krijgen geen kans om terug te vallen, want ze worden sterk aangetrokken door een metaaldraadje dat aangesloten is op een batterij. Via de andere lip van de batterij komen de elektronen terug in de lichtgevoelige stof en springen opnieuw over. Zo ontstaat er een elektrisch stroompje, waarmee andere toestellen aan het werk gezet kunnen worden. Bijvoorbeeld om een deur automatisch open en dicht te laten gaan. Als je op zo'n deur toeloopt, moet je tussen een lampje en een foto-elektrische cel door. Je onderbreekt dus het licht en daarmee de stroom. Dat heeft tot gevolg dat er een elektromotor begint te werken die de deur opentrekt. Een andere toepassing is: de aankomst bij een hardloop- of wielerwedstrijd automatisch fotograferen. Zodra iemand de eindstreep over komt, onderbreekt hij de belichting van een foto-elektrische cel. Op hetzelfde ogenblik wordt de camera aan het werk gezet: knip! En na het ontwikkelen is dan precies te zien hoe de volgorde van aankomst was (finish-foto).



FREQUENTIE

Dit betekent eigenlijk: zó vaak. Ze geven met dit belangrijke woord aan hoe vaak iets trilt in bijvoorbeeld een seconde. Zo ligt de frequentie van het geluid tussen 16 en 25000 trillingen in een seconde. De frequentie van radiogolven loopt van 30.000 tot 3 biljoen trillingen per seconde. De frequentie van licht is meer dan drieduizend biljoen trillingen in een seconde!

GAMMASTRALEN

Dit zijn net als radiogolven en licht elektromagnetische golven. Maar de frequentie is nog wel miljoen keer hoger dan die van licht. Ze zijn buitengewoon gevaarlijk voor ons lichaam: ze trillen de atomen uit hun verband. Ze ontstaan bij kernsplitsing.

★ HOE SNEL TRILT LICHT ?

DE WERVELENDE WEREld

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

GETIJDEN

Eb en vloed ontstaan door de aantrekkingskrachten van zon en maan. De maan trekt het water het sterkst aan. Natuurlijk! Die is het dichtst bij. Soms werken zon en maan in dezelfde richting (bij volle maan en nieuwe maan). Door die samenwerking wordt de vloed dan zeer hoog: springtij. In andere gevallen werken ze elkaar tegen (eerste en laatste kwartier). De vloed is dan minder hoog en wordt doodtij genoemd. Als er alleen maar water op aarde was, zouden eb en vloed mooi regelmatig verlopen. Maar door het land komt van die regelmaat niet veel terecht. In nauwe doorgangen wordt het water hoog opgestuwd. Langs de Belgische kust is het verschil tussen eb en vloed 4 meter, in Antwerpen zelfs 4½ meter. In Zeeland is het verschil 3½ meter, langs de Hollandse kust 1½ meter, bij Delfzijl ruim 2½ meter. Verschrikkelijk groot is het verschil bij de Franse kust langs Het Kanaal, te St. Malo wel 12 meter bij springtij! Het record is te vinden aan de Amerikaanse oostkust, in de Baai van Fundy: 15½ meter! Eb en vloed verplaatsen zich in een dag om de aarde, zo is onze indruk. In werkelijkheid blijven eb en vloed ongeveer op dezelfde plaats en draait de aarde er onder door! Die watermassa biedt veel weerstand. Dat remt de aarde af, zodat die steeds langzamer gaat draaien. Zelfs in duizend jaar merk je daar bitter weinig van, maar over vele miljarden jaren zal de dag net zo lang geworden zijn als 47 dagen van nu. Jammer dat we dat niet meer meemaken!

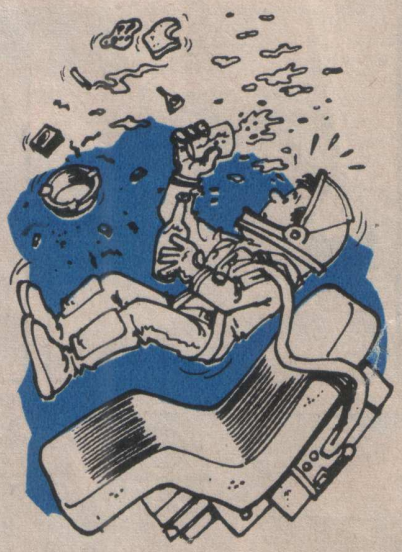
GEUR

Hoe komt het dat je iets kunt ruiken? Dat hebben de atomen en moleculen (groepjes atomen) op hun geweten. Ze raken los, zweven rond en komen ook je neus binnen, waar ze je reukzenuwen prikkelen. Bij hete soep bijvoorbeeld zie je de moleculen duidelijk opstijgen: de damp die eraf komt. Maar ook als je iets ruikt zonder damp of rook te zien, zijn er atomen en moleculen aan het werk. Zoek maar eens iets dat er stevig uitziet en toch duidelijk geurt. Kun je je voorstellen dat daar zoveel atomen afkomen?

GEWICHT

Hoeveel weeg je? Als je je op de maan weegt zul je merken dat je daar heel wat lichter bent. En op de reuzenwereld Jupiter ben je zó zwaar dat je niet eens overeind kunt blijven. Gewicht is dus iets dat helemaal niet zo vast staat. Het hangt af van de kracht waarmee je naar de grond getrokken wordt. Zelfs op aarde zijn er verschillen. Als je op de noordpool op de gram af 40 kilo weegt, dan ben je op de evenaar 200 gram lichter. Dat komt doordat de aarde bij de polen is afgeplat. Je bent iets dichter bij het middelpunt van de aarde en wordt iets sterker aangetrokken.

GEWICHTLOOS



Je hebt vast wel eens een verhaal gelezen over maanreizigers die onderweg hun gewicht verliezen en door het ruimteschip gaan zweven. Hoe komt dat? Ze zijn dan in een gebied gekomen waar de aantrekkingskracht van de aarde maar heel, heel zwak werkt. Geen wonder dat je dan geen gewicht meer hebt. Het is een vreemde gewaarwording waar elke ruimtereiziger eerst aan moet wennen.

glasblazer

GLAS

Glas, zo zeggen de mensen die het weten kunnen, is niets anders dan een bijzonder taaie vloeistof. Die vloeistof is plotseling afgekoeld, waardoor de atomen niet de tijd hebben gekregen om zich netjes in vaste patronen te rangschikken. En dat schijnt de oorzaak te zijn dat het licht er bijna ongehinderd doorheen gaat. Het eerste glas op de wereld was gesmolten rotssteen, door vulkanen uitgespuwd en in de buitenlucht plotseling afgekoeld. Het was vaak niet doorzichtig. De Egyptenaren ontdekten vierduizend jaar geleden een methode om zelf glas te maken. En daarna zijn er langzamerhand steeds meer mogelijkheden ontwikkeld. Voor de samenstelling is zand nodig, soda en een stof die kalk bevat. Verder zijn er wel meer dan twintig andere grondstoffen waaruit men kan kiezen.
Ze kunnen op tal van manieren vermengd worden, waardoor allerlei verschillende glassoorten ontstaan. Het mengsel wordt verhit tot ongeveer 1500° C. Dan zijn alle grondstoffen gesmolten en lossen in elkaar op. Dat hete glas is vloeibaar als water. Snelle afkoeling maakt er hard glas van.

★ OP DE NOORDPOOL BEN JE ZWAARDER

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

GLOEIEN

Als een voorwerp flink verhit wordt gaat het warmte uitstralen. Zulke warmtestralen zijn niets anders dan elektromagnetische golven waarvoor ons lichaam erg gevoelig is. De frequentie (het trillingsgetal) ligt hoger dan van de radiogolven, maar lager dan van het licht. Bij verdere verhitting wordt de frequentie steeds hoger, waardoor we tenslotte tóch licht gaan zien. Bij 400 graden Celsius ontdekken scherpe ogen al een grauwe gloed.

Je bent er gloeiend bij!

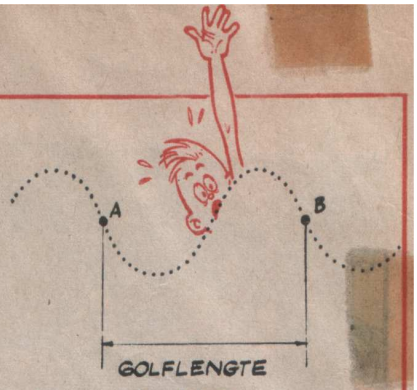
Boven de 500° zien we het voorwerp donkerrood gaan gloeien. In de buurt van 700° gaat dit over in lichtrood. En tegen de 1200° gloeit het voorwerp witgeel, even helder als daglicht.
Gloeien kan ook ontstaan als een elektrische stroom veel weerstand in een draad te overwinnen heeft. Daarvan wordt gebruik gemaakt in de gloeilampen, die je huis verlichten.

GLOEILAMP

De Duitser Goebel was de eerste die zijn winkel elektrisch verlichtte: hij liet daarvoor de stroom door verkoolde katoendraden gaan. Later, in 1879, ontwikkelde de beroemde uitvinder Edison een goed bruikbare gloeilamp. Als gloeidraad gebruikte hij verkoolde bamboevezel. Zo'n lamp werd echter spoedig zwart door het verstuiven van de koolstof. Later kwam de metaaldraad. Vooral wolfram bleek goed te voldoen. Nog later ging men de lampen met edelgas vullen (vooral argon is heel geschikt), waarmee het slijten van de draad werd tegengegaan en de lamp dus langer heel bleef. De fabricage gebeurt tegenwoordig met machines. Eerst wordt het binnenwerk samengesteld, met de toevoerdraden. Dan volgt het aanbrengen van de gloeidraad, in de vorm van een dubbele spiraal. Daarna smelt een ander machine er een glazen ballon omheen. Vervolgens wordt de lucht uit de ballon gepompt en door gas vervangen. En tenslotte volgt het aanbrengen van de lampvoet. Er zijn heel wat soorten gloeilampen. De kleinste zijn maar enkele millimeters groot, de grootste is wel 35 centimeter!

GOLF

Niet alleen water golft. Alles kan golven: lucht, vloeistoffen, vaste stoffen, ja, zelfs de lege ruimte (elektromagnetische golven). Bij heel snelle of heel fijne golven spreken we ook wel van trillingen en stralingen. Let eens op het golven van het water nadat je er een steen in hebt gegooid. De golven verplaatsen zich steeds verder. Die beweging is maar schijn. Kijk maar eens naar een stukje hout op de golven: het deint wel op en neer, maar verplaatst zich niet. Het golven is dan ook niets anders dan het op en neer bewegen van de waterdeeltjes. Ze brengen buren uit hun evenwicht en die geven op hun beurt volgende buren een zetje. Zo plant het golven zich voort, van waterdeeltje naar waterdeeltje. Zo iets gebeurt ook bij geluidstrillingen en bij elektromagnetische golven. Er stroomt niets, maar deeltjes duwen elkaar uit balans. Golven kun je heel mooi bestuderen als je een lang touw op en neer of heen en weer slingert.



GOLFLENGTE

Op de tekening zie je een aantal op en neer trillende deeltjes. We doen maar net of ze even zo blijven staan om zich goed te laten bekijken. Deeltje A en deeltje B bevinden zich in dezelfde toestand: ze gaan beide even hard omlaag. De afstand tussen twee van zulke deeltjes heet golflengte. De golflengte omvat één trilling. Alles wat golft heeft een golflengte, ook de elektromagnetische golven. Bij radiogolven is hij heel lang, van 10 meter tot 2 kilometer. Bij warmtestralen is hij kleiner dan een millimeter, bij lichtstralen nóg korter: er gaan meer dan honderdduizend lichtgolfjes in één millimeter!

GOUD

Waarom zou dit 79e element zo kostbaar zijn? Omdat al duizenden jaren lang de mensen het zo mooi vinden. Het glanst prachtig. En je kunt er gemakkelijk allerlei fraaie sieraden van maken, want goud is week, smelt gauw en laat zich zonder moeite bewerken. Het moet zelfs wat harder gemaakt worden door het te vermengen met zilver of koper. Zuiver goud wordt 24 karaats genoemd. Maar voor verwerking mag goud hoogstens 18 karaats zijn, dat wil zeggen dat maar 18/24 deel zuiver goud mag zijn. Goud komt bijna overal in de aardkorst voor. Ook in óns land, maar zó weinig dat het uit de bodem halen duurder is dan het goud zelf. Landen met grote hoeveelheden goud in de bodem zijn: Zuid-Afrika, Rusland, de Verenigde Staten, Canada, Australië. Goud is een edel metaal; dat wil zeggen: het verbindt zich niet gemakkelijk met andere elementen. Daardoor blijft het altijd zo mooi.

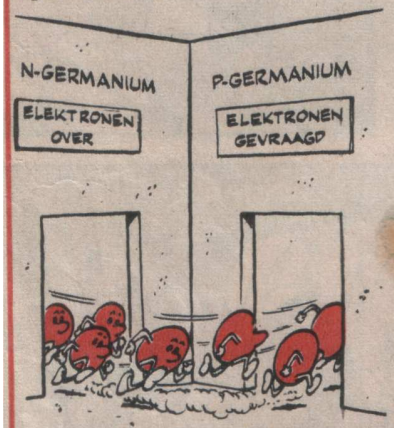
MAAK GOLVEN VAN TOUW!

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

HALFGELEIDER

Er zijn stoffen die de elektrische stroom heel goed geleiden, zoals koper, zilver, ijzer, koolstof. Andere geleiden heel slecht, hun elektronen zijn vrijwel niet in beweging te krijgen (porselein, mica, rubber, plastic). Ze worden gebruikt om goede geleiders af te schermen. Er is ook een tussengroep, die halfgeleiders wordt genoemd. Lange tijd werden ze bij elektronika niet gebruikt. Maar nu wel, in de transistors. Halfgeleiders zijn onder andere de elementen



germanium en silicium. Met heel zuiver germanium of silicium is niet zoveel te beginnen. Maar worden er slechts enkele atomen van een geschikt ander element aan toegevoegd, zoals arsenicum, dan ontstaat er een overschot aan elektronen en die maken het geheel beter geleidend. Op die manier veranderd germanium heet n-germanium (negatief germanium). Ook is het mogelijk er enkele atomen aan toe te voegen van elementen als aluminium of indium, waardoor er juist een tekort aan elektronen ontstaat. Zulk germanium trekt elektronen aan en heet p-germanium (dat is positief germanium). En nu komt het. Als een stukje n-germanium tegen een stukje p-germanium wordt gelast, dan heeft dat een vreemd effect. De verbindingsplaats laat in de ene richting gemakkelijk elektronen door, maar terug niet. De stroom kan dus van slechts één kant passeren. Daarvan wordt gebruik gemaakt in germaniumdiodes, siliciumdiodes en in transistors. In elke radiobouwdoos vind je vast wel een germaniumdiode.

H-BOM

Een H-bom is het verschrikkelijkste wapen waarover de mensen beschikken. Waardoor ontstaat de ontzaglijke ontploffing van zo'n bom? Er zit zware waterstof in. Bij een hitte van miljoen graden voegen hun atoomkernen (die uit twee deeltjes bestaan proton,/neutron) zich heel snel samen tot kernen van vier deeltjes (heliumkernen: twee protonen en twee neutronen). Dat zeer snelle samenvoegingsproces heeft de verschrikkelijke ontploffing tot gevolg. Maar hoe komen ze aan die ontstekingstemperatuur van miljoen graden? Door bij de H-bom een gewone atoombom in te bouwen en die eerst te laten ontploffen. We zullen maar hopen dat de H-bom nooit gebruikt wordt.

Radiotelescoop

HEELAL

Met onze ogen zien we een drieduizend sterren. Door een telescoop worden er miljarden zichtbaar. Maar dieper het heelal in zijn nog ontelbare andere sterren, waarvan het licht te zwak is om indruk te maken op onze ogen. Daarom laat men het licht door de telescoop urenlang op een fotografische plaat vallen. En na ontwikkeling zijn daarop dan ook verder weg staande sterren te zien, onvoorstelbaar veel. Radiotelescopen vangen de radiogolven op van nog verder verwijderde sterren. En zo heeft men sterren kunnen „horen" die maar liefst dertigduizend triljoen kilometer van ons af staan. Dat is zó ver dat je drie à vier miljard jaar lang met de snelheid van licht zou moeten reizen om er te komen. En niets wijst erop dat je dan aan de rand van het heelal bent. Verder kunnen onze radiotelescopen eenvoudig niet horen! Of het heelal grenzen heeft of zich eindeloos voortzet kan nog niemand je vertellen.

HELIUM

Het lichtste element is zoals je al weet waterstof. Daarna volgt het gas helium, dat dus het 2e element is. Helium betekent zonnegas. Het werd namelijk op de zon het eerst opgemerkt. Later kwam men tot de ontdekking dat in de dampkring van de aarde ook helium zweeft. Helium is een edelgas. Het verbindt zich met geen enkel ander element.

HELIUMKERN

De kern van een heliumatoom zit bijzonder stevig in elkaar: het is een klontje van twee protonen en twee neutronen. Als zware atoomkernen uiteen vallen (die van uranium bijvoorbeeld) komen daar heel wat heliumkernen uit te voorschijn, die met grote snelheid weggeslingerd worden. Toen men nog niet begreep wat voor dingetjes dat waren, noemde men ze alfadeeltjes. De nieuwe heliumkernen trekken snel elektronen aan en zo ontstaat er echte helium. Bij zeer hoge temperatuur (van miljoen graden) voegen waterstofkernen zich samen tot heliumkernen. Dat gebeurt niet alleen in een H-bom, maar ook in het inwendige van de zon. En dat is de oorzaak van de verschrikkelijke zonnehitte, waarvan wij zelfs hier op aarde nog flink wat kunnen voelen. In de zon wordt dus voortdurend helium gevormd.

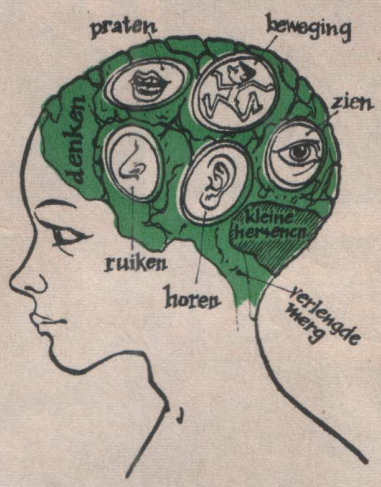
NAAR DE RAND VAN HET HEELAL

DE WERVELENDE WEREld

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

HERSENEN

Gelukkig maar dat onze hersenen beschermd worden door een stevige schedel, want ze zijn teer en kostbaar. Ze regelen al ons doen en denken en voelen. Ze worden verdeeld in grote en kleine hersenen en het verlengde merg. De grote hersenen zijn voor ons het interessantst. Door de vele groeven en kronkelingen hebben ze een extra grote oppervlakte. Die oppervlakte bestaat uit een grijs laagje van een halve centimeter dikte. Dat is de hersenschors, die uit miljoenen en miljoenen zenuwcellen bestaat. De lange uitlopers van deze zenuwcellen vormen het witte merg onder de schors. De hersenschors doet het eigenlijke werk, de uitlopers brengen de prikkels over. In de hersenschors heeft elke plaats een eigen taak. Zo ligt in het achterhoofd het centrum van alles wat wij zien. Wordt dit deel weggenomen, dan zien we niets meer, al werken de ogen nog zo goed. Dicht daar in de buurt wordt al het geziene voor goed vastgelegd, zodat we ons later herinneren wat we gezien hebben. Zonder dit gedeelte zien we heel goed, maar we herkennen niets, want er is geen herinnering mogelijk. Zo zijn er ook plaatsen voor het horen (bij de slapen), voor de reuk (in het voorhoofd), voor smaak, gevoel, pijn, temperatuur. In het midden is het centrum voor al onze bewegingen. Wij denken met onze voorhoofdshersenen. De gegevens worden uit alle delen bij elkaar gebracht en gecombineerd. Dat lukt niet altijd goed, vaak zijn we iets vergeten. Het is dan heus wel aanwezig, alleen lukt het niet de goede verbinding tot stand te brengen. Veel oefening maakt de verbindingen steeds gemakkelijker. Daarom goed opletten, aandachtig leren, veel lezen. Merkwaardig is nog dat de linkerhelft van het lichaam wordt bestuurd door de rechterhelft van de hersenen en omgekeerd. Dat komt doordat veel zenuwbundels uit de twee hersendelen elkaar kruisen.



HERSENGOLVEN

In onze hersenen spelen zich zwakke elektrische verschijnselen af. Er is een regelmatige verandering in de sterkte ontdekt, tien golfbewegingen in een seconde. Met een gevoelig apparaat kan men de golvingen opnemen en na flinke versterking door een schrijfstift op laten tekenen op een papierbaan. In ziekenhuizen wordt hiervan gebruik gemaakt bij hersenonderzoek. Men gaat dan na of er afwijkingen zijn in het normale ritme.

HERTZ

Eén trilling per seconde wordt een hertz genoemd. Duizend hertz betekent dus duizend trillingen per seconde. Op radiotoestellen zie je vaak de aanduiding kHz. Dat is kilohertz, wat duizend hertz betekent (net zoals kg duizend gram betekent). Of ook wel MHz (miljoen hertz). Zendt een station dus uit met een frequentie van 750 kHz, dan wil dit niets anders zeggen dan dat het aantal trillingen van de gebruikte radiogolf 750.000 in een seconde bedraagt. Hertz was de naam van een beroemde Duitse onderzoeker.

HOGEDRUKGEBIED

Een gebied waar de luchtdruk hoog is. Er is een te veel aan lucht. Het zakt omlaag en stroomt zijwaarts weg. In een hogedrukgebied is het weer bijzonder helder en stabiel. Van regen en wind geen last.

HOOGSPANNING

In een elektrische centrale die een groot gebied van stroom moet voorzien, wordt een zeer hoge spanning opgewekt tot wel meer dan tweehonderdduizend volt. Dit geeft een zeer hoge druk, waardoor de stroom over grote afstanden geleid kan worden. In schakelstations nemen transformatoren een lagere hoogspanning over, meestal van tienduizend volt. Deze wordt naar fabrieken en transformatorhuisjes in steden en dorpen gevoerd. Uit de transformatorhuisjes ontvangen huizen en winkels een laagspanning van meestal 220 volt. Welke spanning er op de leiding bij je thuis staat kun je zien op de elektriciteitsmeter.

HOOGTEZON

De dampkring dooft de hogere frequenties van het zonlicht (ultraviolette stralen). In het hooggebergte is echter nog veel van die straling over. Deze werkt genezend voor bepaalde ziekten. Een hoogtezonlamp zendt ook veel ultraviolette straling uit (de lamp is niet van glas, maar van kwarts). Men mag er zich maar heel kort door laten beschijnen, want te veel van die straling is gevaarlijk voor het lichaam. En bovendien worden sommige ziekten er juist erger door.

ONS HOOFD BERGT VEEL GEHEIMEN

DE WERVELENDE WEREld

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

HOOGOVEN

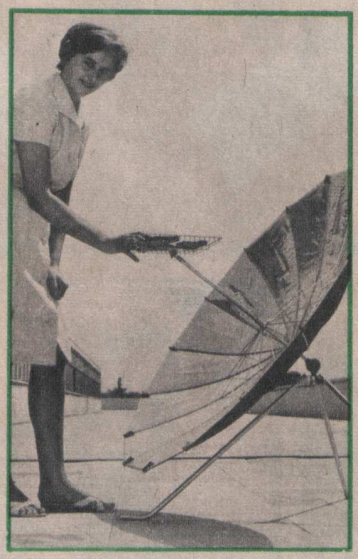
Een oven om ijzererts te smelten. Hij is ongeveer dertig meter hoog en acht meter breed. Van boven wordt er afwisselend een laag ijzererts en een laag cokes in gestort. De brandende cokes zorgt bovenaan voor een temperatuur van 230° celsius, maar onderin kan de hitte wel 1800° bedragen. Witgloeiend komt het gesmolten ijzer er onderaan uit. Dat wordt tot blokken en balken gegoten en daarna verder verwerkt (staven, draad, platen, enz.) Een hoogovenbedrijf heeft verschillende hoogovens.

HUID

De huid is een wonderlijk omhulsel van ons lichaam. Hij geeft een veilige beschutting, ook tegen bacteriën. Een grote voorraad vet kan er vlak onder opgeslagen worden als reservevoedsel voor slechtere tijden, vooral onder de buikhuid (het „buikje" van dikke mensen). Bovendien is de huid een warmteregelaar. Bij koude trekken de huidbloedvaten zich samen, zodat het bloed geen warmte kan verliezen aan de buitenlucht. De huid ziet dan bleek. Bij grote warmte zetten de bloedvaten uit (rode huid) en het bloed kan nu het teveel aan warmte kwijtraken. Daarbij gaan ook de zweetklieren werken. Ze scheiden vocht af dat aan de buitenkant van de huid verdampt en dat geeft ook al verkoeling. Verder verdwijnen door de huid ongemerkt veel afvalstoffen. En tenslotte eindigen in de huid allerlei zenuwen die ons kou, pijn en warmte laten voelen om te waarschuwen tegen gevaar. In de huid liggen ook veel tastlichaampjes, eivormige verdikkingen aan het einde van zenuwdraden. Vooral in de vingertoppen zijn er veel: achtduizend op een vierkante centimeter. Geen wonder dat we met onze vingertoppen zo uitstekend kunnen tasten en voelen.

HYPOTHESE

Nog nooit heeft iemand een atoom gezien. Hoe weten ze dan zo precies hoe het er uit ziet? Het antwoord zal je verbazen. Ze weten het helemaal niet precies. Ze denken alleen maar dat een atoom in elkaar zit zoals je het in alle boeken kunt lezen. Het is een veronderstelling. Of met een geleerd woord gezegd: een hypothese. Na veel onderzoek en diep nadenken stellen de geleerden zo'n hypothese op. Daarna nemen ze net zo lang proeven tot ze zeker weten of de hypothese juist is. . . of niet. Best mogelijk dat ze zich een beetje vergissen (dat is al zo vaak gebeurd) en dat ze later de hypothese enigszins moeten veranderen. Een hypothese is van groot belang voor de vooruitgang van de wetenschap. Er bestaan veel hypothesen. Over het ontstaan van de aarde. Over het begin van het leven. Over de aantrekkingskrachten. Ga zo maar door.



Lekker! Geroosterd brood!

INDUCTIE

Inductie betekent zoveel als beïnvloeding. Bij elektriciteit wordt ermee bedoeld dat elektrische stroom invloed heeft op magnetisme; en magnetisme op elektriciteit. Een draad waar stroom doorheen loopt, krijgt een magnetisch veld om zich heen. En als een magneet beweegt gaat er stroom vloeien in een draad. Hiervan wordt geprofiteerd bij elektromotoren (een wisselstroom brengt een magneet aan het draaien), bij generatoren en dynamo's (een draaiende magneet wekt stroom op in een draad) en in transformators (een wisselstroom verwekt een wisselend magnetisch veld; dit werkt als een draaiende magneet en doet wisselstroom ontstaan in een andere draad). Bij radio en televisie speelt inductie een heel voorname rol.

INFRAGELUID

Geluidstrillingen met een frequentie die minder is dan 16 trillingen per seconde. Zulk geluid is te laag, wij kunnen het niet meer horen. Maar wie weet, misschien zijn er dieren die het wél horen.

INFRAROOD

Dit is een kleur die beneden het rood ligt en door onze ogen niet gezien kan worden. We voelen het wel, als warmte. Het zijn de warmtestralen die de zon uitzendt en die ook door kachels en andere warme voorwerpen worden uitgestraald. Men denkt dat diepzeevissen infrarood wél kunnen zien. Het is voor hen in de diepzee dus niet zo donker als voor ons. Infrarood is eigenlijk niets anders dan elektromagnetische straling, net zoals licht en radiogolven. De frequentie (het aantal trillingen in een seconde) is echter iets lager dan van licht. En daarop zijn onze ogen niet ingesteld. Een zonneoven (zie foto) richt de infrarode stralen van de zon op één punt en daar ontstaat grote hitte. Zo'n oven is natuurlijk alleen nuttig in zonnige landen.

WIE HEEFT EEN ATOOM GEZIEN?

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

INTERSTELLAIRE STOF

Het heelal is niet zo leeg als het wel lijkt. Overal zweeft heel ijl gas. En op veel plaatsen verduisteren dikke stofwolken de sterren die erachter staan. Het gas is vooral waterstofgas, maar ook helium, calcium en natrium. Hier en daar trekt het gas zich samen en in zulke delen van het heelal kunnen zich nieuwe sterren vormen. De stofwolken bestaan uit heel fijn stof. Als moeder graag stofzuigt, kan ze in het heelal haar hart ophalen. Af en toe ontploft er een ster. Er wordt dan nieuw gas en stof het heelal ingeslingerd (zie krabnevel, Taptoe 27).

IONEN

Het kan gebeuren dat een atoom een elektron kwijtraakt. Het probeert dan een ander elektron aan te zuigen. Het is elektrisch geladen, zoals dat heet. Het kan ook zijn dat een atoom een elektron te veel heeft en ook zo'n atoom is elektrisch geladen. Geladen atomen worden ionen genoemd. Ze laten een elektrische stroom gemakkelijk door. Ionen spelen een belangrijke rol in batterijen, accu's, neonlampen, elektronenflitsers, bij vergulden, verzilveren, enz.

IONENRAKET

De afstanden in het heelal zijn zo verschrikkelijk groot dat reizen naar andere planeten maanden of zelfs jaren vergen. Men zoekt daarom naar een motor die een raket veel sneller kan voortstuwen dan nu het geval is. De ionenmotor heeft heel goede mogelijkheden. Daaruit worden met grote snelheid ionen weggestoten en dat geeft de raket een heel grote snelheid in voorwaartse richting (net zoals het wegstoten van lucht dat doet bij een straalmotor). Er moeten nog veel problemen opgelost worden om zo'n motor goed te laten werken, maar men hoopt snelheden te halen van minstens driehonderdduizend kilometer per uur. (Met zo'n vaartje ben je in 8 minuten de hele wereld rond).

IONOSFEER

Ongeveer vijftig kilometer boven de aarde begint een dikke luchtlaag die sterk geïoniseerd is. Dat wil dus zeggen dat de luchtdeeltjes elektrisch geladen zijn. Radiogolven worden tegen de lagen van de ionosfeer teruggekaatst (net of er spiegels hangen). Daardoor kunnen ze ver over de horizon weer opgevangen worden. De korte radiogolven van televisie en F.M. gaan echter dwars door de ionosfeer heen en verdwijnen in het heelal. Om zulke golven ver over de aarde te leiden moeten ze aan de horizon opgevangen worden door steunzenders, die ze dan verder sturen. In de ionosfeer speelt zich het poollicht af (Taptoe 35). De ionisatie van de lucht wordt veroorzaakt door de ultraviolette straling van de zon. Bij uitbarstingen op de zon kan de ionosfeer danig in de war raken, waardoor radiouitzendingen over lange afstanden soms helemaal wegvallen.

ISOLATOR

Een slechte geleider voor de elektrische stroom. De atomen van zo'n stof houden al hun elektronen zo stevig vast dat ze er niet vandoor kunnen gaan. Isolators zijn heel belangrijk om de stroom af te schermen en in goede banen te houden. Goede isolators zijn bijvoorbeeld hout, glas, porselein, mica, plastic, rubber.

ISOTOPEN

Je mag alle tin op aarde gerust bekijken en betasten, maar je zult u er geen enkel verschil in ontdekken. Pas als je atoom voor atoom gaat wegen merk je iets onregelmatigs. De atomen wegen niet precies even zwaar. Deel je ze in naar hun gewicht, dan krijg je tien groepen. Vanwaar die verschillen? Tel de onderdeeltjes van de atomen eens. Bij allemaal cirkelen er 50 elektronen rond. Bij allemaal trillen er 50 protonen in de kern. Maar hoe zit het met de overige deeltjes in die kern, de neutronen? Ha, daar is de oplossing! Er zijn kernen met 62 neutronen, met 64, met 65, en zo tot 74 toe. Daar komen de verschillen in gewicht vandaan. Toch is het allemaal tin. Al die atomen horen thuis op dezelfde plaats in de rij van elementen. Vandaar de naam isotoop. Dat betekent: op dezelfde plaats. Is dat met andere elementen ook zo? Ja, maar alleen tin heeft zovéél isotopen. Koolstof heeft er maar twee, ijzer vier, waterstof drie. Tegenwoordig kan men van veel elementen meer isotopen maken dan ze eigenlijk hebben. Zulke nieuwe isotopen zijn niet stabiel Het rommelt in hun atoomkernen en er komt straling uit. Die straling kan men gebruiken in de geneeskunde en voor nog andere doeleinden.

STOFWOLKEN TUSSEN DE STERREN

DE WERVELENDE WERELD

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

JAAR

We gebruiken de zon als klok om de lengte van een jaar vast te stellen. Een jaar is immers de tijd waarin de aarde één keer om de zon draait. En dat is te zien aan de stand van de zon ten opzichte van de sterren. Toch klopt er iets niet. Ons jaar duurt namelijk 365 dagen, terwijl een rondwenteling om de zon iets langer duurt: 365¼ dag. Dat betekent dat ons jaar na vier jaar één dag achter is geraakt op de zonneklok. Deden we daar niets aan, dan zouden de vogels na een paar honderd jaar pas in juli hun eitjes gaan uitbroeden. Dat is te gek. Daarom doen we er wel iets aan. Om de vier jaar krijgt februari één dag erbij (we noemen dat een schrikkeljaar). Zo raakt de aardse tijd nooit achter op de zonneklok.

JAARGETIJDEN

De aarde draait niet alleen om de zon, hij draait ook als een tol om zijn eigen as. Dat merken we heel duidelijk aan de afwisseling van dag en nacht. Als die tollende aarde mooi rechtop stond, was er van enig verschil tussen zomer en winter nooit iets te merken. Maar de aarde staat schuin op zijn baan, als een tol die om dreigt te vallen. Door die schuine stand ontstaan de jaargetijden. Ik hoop dat de tekening je dat duidelijk maakt. In de zomer zien we de zon hoog en lang aan de hemel. In de winter is het net andersom. We hebben dan een laag blijvende zon en korte dagen. Dicht bij de evenaar merk je geen verschil in jaargetijden. Maar hoe verder er vandaan, hoe meer het opvalt. Aan de polen duurt een zomerdag zelfs een paar maanden (de zon gaat al die tijd niet onder) en in de winter is het er evenveel maanden pikkedonkere nacht.

JODIUM

Als je een wondje hebt opgelopen doet moeder er misschien jodium op, een donkerbruine vloeistof die nogal bijt en bacteriën doodt. Het is geen zuiver jodium, maar een oplossing in alcohol (jodiumtinctuur). Zuiver jodium ziet eruit als een blauwzwarte vaste stof. Het is het 53e element, ruim honderdvijftig jaar geleden ontdekt. Bij verhitting gaat het over in violetkleurige damp. De meeste jodium komt uit Chili, als bijprodukt van de belangrijke kunstmestindustrie (chilisalpeter). Ons lichaam heeft wat jodium nodig voor een goede werking van de schildklier. Meestal krijgen we genoeg binnen met ons voedsel. Bij een tekort voelen we ons niet lekker. Jodiumhoudend zout vult dat tekort weer aan.

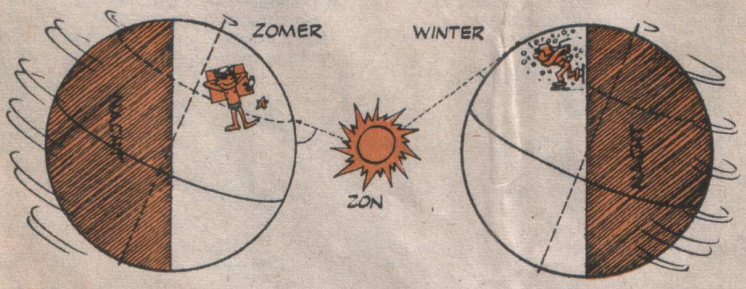
JUPITER

De allergrootste planeet die om de zon draait. Zo groot als dertienhonderdzeventien aardbollen. Al vroeg in de avond is hij aan de hemel te zien als een grote, zeer heldere ster. Het is natuurlijk geen ster, net zo min als de aarde een ster is, maar door zijn omvang weerkaatst hij veel zonlicht. Jupiter zweeft zeven- à achthonderdmiljoen kilometer bij ons vandaan, viermaal verder dan de zon. Dat lijkt ver, maar in het heelal blijft het een afstandje van niets. Die reuzenplaneet is een van de naaste buren van de aarde. In de verre toekomst zullen er ongetwijfeld ruimtevaarders naar toe vliegen. Waar krijgen ze dan mee te maken? Met een wereld die ongelooflijk snel rondtolt. Een dag en een nacht duren er nog geen tien uur! Een dikke mantel van giftige gassen (ammoniak, methaan, waterstof) omhult de wervelende planeet. Van zuurstof geen spoor. Er zijn nog meer onprettige dingen op Jupiter.

Het is er minstens 130° onder nul. En de aantrekkingskracht is zó sterk dat je met geweld op de grond wordt gedrukt. Misschien zal het aantrekkelijker zijn op een van de twaalf manen te landen die rond Jupiter draaien. Twee ervan zijn iets groter dan onze maan. Maar enkele andere zijn zó klein dat je er op een dag wel twee of drie keer omheen kunt wandelen!

KALIUM

Ons lichaam bevat veel kalium, het 19e element. Alle dieren en planten hebben het nodig voor een gezonde ontwikkeling. De planten halen het uit de bodem. Het blauw in aardappelen kan wijzen op een tekort aan kalium in de grond. Uit allerlei gesteenten is het element te voorschijn te halen, maar ook uit as van planten (potas). Het is ook te vinden in water, vooral in de zee. Lang heeft het geduurd voor de mensen erin slaagden het in zuivere toestand te krijgen. Het heeft dan iets weg van metaal, nogal zacht en zilverwit glanzend. Bij 62° begint het al te smelten. Zuiver kalium is moeilijk te bewaren, want het verbindt zich razend snel met zuurstof, water en verschillende andere stoffen. Beetpakken is pijnlijk, want het brandt aan de vingers.



DE ZON IS ONZE KLOK

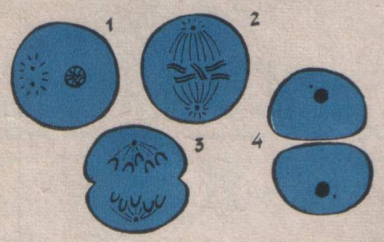
DE WERVELENDE WEREld

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

KERN

Het voornaamste deeltje in een levende cel wordt de kern genoemd. Hoe ziet die kern eruit? Als een druppeltje vocht met een vliesje erom. Het is heel wonderlijk vocht: er zijn alle eigenschappen van het levende wezen in opgeborgen. Ook bij atomen spreken we van een kern. Daar is het een opeenhoping van zware deeltjes in het midden.

KERNDELING



De kern van een levende cel deelt zich soms in tweeën. Dat gaat heel wonderlijk in zijn werk, de onderzoekers begrijpen er nog weinig van. Twee merkwaardige puntjes in de cel stellen zich aan weerskanten van de kern op. Er groeien fijne straaltjes uit, net ragfijne koordjes. Weldra reiken ze tot in de kern. Daarvan is intussen het vliesje verdwenen, maar het vocht heeft zich verdicht tot een groot aantal draadjes. Elk draadje is een verzameling van een heleboel eigenschappen van het levende wezen. Wonderlijk is nu dat die draadjes zich over de hele lengte in tweeën splitsen. En dat ze uit elkaar getrokken worden door de ragfijne koordjes. Zo komen er twee groepen levensdraadjes tegenover elkaar te liggen. Elke groep telt evenveel draadjes, van dezelfde soort. Om beide groepen groeit weer een vliesje en zo zijn er twee kernen ontstaan, nauwkeurig aan elkaar gelijk. Intussen heeft ook de hele cel zich gedeeld, waardoor er twee nieuwe cellen komen, elk met hun eigen kern. Het levende wezen is weer een stukje gegroeid!

KERNENERGIE

Hoe komt het dat de zware deeltjes in de kern van een atoom bij elkaar blijven? Niemand weet het. Maar er is toch een of andere kracht voor nodig en die heeft voor het gemak maar een naam gekregen: energie. De mensen kunnen tegenwoordig grote atoomkernen splitsen in kleinere kernen met minder deeltjes. Die kleinere kernen hebben samen minder energie nodig dan de ene grote waaruit ze ontstaan zijn. De overgebleven energie komt vrij in de vorm van straling en warmte. Bij de lichte atoomkern van waterstof (met maar één deeltje) blijkt het juist andersom te gaan. Als waterstofkernen samengevoegd worden tot heliumkernen, dan blijken deze grotere kernen energie over te houden. En die komt ook vrij als straling en warmte.

KERNFUSIE

De samenvoeging van waterstofkernen tot heliumkernen wordt kernfusie genoemd. Kernfusie geeft véél vrijkomende energie af en werkt op goedkope „brandstof": water!

KERNREACTOR

In landen als Amerika en Engeland staan al verschillende atoomcentrales. Het voornaamste in zo'n centrale is de kernreactor. In de kernreactor worden atomen gesplitst, precies zo langzaam of snel als nodig is. Dat kunnen ze regelen. De hitte die daarbij ontstaat gebruiken ze om generatoren te laten draaien en zo elektriciteit op te wekken. In de toekomst werkt vast elke elektrische centrale met een kernreactor. Er komt misschien ook een tijd dat we onze huizen verwarmen met de hitte uit een kernreactor. Goed beschouwd is een kernreactor eigenlijk niets anders dan een soort oven. Alleen brandt hij niet op kolen of gas, maar op uranium. Een klein beetje uranium is al genoeg om zo'n oven een paar jaar te laten branden.

KERNSPLITSING

Dit is het splitsen van grote atoomkernen in kleinere. Heel geschikt om te splitsen is uranium met zijn zware kernen van 235 deeltjes. Er komt bij de splitsing energie vrij in de vorm van straling en warmte.

KILOWATTUUR

Zoals de meter een maat is om lengte uit te rekenen, zo is er ook een maat om uit te rekenen hoeveel elektriciteit er verbruikt is. Die maat heet watt. En net zoals duizend meter één kilometer wordt genoemd, zo noemt men duizend watt één kilowatt. Op elk elektrisch apparaat (ook op lampen) staat hoeveel elektriciteit het in precies een uur verbruikt. Op een lamp kan bijvoorbeeld 100 W staan, op een elektrisch kacheltje 1000 W of 2000 W of nog iets anders. Maak hier kilowatts van door het getal door duizend te delen. Dus bijvoorbeeld 100 W = 0,1 kW. Of 2000 W = 2 kW. Vermenigvuldig dit aantal kilowatts met het aantal uren dat het apparaat brandt of werkt. En nu heb je het aantal kilowattuur gekregen! Wat kun je hiermee doen? Uitrekenen hoeveel vader of moeder straks moet betalen. Want op de elektriciteitsrekening kun je vinden hoeveel één kilowattuur kost. Probeer het maar eens.

HITTE UIT ATOMEN

DE WERVELENDE WEREld

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

KORTSLUITING

Waarvoor gebruik je thuis elektrische stroom? Om lampen te laten branden, om de televisie, de wasmachine en nog veel andere apparaten aan het werk te zetten. In zo'n lamp of apparaat krijgt de stroom flink wat weerstand te overwinnen. Het is of de doorgang maar nauw is voor de elektronen, zodat ze op elkaar moeten wachten

om verder te kunnen. De stroom wordt dan ook niet sterker dan waarvoor het apparaat gebouwd is. Maar in de toevoer- en de afvoerdraad is er bijna geen weerstand. Als die door losraken of beschadiging elkaar raken, dan kan de stroom een veel kortere en gemakkelijkere weg nemen (kortsluiting). De stroom loopt dan zo sterk op dat de draden er gloeiend heet van worden. En dat geeft brandgevaar. Gelukkig maar dat in de leiding een zekering is opgenomen waar de stroom óók doorheen moet, door een vrij zwak draadje. Bij een te hoge stroom smelt het draadje en de stroom houdt op. De stop is gesprongen, zeggen we dan. Wel lastig, maar er kan nu geen brand ontstaan. Automatische veiligheden (je hoeft daarbij alleen maar een knop in te drukken om weer stroom te hebben) werken anders. Maar ook daarin wordt de stroom onderbroken als hij te sterk wordt.

KOSMISCHE STRALING

De ruimte tussen de sterren is niet zo leeg als de mensen vroeger dachten. Er jagen heel wat atoomdeeltjes doorheen, bijna met de snelheid van het licht. Het zijn vooral losse protonen en heliumkernen (alfadeeltjes). Ook zwaardere kernen zijn erbij. Van alle kanten regenen ze neer in de dampkring van de aarde. Daar raken de meeste wel een of andere atoomkern van de luchtmoleculen (zuurstof, stikstof). Door de hoge snelheid zijn de botsingen zó verschrikkelijk dat de kernen in brokken uit elkaar vliegen. Die brokken regenen op de aarde neer, flitsen dwars door dieren en mensen heen en dringen tot diep in de hardste stoffen door. Ze zijn natuurlijk veel te klein om er iets van te kunnen zien. Maar de geleerden zijn erin geslaagd apparaten te maken waarin die kosmische straling sporen achterlaat. Ze hebben bovendien geleerd die sporen te lezen. Een van de belangrijkste ontdekkingen is geweest dat de protonen en de neutronen uit de atoomkernen geen harde bolletjes zijn, maar op hun beurt ook weer uit onderdeeltjes zijn opgebouwd. Want talrijke van die onderdeeltjes zijn gesignaleerd tussen de neervallende brokjes.

KRABNEVEL

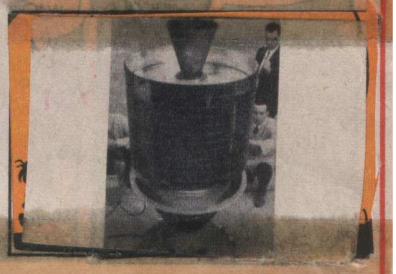
Sterren ontploffen wel eens. Een heel grote ontploffing werd meer dan negenhonderd jaar geleden gezien en opgetekend door een sterrenkundige uit China. Een ster lichtte plotseling fel op en bleef maandenlang helder schijnen. Op de plaats waar die ster stond is nu nog altijd een wazige lichtvlek te zien (de krabnevel), die zich langzaam uitbreidt. Het zijn de gloeiende gassen en andere resten van de uiteengespatte ster. Het komt wel meer voor dat een ster ontploft. Misschien bestaan de kosmische stralen wel uit de resten van zulke sterren. Die van de krabnevel zijn nog lang niet in de buurt van de aarde, daarvoor is de afstand te groot. We moeten er misschien nog wel een miljoen jaar op wachten.

KRYPTON

Een van de edelgassen uit de lucht, het 36e element. Het stijgt op uit sommige warmwaterbronnen.

KUNSTMAAN

Twaalf jaar geleden zweefde de eerste kunstmaan om de aarde. De kranten stonden er vol van. Nu zet niemand grote ogen op als er alweer een kunstmaan is gelanceerd. Een kunstmaan heet zó, omdat hij op dezelfde manier als de maan om de



aarde draait. Hij heeft er heus geen motor bij nodig. Hoe komt het dan dat hij niet valt? Een kunstmaan valt wel! Hij is voortdurend aan het vallen. Maar hij gaat zo snel dat hij de aarde al voorbij is als hij op de grond neer had moeten komen. Een kunstmaan valt eigenlijk om de aarde heen.

KWIK

Heb je een koortsthermometer wel eens goed bekeken? Het zilverwitte streepje dat de temperatuur aanwijst is kwik. Een merkwaardig element (het 80e), want het is het enige metaal dat bij gewone temperatuur vloeibaar blijft. Pas ver voorbij de dertig graden onder nul wordt het vast. Kwik halen ze uit ertsen, die in landen als Spanje, Italië, Amerika, Joegoslavië en Japan in de grond voorkomen. TL-buizen en hoogtezonlampen zijn gevuld met kwikdamp. Een sterke elektrische ontlading brengt deze damp aan het gloeien. Kwikdampen zijn zeer vergiftig.

★ **ONTPLOFFING GEZIEN IN CHINA**

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

LAAGFREQUENT

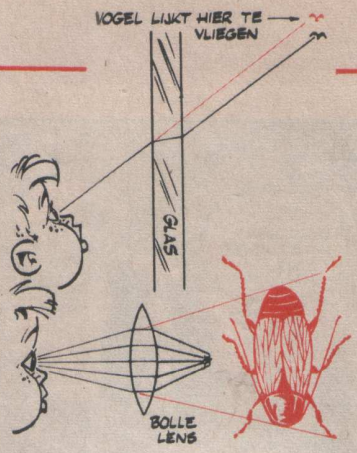
Met dit woord bedoelen radiobouwers elektrische trillingen die in geluid omgezet moeten worden. Hun frequentie is van 20 tot 16.000 trillingen per seconde. Dat is laag vergeleken bij de frequentie van radiogolven (van 150.000 tot 30 miljoen in een seconde) die dan ook hoogfrequent heten. Een radiobouwer moet die twee soorten in zijn toestel goed van elkaar scheiden. De hoogfrequente mogen verdwijnen, de laagfrequente horen in de luidspreker te belanden.

LASER

Een van de nieuwste uitvindingen. Een toestel waaruit een smalle rode lichtbundel komt van buitengewone sterkte. Zó intens is dat licht dat er zelfs een lichtplek mee te maken is op de maan. Het brandt dwars door een stalen plaat heen.

LENS

Als schuinvallend licht door glas gaat, krijgt het een andere richting. Het wordt gebroken, zoals dat heet. Komt het weer uit het glas, dan krijgt het zijn oude richting terug. Maar wij hebben de indruk dat achter het glas de dingen een beetje verschoven zijn. Dat „breken" gebeurt op een vaste manier die precies te berekenen is. Een lens is zó gemaakt dat hij het licht op een heel bijzondere manier breekt. Als voorbeeld zie je hier een bolle lens, die ook in een vergrootglas zit. De lichtstralen, die van het beestje komen, worden aan de andere kant van de lens weer naar elkaar toe gebogen. Ons oog merkt van dat breken niets, maar let alleen op de richting van de aankomende lichtstralen. Let maar op de kleurlijntjes: ons oog ziet het insekt sterk vergroot. Een holle lens verkleint juist. Van bolle



en holle lenzen zijn allerlei combinaties te maken. Lenzen spelen een grote rol in foto- en filmtoestellen, verrekijkers, brillen, microscopen, televisiecamera's.

LICHT

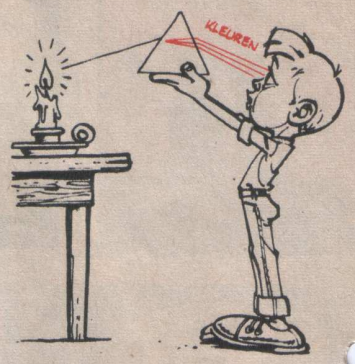
Licht is een elektromagnetische trilling. Net zoals radiogolven, maar dan van een golflengte waar onze ogen gevoelig voor zijn. Licht ontstaat door het trillen van de elektronen in de atomen. Licht heeft een bijzonder korte golflengte, minstens veertienhonderd maal kleiner dan een millimeter. De trillingen planten zich naar alle kanten voort met een snelheid van maar liefst 300.000 km per seconde. Na ruim één seconde hebben ze de maan al bereikt. Het zonlicht is in ruim acht minuten bij de aarde. Het is de grootste snelheid die wij kennen. Wit licht bestaat niet uit één soort trilling, maar uit een mengsel van allerlei frequenties tussen vierhonderd biljoen en achthonderd biljoen per seconde. Eén bepaalde frequentie zien wij als een kleur. Een rood ding heeft die kleur, omdat het volgende gebeurt. Er valt wit licht op, maar slechts één frequentie wordt teruggekaatst: de frequentie van het rood. Op deze manier ontstaan ook de andere kleuren of mengsels van kleuren. Een wit voorwerp kaatst álle frequenties terug.

LICHTJAAR

De afstanden naar de maan en de zon zijn nog wel in kilometers aan te geven, maar voor de sterren zouden we onhandig grote getallen krijgen met tien à twintig nullen. Daarom is voor het heelal een heel wat handiger maat bedacht: de afstand die het licht in één jaar aflegt. Die maat heet een lichtjaar. (Eén lichtjaar is ongeveer negen en een half biljoen km.) De dichtstbijzijnde ster staat 4,3 lichtjaar van ons vandaan. De verste sterren wel vijf miljard lichtjaar. Toch nog grote getallen, ondanks de grote maat!

LICHTSPECTRUM

Een prisma is een stuk glas dat in een driehoekige vorm is geslepen. Als er licht doorheen gaat, wordt het bij het naar buiten komen nog wat verder gebroken (door de bijzondere vorm van een prisma). Bovendien breken de kleuren verschillend: rood het



minst, violet het meest. We zien daardoor alle kleuren naast elkaar liggen. Dat wordt het lichtspectrum genoemd. Ook de regenboog laat het lichtspectrum zien.

LOOD

Een zwaar element, het 82e. Het ziet eruit als een grauw metaal. De nóg zwaardere elementen (zoals uranium) vallen langzaam of snel uit elkaar en veranderen in lood. Daardoor komt er steeds meer lood in de aarde. Materiaal zullen de loodgieters dus nooit te kort komen. Veel lood komt uit Australië, Amerika, Mexico, Canada. Lood wordt onder andere verwerkt in accu's, bij bouw van huizen, voor het maken van menie, soldeer, zetletters. Het is ook de beste stof om de gevaarlijke straling uit radio-actieve stoffen tegen te houden.

EEN LICHTJE OP DE MAAN!

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

LUCHT

Het mengsel van gassen om de aarde, dat wij inademen. De voornaamste gassen van de lucht zijn: stikstof (78 procent), zuurstof (21 procent), argon (bijna 1 procent). Bij 141 graden onder nul kan lucht door samenpersen vloeibaar gemaakt worden. Uit vloeibare lucht haalt men zuivere zuurstof, stikstof en argon.

LUCIFER

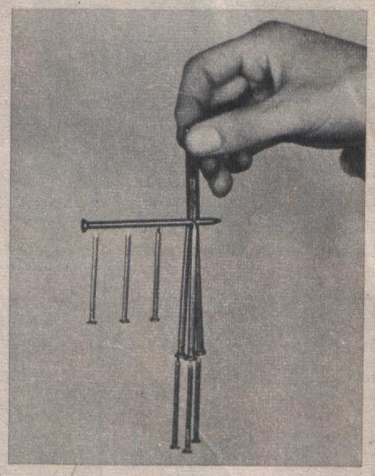
Dat kleine onnozele lucifertje zit vernuftig in elkaar. Toen het nog alleen een stokje was, werd het om te beginnen doordrenkt van een vloeistof, die later het nagloeien tegen moet gaan. Daarna kreeg de kop een paraffinebad. Het dunne laagje achtergebleven paraffine helpt de lucifer gemakkelijker te ontvlammen. Tenslotte kwam daaroverheen de ontsteekmassa. Die bevat veel zuurstof, iets dat gemakkelijk begint te branden (meestal zwavel), een schuurmiddel (met veel glaspoeder) en een bindmiddel (lijm). Ook het aanstrijkvlakje op het doosje is van een bijzondere samenstelling: glaspoeder, rode fosfor, kleur, lijm. Wat gebeurt er als de lucifer aangestreken wordt? Om te beginnen ontstaat er wrijvingswarmte. Deze maakt wat zuurstof vrij en die verbindt zich met wat zwavel. Dit geeft genoeg warmte om nog meer zuurstof vrij te maken, die zich ook met zwavel verbindt. En plotseling staat de hele kop in brand. Hoe heet wordt een lucifer? Wel van 1400 tot 2000 graden. Brand je vingers niet!

LUIDSPREKER

Geen kik zou onze radio of televisie geven als er geen luidspreker in zat. De elektrische trillingen in het toestel kunnen wij immers niet horen. Ze moeten eerst in geluid omgezet worden. En dat werkje knapt de luidspreker op. Hoe maken wij zelf geluid? Door onze stembanden te laten trillen en zo de lucht in trilling te brengen. Die trillende lucht zorgt ervoor dat een ander ons hoort praten of zingen. In de luidspreker brengt een trillende trechter van geperst papier de lucht in trilling. Maar hoe gaat dat papier trillen? Het geheim zit erachter verborgen. De trechter zit vast aan een spoel, een heel groot aantal draadwindingen, waar de trillende elektrische stroom doorheen wervelt. De spoel hangt tussen de polen van een magneet. Die magneet en de trillende stroom oefenen sterke invloed op elkaar uit, waardoor de spoel snel heen en weer getrokken wordt op het ritme van de elektrische trillingen. En die trillende spoel laat het papier meetrillen. Zo horen wij dan geluid.

MAAN

De maan staat ongeveer 384.000 km bij ons vandaan. Hij draait in bijna 28 dagen om de aarde. De maan is een stuk kleiner dan de aarde. Er is geen lucht, zodat maanreizigers een ruimtepak moeten dragen. Ze voelen zich op de maan veel lichter dan op de aarde, want de aantrekkingskracht is er veel zwakker. Hoe de maan ontstaan is, weten we niet. Misschien is het wel een stuk aarde dat miljarden jaren geleden door een of andere schok los is geraakt. De plek waar dat brok aarde gezeten moet hebben is gemakkelijk aan te wijzen: de Grote Oceaan. Die is er diep genoeg voor en de aardkorst is er erg brokkelig.



MAGNEET

Je hebt natuurlijk wel eens met een magneet gespeeld. En je weet dat die ijzer aantrekt. Misschien weet je ook dat twee magneten elkaar kunnen aantrekken, maar ook... afstoten. Dat hangt er maar van af welke einden je bij elkaar houdt. Waar komt die geheimzinnige kracht vandaan? Het geheim is te vinden in de atomen. Of liever gezegd in de elektronen die om de atoomkernen suizen. Ze draaien niet alleen razend snel hun rondjes, maar tollen bovendien nog om hun eigen as. Deze snelle bewegingen veroorzaken aantrekkings- en afstotingskrachten die wij magnetisme noemen. Bij veel atoomsoorten werkt die kracht niet naar buiten door. Maar bij andere wel, bijvoorbeeld ijzer, nikkel en kobalt. Zijn zulke atomen allerlei kanten uitgericht, dan merken we van het magnetisme nóg niet veel. Maar zijn ze in dezelfde richting gekeerd, dan werken de krachten van miljarden elektronen samen en voelen we het magnetisme sterk. Bij een gelijkstroom wervelen ontelbare losse elektronen in dezelfde richting door de draad. Dicht bij zo'n draad kun je dan ook magnetisme vinden. Geen wonder dat magneten en elektrische stromen zoveel invloed op elkaar hebben (kijk maar bij luidspreker, dynamo, bandrecorder, enz.)

DAT ONNOZELE LUCIFERTJE

DE WERVELENDE WEREld

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

MICROBEN

De kleine levende wezentjes (diertjes, plantjes) die alleen door de microscoop zichtbaar zijn. Hier horen ook de bacteriën bij. Er zijn ontstellend veel microben om ons heen. Miljarden leven er op en in de grond. Het zuiverste drinkwater telt nog duizenden microben. We hoeven er niet bang voor te zijn. Verreweg de meeste microben doen geen vlieg kwaad.

MICRON

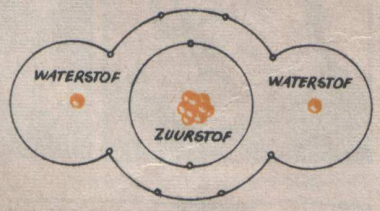
Dit is een lengte van een duizendste millimeter. Met deze kleine maat krijg je in het gewone leven natuurlijk nooit te maken. Maar wel als je bijvoorbeeld bacteriën gaat bestuderen. Er zijn bacteriën van 5 micron, maar ook van 0,5 micron.

MICROSCOOP

In een microscoop worden de lichtstralen zó gebogen dat het netvlies van ons oog een veel groter beeld opvangt dan zonder microscoop. En in dat grotere beeld vallen de kleinigheden natuurlijk duidelijk op. Zo kunnen we kleine dingen heel nauwkeurig bekijken. Een microscoop vergroot eigenlijk twee keer. Eerst gaan de lichtstralen door het „objectief", een lenzenstelsel dat een flink vergroot beeld vormt, bijvoorbeeld veertig maal vergroot. Dit beeld wordt bekeken door een tweede lenzenstelsel (het oculair), dat als een sterk vergrootglas werkt. Als het oculair nog tienmaal vergroot, dan zien we het voorwerp 40 x 10 = 400 maal groter. Misschien denk je dat een microscoop tot in het oneindige kan vergroten. Dat is jammer genoeg niet zo. Anders zouden we al lang de atomen eens kunnen bekijken. Met de allerbeste microscopen is hoogstens een vergroting van 2000 maal mogelijk. Een verdere vergroting levert alleen een wazig, heel onscherp beeld op. Je moet de schuld zoeken bij de golflengte van het licht. Wat kleiner is dan die golflengte kan nooit zichtbaar worden. Voor een nog sterkere vergroting is iets nodig met een véél kleinere golflengte dan het licht. Zo iets bestaat gelukkig: elektronenstralen. Zie ook Taptoe nummer 13: elektronenmicroscoop.

MOLECULEN

Veel atomen trekken andere atomen aan en vormen groepjes. Ze verbinden zich vrij stevig aan elkaar. Zo'n groepje vormt een hechte eenheid. Zo zelfs dat de buitenste elektronen om heel het groepje heen gaan cirkelen. Zulke atoomgroepjes worden moleculen genoemd. Het kan zijn dat twee gelijksoortige atomen een molecule vormen. Dat is het geval met zuurstof in de lucht. De zuurstofatomen verbinden zich gretig tot moleculen van twee atomen. Met waterstof is het al net zo. De atomen van de edelgassen, zoals helium en argon, doen zo iets nooit. Die blijven altijd eenzame zwervers. Veel andere moleculen bestaan uit twee of drie of nog wel meer verschillende soorten atomen. Het bekendste voorbeeld is water. Elke watermolecule is een groepje van één atoom zuurstof en twee atomen waterstof. Ze kunnen van elkaar losgemaakt worden met behulp van elektrische stroom. Het water verdwijnt dan langzaam, en de gassen zuurstof en waterstof komen vrij. Andere bekende moleculen zijn die van zout: één atoom chloor en één atoom natrium. Ook koolzuurgas (dat in de lucht voorkomt en graag door de planten wordt ingeademd) bestaat uit moleculen: twee atomen zuurstof, één atoom koolstof. Dit zijn allemaal nog eenvoudige moleculen vergeleken bij de moleculen die van levende wezens afkomstig zijn. Een molecule rietsuiker ziet er zó uit: twaalf atomen koolstof, tweeëntwintig atomen waterstof, elf atomen zuurstof. Samen dus maar liefst 45 atomen. Als je er één zo'n atoom tussenuit weet te peuteren, is het geen rietsuiker meer, maar een andere stof. Alle levende wezens zelf zijn opgebouwd uit bijzonder grote en ingewikkelde moleculen. Elke plant, elk dier, ieder mens. De



MOLECULE WATER

voornaamste atomen in die moleculen zijn die van koolstof, zuurstof, waterstof. Maar er zijn ook wel andere: ijzer, kalk, fosfor, noem maar op. Misschien komen alle elementen wel in de levende wezens voor. In die grote en ingewikkelde moleculen schuilt een groot geheim: hoe komt het dat ze levend zijn? Dat geheim proberen duizenden onderzoekers over de hele wereld te ontraadselen.

MOTOR

Er zijn verschillende soorten motoren. Op de eerste plaats de grote groep van de verbrandingsmotoren. Hiertoe horen de explosiemotor (zoals in een bromfiets en personenauto's), de dieselmotor (vrachtwagens, bussen, schepen), en natuurlijk ook de straalmotor. En dan heb je nog de groep van elektromotoren.

★ EEN MICROSCOOP KAN NIET ALLES

DE WERVELENDE WEREld

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

NATUURKUNDE

Hoe zit de levenloze stof in elkaar? En wat kunnen we met die levenloze stof doen? Dit leer je allemaal uit de natuurkunde. Wat is water en waarom wordt het ijs? Wat stroomt er bij elektriciteit? Waarom is de zon zo heet? Hoe ziet het allerkleinste eruit? Duizenden vragen worden door de natuurkunde beantwoord of nog onderzocht. De natuurkunde wordt

hoe langer hoe ingewikkelder. Er is voor het gemak een verdeling gemaakt in allerlei onderdelen. De hoofdgroepen zijn: mechanica (dat is de leer van bewegingen en krachten), warmte, trillingen en golven, geluid, elektriciteit en magnetisme, licht, atomen.

NATRIUM

Dit is het elfde element. In de natuur komt het niet vrij voor, maar is het gebonden aan andere elementen. Zout bijvoorbeeld is een verbinding van natrium en chloor. Het natrium kan men met elektriciteit van het chloor losmaken. Zuiver natrium is een wit metaal met een zilveren glans. Het is zo week dat je het kunt snijden. Omdat het zich zo snel verbindt met andere elementen, moet het goed bewaard worden, onder petroleum. Natrium komt overal voor in de zee en in de aardkorst.

NEON

Een van de edelgassen die in de lucht zweven. Het tiende element.

NEONLAMP

Een neonlamp is een lange glazen buis gevuld met wat neondamp. Zodra er elektronen doorheen jagen, begint de damp te gloeien en geeft een oranjerood licht. Neonlicht gebruiken ze hoofdzakelijk om aandacht te trekken, bij lichtreclames bijvoorbeeld, en voor het aangeven van landingsbanen op vliegvelden.

NEPTUNUS

Een van de negen planeten die om de zon draaien. Het is een wereld zo groot als een stuk of veertig aardbollen op een kluitje. Omdat Neptunus nogal ver van de zon zweeft (vier en een half miljard kilometer) duurt een jaar er lang: honderdvijfenzestig van onze jaren. Maar de dagen zijn korter dan bij ons: Neptunus tolt in vijftien en een half uur om zijn as. Deze planeet is zo verschrikkelijk ver bij ons vandaan dat hij ook door een telescoop niet zo best te bekijken is. Het wordt niet meer dan een klein groen schijfje. Pas ruimtevaarders zullen er meer van te weten komen. Eén ding is in ieder geval wel zeker: het moet er ontzettend koud zijn op die afstand van de zon, wel tweehonderd graden onder nul. En de zon maakt niet veel indruk. Het is een heldere ster, die nauwelijks licht en warmte geeft. Op Neptunus zal het overdag schemerdonker blijven. De dikke dampkring is waarschijnlijk erg vergiftig met al zijn methaan en ammoniak. En de bodem kon wel eens uit ijs bestaan. Deze grote planeet heeft twee manen. De een heet Triton en is ongeveer even ver van Neptunus af als de maan van de aarde. De tweede heet Nereide en is heel wat verder weg.

NEUTRONEN

De elektronen in een atoom stoten elkaar af. De protonen in de kern stoten elkaar ook af, maar trekken de elektronen aan. Aan al dat afstoten en aantrekken doen de neutronen niet mee; die blijven neutraal, vandaar de naam. Ze kunnen in de atoomkern echter niet gemist worden. Zonder neutronen zouden de protonen uit elkaar vliegen. Op een of andere geheimzinnige manier houden de neutronen de wilde protonen bijeen. De neutronen zijn een tikje zwaarder en kunnen dat vasthouden dus best opknappen. Omdat ze zich niet laten aantrekken, vliegen vrije neutronen ongehinderd door de lege ruimte van de atomen. Zo kunnen ze door dikke wanden dringen. Maar botsen ze tegen een kern, dan ontstaan er brokken. In een kernreactor moet dat ook. In een kernreactor worden uraniumatomen beschoten met een stroom van neutronen. De grote, logge uraniumkernen worden gemakkelijk geraakt, breken in stukken en zo kan er kernenergie ontstaan.

NEVELVLEKKEN

Aan de sterrenhemel waren al lang geleden allerlei kleine nevels ontdekt. Maar pas toen men het licht daarvan lange tijd op een fotografische plaat liet vallen, werd de juiste betekenis ervan duidelijk. Op de foto's werden sterrenwerelden zichtbaar, die ver buiten ons eigen melkwegstelsel zweven. Zie hiervoor Taptoe 30. Op de foto zie je zo'n verre sterrenwereld. Ons eigen melkwegstelsel moet er ook ongeveer zo uitzien.

NIKKEL

Een metaal dat veel weg heeft van ijzer. Het roest echter niet en is maar zwak magnetisch. Het is het achtentwintigste element.

★ METAAL DAT JE KUNT SNIJDEN

DE WERVELENDE WEREld

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

NOORDERLICHT

De kleurige lichtverschijnselen aan de nachthemel in de gebieden om de noordpool. Noorderlicht is regelmatig te zien in Alaska, Canada, Scandinavië, Siberië. In sommige jaren is het een enkele maal ook te bewonderen boven Nederland en België. Zie verder poollicht, Taptoe 35.

NOVA

Dit is een ster die plotseling helder opvlamt. Korte tijd blijft hij aan de hemel schitteren. Na enkele uren of dagen zwakt zijn licht weer langzaam af. Nova betekent nieuw. Maar een nova is geen nieuwe ster. Het is een bestaande, weinig opvallende ster. Maar dan een die van binnen zo heet is geworden dat hij plotseling uitzet, waarbij veel van zijn gassen het heelal in vliegen. Een soort van ontploffing dus. Daarna krimpt de ster weer in. Zo iets overkomt misschien ook een keer onze eigen ster, de zon. Over vele miljarden jaren, want nu is het inwendige van de zon nog lang niet heet genoeg. Gelukkig maar. Zo'n ontploffing zou voor ons geen pretje zijn.

OCEAAN

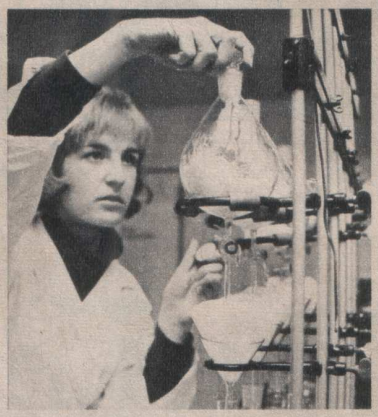
Er is bijna twee en een half keer zoveel water als land op aarde. Dat water wordt onderverdeeld in drie grote delen: de Grote Oceaan, de Atlantische Oceaan en de Indische Oceaan. Langs het vasteland is de oceaan ondiep en de bodem helt heel weinig. Maar bij een diepte van ongeveer tweehonderd meter daalt de bodem nogal steil naar grotere diepte, net een afgrond. Gemiddeld zijn de oceanen bijna vier kilometer diep. De grootste diepte is gevonden in de Grote Oceaan, bij het eilandje Goeam: ruim elf kilometer. Daar gaat de hoogste berg op aarde helemaal in onder (de Mount Everest, bijna 9 km hoog). De oceanen bevatten nog veel geheimen en honderden geleerden zijn voortdurend bezig ze te onderzoeken. In 1960 daalden twee mannen, Jacques Goddard en Don Walsh, met hun bathyscaaf (een soort diepzeeduikboot) tot een diepte van ongeveer elf kilometer. Zelfs daar, in het pikkedonker en onder een waterdruk die een mens zou verpletteren, vonden ze nog levende wezens: lichtgevende vissen, en vreemde beesten die zich in de modder verschuilen. Men denkt dat op die diepten de aardkorst zeer dun is. Er bestaan plannen om daar eens te gaan boren om te weten te komen wat voor gesteenten eronder zitten.

OHM

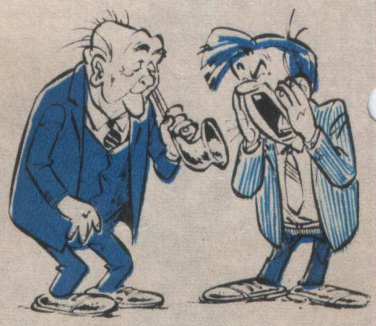
Een maat om precies aan te geven hoeveel weerstand de elektrische stroom te overwinnen heeft in een draad of een elektrisch apparaat. En ook heel belangrijk om de sterkte van de stroom te kunnen regelen. Hoe groter de weerstand, hoe zwakker de stroom. Zo mag in een televisietoestel de stroom niet overal even sterk zijn: hier wat meer stroom, daar wat minder. Door weerstandjes van het goede aantal ohm op de juiste plaatsen te solderen, kan men dat allemaal heel nauwkeurig regelen.

ONDERZOEK

De Grieken waren heel knappe denkers. Ze dachten er onder andere over na hoe de dingen in elkaar zitten. Alle stoffen bestaan uit vier elementen: water, vuur, aarde, lucht, zei ook de beroemde Aristoteles. Maar niemand vond het nodig te onderzoeken wat er van die bedenksels waar was, en zo veranderde er weinig op de wereld. Pas een jaar of vierhonderd geleden is het echte onderzoek op gang gekomen. De ene verrassende ontdekking volgde op de andere. En wij plukken de vruchten van al dat onderzoek: televisie, de eerste reizen naar de maan, kleurenfilm, kernenergie. En het onderzoek gaat steeds door. Duizenden geleerden wijden heel hun leven aan onderzoek. Voortdurend doen ze nieuwe ontdekkingen op allerlei gebied: elektronika, de atomen, het leven, het heelal, noem maar op. Wat nu niet te verklaren lijkt, kan over vijfentwintig jaar voor iedereen duidelijk zijn. Maar dan zijn er nieuwe vragen gerezen, die ook weer om onderzoek schreeuwen. Wie van jullie zal daar dan aan meedoen?



ONHOORBAAR GELUID



Onze oren kunnen niet alle geluidstrillingen opvangen. Alleen geluid met een frequentie van 16 tot 20.000 trillingen per seconde doet onze trommelvliezen meetrillen. Langzamer trillingen heten infrageluid (Taptoe 22). Snellere trillingen heten ultrageluid (kijk hiervoor in Taptoe 41). Veel dieren horen lagere of hogere geluiden duidelijk.

WANNEER ONTPLOFT DE ZON?

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

ONTSNAPPINGSSNELHEID

Dat is de snelheid die een raket moet hebben om te ontsnappen aan de aantrekkingskracht. Voor de aarde is die snelheid 40.000 km per uur. Een raket die deze snelheid bij het opstijgen ontwikkelt kan van de aarde loskomen. Voor elk hemellichaam is de ontsnappingssnelheid anders. Die hangt immers samen met de kracht van de aantrekking. Hier zijn enkele voorbeelden. De maan: nog geen 9.000 km per uur. Mars: ruim 18.000 km per uur. Allebei dus een stuk minder dan bij de aarde. Moeilijker is het voor de grote planeten. Saturnus: meer dan 130.000 km per uur. Jupiter: maar liefst 218.000 km per uur. Dat spelen de raketten van nu niet klaar. Een raket die in een baan om de aarde moet komen hoeft niet te ontsnappen aan de aantrekkingskracht en kan met minder snelheid volstaan: ongeveer 28.000 km per uur. Om uit zo'n baan naar de maan te komen is dan nog maar 11.000 km per uur nodig. Eerst om de aarde en dan naar de maan is dan ook gemakkelijker dan brutaalweg op de maan af te stormen.

ONWEER

Onweer ontstaat als warme en koude lucht op elkaar botsen. Hoe het in zijn werk gaat is nog niet precies bekend, maar in ieder geval zijn er dan wolken die een teveel aan elektronen krijgen, terwijl bij andere juist een tekort ontstaat. Als de spanning te hoog wordt, springen er elektronen over: bliksem! De elektronen kunnen van wolk naar wolk flitsen, maar ook van een wolk naar de aarde of omgekeerd. Donder en bliksem ontstaan tegelijkertijd. Maar omdat geluid zich langzamer voortplant dan licht, lijkt het ons toe alsof er een tijdverschil is.

ONZICHTBAAR LICHT

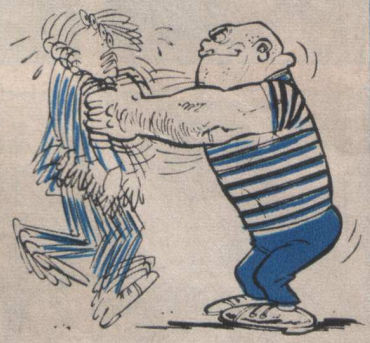
Onze ogen kunnen niet alle licht waarnemen. Licht met een hogere frequentie dan violet, het zogenaamde ultraviolet, is voor ons zwart. Maar bijen bijvoorbeeld zien dan wel degelijk kleur. Zie ook Taptoe 42. Er is ook kleur met een lagere frequentie dan rood: infrarood. Voor ons ook zwart, maar het schijnt dat diepzeevissen er een kleur in zien. Infrarood is ook 's nachts te „zien". In het donker kunnen foto's gemaakt worden met films die gevoelig zijn voor infrarood. Zie ook Taptoe 22.

OOG

Een van onze wonderlijkste zintuigen. De ogen kunnen een klein deel opvangen van de elektromagnetische straling. Radio-antennes reageren op elektromagnetische golven van een lange golflengte. Televisie-antennes werken op een kortere golflengte. Onze ogen vangen een nog veel kortere lengte op. Je mag je ogen gerust antennes noemen. Vooraan in het oog zit een lens, die wij met een spier boller of platter kunnen maken. Daardoor kunnen we die lens instellen op de afstand en ervoor zorgen dat er een scherp beeld wordt gevormd op het netvlies achter in het oog. In het netvlies zitten twee soorten cellen: staafvormige en kegelvormige. De kegelvormige kunnen kleuren onderscheiden. Het beeld wordt langs zenuwen naar de hersenen geleid, naar een plaats in het achterhoofd. Als de lens niet goed werkt en geen scherp beeld vormt op het netvlies, moeten we een bril gaan dragen. Een brilleglas is niets anders dan een extra-lens, die de fout opheft. De oogarts kan de fout heel nauwkeurig vaststellen en de sterkte van de lens berekenen.

OSCILLATOR

Oscilleren betekent slingeren, trillen. Een oscillator is een toestel om elektrische trillingen op te wekken. Dit is bijzonder belangrijk voor radio en televisiezenders. Daar moet men trillingen opwekken van een zeer hoge frequentie, zo hoog dat de zendantenne elektromagnetische golven gaat uitstralen. Zie draaggolf in Taptoe 12. Die trillingen laat men meestal ontstaan in een geschikte elektronenbuis (radiolamp), waarin de elektronen tot trillen worden gebracht. In een goed radiotoestel en in een televisieapparaat zit ook wel een oscillator, in de vorm van een kleine elektronenbuis. De bedoeling van deze opgewekte trillingen is om het toestel regelmatiger en gemakkelijker te laten werken.



PENTODE

Een heel belangrijk soort elektronenbuis (radiolamp), die je in elk radio- en televisie-toestel wel kunt vinden. De elektrische trillingen die door de pentode gaan komen er flink versterkt weer uit. De pentode werkt dus als een versterker. De laatste elektronenbuis voordat de trillingen de luidspreker in werking zetten is meestal een krachtige pentode.

★ LICHT DAT WIJ NIET ZIEN

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

PROTON

De zware deeltjes in de atoomkern die de elektronen aantrekken worden protonen genoemd. Het allereenvoudigste atoom (van waterstof) bestaat uit één proton, met daaromheen wervelend één elektron. Een elektron is het kleinste stofje dat we kennen. Een proton is bijna tweeduizend keer groter. Toch is het nog altijd zó klein dat je er miljarden naast elkaar zou moeten leggen om één millimeter gevuld te krijgen. Een proton hangt niet zo maar stil in het atoom. Het is voortdurend in beweging; het tolt om zijn eigen as, net een klein, razendsnel tolletje. Hoe het komt dat de protonen elektronen aantrekken en waarom de andere kerndeeltjes, de neutronen, dat niet doen, kan niemand je vertellen.

PROTONENMICROSCOOP

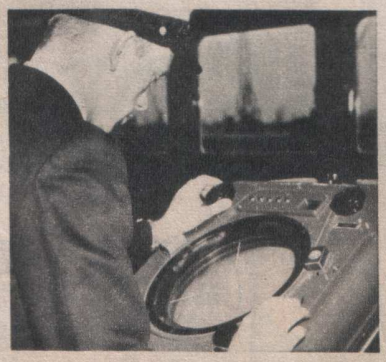
Een gewone microscoop kan niet meer vergroten dan ruim duizend keer. De golflengte van licht is namelijk te groot om nog kleinere bijzonderheden zichtbaar te maken. Door met ultraviolet licht te werken (dat een wat kleinere golflengte heeft) is wat meer vergroting mogelijk, tot ongeveer tweeduizend keer toe. Maar daarmee is de uiterste grens van de lichtmicroscoop wel bereikt. Elektronenstralen hebben een véél kleinere golflengte. Daardoor kan een elektronenmicroscoop meer dan honderdduizend maal vergroten. Wel veel, maar nog net even te weinig om atomen zichtbaar te maken. Om die te zien zou een nóg kleinere golflengte nodig zijn. Die kleinere golflengte hebben protonenstralen. Wie weet, misschien wordt nog eens ooit een protonenmicroscoop uitgevonden. En dan kunnen we eindelijk de atomen bewonderen.

PROXIMA CENTAURI

De ster die, als je de zon niet meetelt, het dichtst bij ons is. Wat je dichtbij noemt tenminste. Het licht van die ster heeft toch nog altijd bijna vier en een half jaar nodig om ons te bereiken. Hij staat 4,3 lichtjaar bij ons vandaan. Eigenlijk is het niet juist om van ster te spreken. Want Proxima Centauri vormt met twee andere sterren samen een drievoudige ster. Drie sterren die om elkaar draaien.

RADAR

Bij radar wordt gebruik gemaakt van een bijzonder verschijnsel van de radiogolven, namelijk dat ze door hindernissen worden terug-gekaatst. Die radiogolven (van een zeer hoge frequentie) vangt men weer op en ze geven op een scherm een beeld te zien. Zo is het mogelijk vliegtuigen te zien



aankomen van heel ver, of een havengebied met alle schepen bij de dichtste mist en in de donkerste nacht toch waar te nemen. Het radarbeeld is geen erg duidelijk beeld. Dat wil zeggen voor ons niet. Je moet eerst goed leren begrijpen wat het voorstelt.

RADIO

In de studio zingt een juffrouw. Haar stem doet de lucht trillen. De geluidsgolven komen in een microfoon en brengen daarin de elektrische stroom aan het trillen. Deze trillingen, op het ritme van de geluidsgolven, gaan door een grote zendbuis heen en worden daarin gemengd met een elektrische trilling van een

zeer hoge frequentie (draaggolf, zie Taptoe 12). Deze gemengde trillingen komen in de zendantenne terecht en doen eromheen elektromagnetische golven ontstaan, die op dezelfde manier trillen als de trillingen in de zendantenne. De elektromagnetische golven planten zich in alle richtingen voort, en overal waar ze tegen antennes spoelen, doen ze daarin elektrische trillingen ontstaan, ook al weer met dezelfde frequentie en in hetzelfde ritme. De trillingen zijn onderweg flink verzwakt. Maar het radiotoestel is zó ingericht dat ze weer goed versterkt worden. Er zijn nog andere voorzieningen in het toestel. Een afstemkring, om op de juiste zender te kunnen afstemmen, een detector, waarin de snelle trillingen van de draaggolf worden uitgedoofd en de langzame trillingen van het geluid alleen overblijven, een eindversterker, waarin de stroom zo hoog mogelijk wordt opgevoerd. En dan tenslotte gaat de luidspreker trillen en horen wij de juffrouw zingen. Er zijn voor dit alles veel woorden nodig, maar alles is in een onderdeel van een seconde gebeurd.

RADIOACTIEVE STRALING

Radioactieve straling werd een tachtig jaar geleden ontdekt bij uraniumerts. Radioactieve straling ontstaat als atoomkernen uit elkaar springen. Er zijn drie soorten straling: van losse elektronen, van alfadeeltjes of heliumkernen (Taptoe 2) en van gammastralen. De laatste zijn elektromagnetische golven met een ontzaglijk hoge frequentie, zeer gevaarlijk voor ons lichaam.

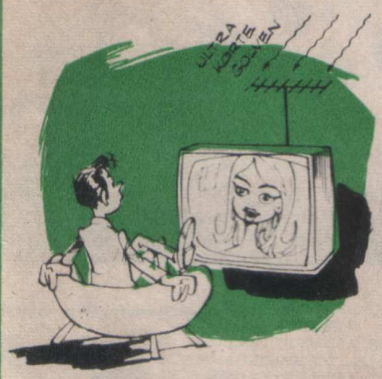
★ KIJKEN IN HET DONKER

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

RADIOGOLVEN

De golflengte van radiogolven loopt van enkele centimeters tot wel tien kilometer. De snelheid waarmee ze zich voortplanten is dezelfde als van licht: 300.000 km in een seconde. Al zijn ze onzichtbaar en voelen we ze niet als warmte, toch hebben de



mensen ze een honderd jaar geleden ontdekt. We maken er nu druk gebruik van. Radiogolven worden verdeeld in: lange golven (gebruikt voor draadloze telegrafie), middengolven (radio-uitzendingen), korte golven (kortegolf-radio-uitzendingen), ultrakorte golven (televisie en FM) en microgolven (radar).

RADIOSTERREN

Dit zijn plekjes aan de hemel die een sterke radiostraling uitzenden. Die straling is op te vangen met een radiotelescoop. De naam radioster is niet juist gebleken en wordt dan ook niet meer gebruikt. Met een telescoop zijn verschillende van die plekjes onder urenlange belichting gefotografeerd. En wat is er gevonden? De resten van ontplofte sterren, verre sterrenwerelden die met elkaar in botsing zijn, nevelflarden, en ontzaglijk ver weg gelegen sterrenwerelden. Het licht is uiterst zwak, maar de radiogolven komen sterk door. Er zijn ook radiobronnen in het heelal ontdekt die wel zo groot moeten zijn als een heel melkwegstelsel. Het zijn enorme gasbollen, waar verder nog niets over bekend is. Ze worden wel quasars genoemd (dat betekent zoveel als: radiobronnen die op sterren lijken, maar het niet zijn).

RADIOTELESCOOP

Uit het heelal bereiken ons radiogolven van allerlei golflengten. En die kunnen we „beluisteren" met een radiotelescoop. Wat het meest opvalt aan zo'n telescoop is de reusachtige holle „spiegel" van metaalgaas. Deze vangt de golven op en kaatst ze naar één punt, waar een antenne is gebouwd. Hoe groter de spiegel, hoe groter het opvangvermogen. Dit hangt samen met de grote golflengte van radiogolven. De grootste radiotelescoop heeft een middellijn van 75 meter! Hij staat in Engeland, in Jodrell Bank. Deze is ook heel geschikt om raketten op hun reizen naar de maan en de planeten te volgen. Er zullen in de toekomst nóg grotere radiotelescopen komen. Ontdekkingen die met radiotelescopen werden gedaan, zijn bijvoorbeeld: hoe onze eigen melkweg in elkaar zit, want radiogolven gaan dwars door nevels en stofwolken heen; een betere kennis van de zon; veel zogenaamde puntbronnen (zie radiosterren). Een groot voordeel van de radiotelescoop is dat hij overdag net zo goed werkt als 's nachts. Radiogolven blijven altijd hoorbaar.

RAKET

De motoren van een raket zijn een soort straalmotoren. Ze stoten met grote snelheid gloeiende gassen uit, waardoor er een flinke stuwkracht naar voren ontstaat. Een straalmotor werkt met lucht. Dat is bij een raketmotor niet mogelijk, omdat in het heelal lucht ontbreekt. De raket moet alle brandstof meenemen en daarom is zijn omvang zo groot. Een ruimteraket bestaat meestal uit drie „trappen". Bij de start werkt alleen de onderste trap. Zodra deze alle brandstof verbruikt heeft, wordt hij afgestoten. Daarna beginnen de motoren van de tweede trap te loeien. De raket, die al een flinke vaart had, krijgt er nu extra-snelheid bij. Als de tweede trap is uitgebrand, wordt ook deze losgemaakt en kan de derde trap de snelheid nóg hoger opvoeren. De grootste raket van Amerika is de Saturnus V, die voor de maanreizen wordt gebruikt. Honderdtien meter hoog, elf motoren! Er staan echter al grotere raketten op stapel, want de mensen willen verder komen dan de maan.

RUIMTEVAART

Vorig jaar met Kerstmis, toen drie Amerikanen om de maan cirkelden, begon de tijd van de ruimtevaart. Die grote droom van de mensheid gaan wij nu meemaken. Weldra zal het heel gewoon zijn dat er mannen op de maan lopen. Er zullen werkers komen om werkplaatsen te bouwen en de maan bewoonbaar te maken. Er zullen hele bouwwerken om de aarde gaan cirkelen, die als vertrekplaatsen kunnen dienen voor reizen naar Venus en Mars. Opnieuw zal de hele wereld in opwinding verkeren als de eerste mens op Mars landt. Die mens ziet aan de hemel een heldere blauwe ster: de aarde, een korreltje in het onmetelijke heelal. Nóg verdere reizen zullen we meemaken. Naar de reuzenwerelden Jupiter en Saturnus met hun talrijke manen. De mensen zijn bezig zich los te maken van de aarde. Het hele heelal gaat voor ons open!

★ WIE GAAT OP DE MAAN WONEN ?

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

REUZENSTERREN

De zon is geen bijzonder grote ster. Er bestaan sterren die de omvang hebben van misschien wel honderdduizend zonnen bij elkaar. Grote sterren worden reuzen genoemd, en heel grote sterren

superreuzen. Er zijn blauwe reuzen en rode reuzen. Als je eens goed naar de sterrenhemel kijkt, zul je echt sterren ontdekken met blauwachtig en roodachtig licht. Het blauw wijst op een zeer hoge temperatuur, van wel twintigduizend graden (de zon is ongeveer zesduizend graden). Rode sterren hebben een lagere temperatuur dan de zon. Rode reuzen en superreuzen zijn dus niet zo heet. Ze zijn ook erg ijl, veel ijler dan de zon.

RONTGENSTRALEN

Dit zijn elektromagnetische golven van een nog veel hogere frequentie dan licht en ultraviolet. Röntgenstralen zijn dan ook veel doordringender, ze dringen door tal van stoffen heen. De Duitse onderzoeker Röntgen ontdekte ze een vijfenzeventig jaar geleden. Met röntgenstralen kunnen foto's gemaakt worden van het lichaam. Op zulke foto's zijn beenderen en weefsels in het lichaam te zien. Een belangrijk hulpmiddel om ziekten en breuken op te sporen. Röntgenstralen worden ook gebruikt om gezwellen in het lichaam te doden. De bestraling moet goed gericht zijn en mag nooit lang duren, want anders beschadigen de omringende weefsels. Er is nog een andere belangrijke toepassing van de röntgenstralen. Er kunnen als het ware foto's mee genomen worden van de atomen. Dat is mogelijk doordat de golflengte veel fijner is dan die van het licht. En ze passeren dan ook gemakkelijk de kleine openingen tussen de atomen. Wordt een dun laagje van een of andere stof bestraald, dan worden veel stralen wel door atomen tegengehouden, maar veel andere gaan ongehinderd door de „kieren" heen. Op een fotografische plaat zijn dan de atomen als ronde schaduwen te zien. Op deze manier zijn de onderzoekers te weten gekomen hoe atomen in allerlei stoffen zich rangschikken.

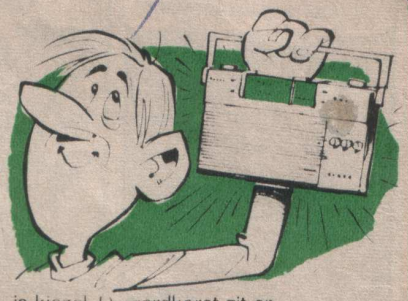
SATURNUS

Een van de negen planeten die om de zon draaien. Een wereld zo groot als wel zevenhonderd aardbollen bij elkaar. Omdat Saturnus ver van de zon zweeft (bijna anderhalf miljard km) duurt een jaar er lang: dertig van onze jaren. Maar de dagen

zijn kort. De planeet tolt zo snel om zijn as dat een dag en een nacht in tien en een half uur voorbij zijn. Het wonderlijke van Saturnus is zijn ring. Een verzameling van ontelbare rotsblokken, stukjes gruis en brokken ijs, die snel om de planeet wentelen. Misschien zijn het de overblijfselen van een vroegere maan, die uit elkaar is gebarsten door de geweldige aantrekkingskracht van de reuzenwereld. De ring is vrij dun: 15 km, maar wel erg hoog: 60.000 km. Saturnus heeft nog manen genoeg over, in totaal tien. Een ervan is groter dan onze eigen maan, de andere zijn kleiner. Al zijn er op Saturnus veel mooie dingen te zien (ring, manen), een landing daar is niet erg aantrekkelijk. De dampkring is zeer vergiftig (methaan, ammoniak) en het moet er onvoorstelbaar koud zijn.

SILICIUM

Wist je dat je dagelijks met dit 14e element te maken hebt? Het zit onder andere in steen en zand. Een meer Nederlandse naam



is kiezel. De aardkorst zit er vol van. Maar dan altijd gebonden aan andere elementen, vooral zuurstof. In zuivere vorm ziet het er glanzend zwart uit. Het lijkt in veel opzichten op koolstof. Silicium is een heel belangrijke grondstof voor het fabriceren van transistors van bijzonder goede kwaliteit.

SIRIUS

De helderste ster aan de hemel; veel heter dan de zon (dat is wel te zien aan zijn blauwachtig licht) en bijna tweemaal groter. Het is een van de dichtstbijzijnde sterren, nog geen negen lichtjaren bij ons vandaan, in het heelal een afstandje van niets. Sirius bestaat eigenlijk uit twee sterren, die om elkaar heen draaien (dubbelster). De tweede ster is echter zeer klein. Hij is veel kleiner dan de zon, maar toch bijna even zwaar. Het is een witte dwerg (zie Taptoe 12).

SMELTVEILIGHEID

Dit is een modern woord voor stop. Een smeltveiligheid dient om brand te voorkomen bij kortsluiting. Zie Taptoe 27.

EEN RING IN HET HEELAL

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

SPIEGELS

Hoe komt het dat je in een spiegel jezelf kunt zien? De lichtgolven, die van je uitgaan, kaatsen tegen het gladde oppervlak zó regelmatig terug dat ze ongestoord naar je terugkeren. Een bolle spiegel verkleint. Een chauffeur ziet dan ook in zijn

achteruitkijkspiegel alles kleiner, maar hij kan wél een groter gebied overzien. Een holle spiegel vergroot. Denk maar aan een scheerspiegel. En hoe zit het met lachspiegels? Die zijn gegolfd, nu eens hol, dan weer bol. Vandaar de gedrochten.

STEREO

Dit betekent ruimtelijk. Het geluid dat ons ene oor binnenkomt is anders dat wat het ander opvangt. Dit verschil geeft de indruk van ruimte en afstand. Een gewone grammofoonplaat geeft géén ruimtegevoel, want beide oren vangen hetzelfde geluid op. Daarom klinkt zulke muziek een beetje vlak. Een stereoplaat klinkt veel echter. Tenminste, als we een geschikte platenspeler hebben met twee luidsprekers. De muziek is opgenomen met twee microfoons. In de groeven worden links de trillingen uit de ene microfoon vastgelegd, en rechts uit de andere. De saffier van de stereoplatenspeler neemt de beide trillingen precies over. Langs gescheiden wegen (kanalen) bereiken ze twee luidsprekers. Deze moeten gunstig opgesteld staan, zodat de oren een verschillend geluid opvangen. Er zijn ook stereoradio's en stereobandrecorders.

STERREN

Vroeger zagen ze sterren aan voor kleine lampjes aan de hemelkoepel. Nu weten we dat er geen koepel is, we kijken een eindeloze ruimte in. De sterren lijken puntjes door hun grote afstand. De dichtstbijzijnde ster is onze zon. Om de volgende te bereiken zou je met lichtsnelheid meer dan vier jaren moeten reizen. Alle andere sterren zijn nóg verder, de verste wel vier of vijf miljard lichtjaren bij ons vandaan. Met het oog kunnen we een drieduizend sterren zien. Door een telescoop worden er miljarden zichtbaar. En op lang belichte foto's komen er nog miljarden meer te voorschijn. Het is ongelooflijk dat sterrenlicht van vijf miljard lichtjaren nog tot de aarde doordringt. De zon is een kleine, rustige ster. Veel sterren zijn als de zon. Maar er zijn ook grotere, hetere, koelere, kleinere. Verschillende sterren krimpen in en zetten weer uit. Van tijd tot tijd ontploft er een ster. De helderste ster is Sirius, twee keer groter dan de zon en nog geen negen lichtjaren bij ons vandaan. Wat zouden wij mensen graag willen weten of er om de sterren planeten draaien die op de aarde lijken. Maar voorlopig hebben we genoeg te stellen met het onderzoek van de planeten en manen bij de zon.

STIKSTOF

De lucht om ons heen bestaat voor een groot deel uit dit zevende element; een gas zonder reuk en kleur. Het komt ook in de grond voor en in álle levende wezens. Voor een goede plantengroei moet er genoeg stikstof in de bodem zitten. Dat is vaak niet zo. Daarom bemesting met stalmest of kunstmestkorrels, waarin veel stikstof zit.

STRALINGSGORDELS

Sinds 1958 weten we dat er om de aarde uitgestrekte stralingsgordels bestaan. De aarde is een grote magneet. De magnetische krachtlijnen vangen allerlei atoomdeeltjes (protonen en elektronen) die uit het heelal komen aanstormen en laten ze snel rondcirkelen. Eerst was men bang dat ze de ruimtevaart erg moeilijk zouden maken, maar achteraf is dat wel meegevallen.

TELESCOOP

Een telescoop kan de planeten vergroten, maar niet de sterren; die zijn te ver weg. Wat heeft het dan voor zin door telescopen naar de sterren te turen? Een telescoop verzamelt zoveel mogelijk licht, waardoor het versterkt wordt. Heel zwakke sterren kunnen zo zichtbaar worden. Voor nóg zwakker licht is het nodig het lange tijd op fotografische platen te laten inwerken. En na ontwikkeling is dan te zien wat voor het oog verborgen bleef. Zo heeft men verre sterrenstelsels kunnen ontdekken. Grote telescopen hebben geen lenzen, maar een spiegel. Een grote lens laat te weinig licht door en is moeilijk te maken. De beroemde Palomarkijker in Amerika heeft een spiegel met een middellijn van maar liefst vijf meter! Het gieten en laten afkoelen duurde acht maanden. Daarna waren er nog elf jaar nodig om de spiegel tot in de puntjes te slijpen en te polijsten!

★ ZIJN STERREN KLEINE LAMPJES?

DE WERVELENDE WEREld

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

TELEVISIE

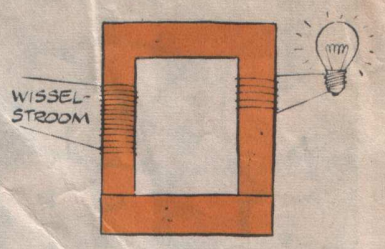
Een wonderlijke uitvinding is de televisie. Hoe werkt die eigenlijk? Om te beginnen moet je er goed aan denken dat licht niets anders is dan een soort trilling. Een elektromagnetische trilling. Een televisiecamera vangt de trillingen op en zet ze om in eletronische trillingen. Deze worden naar de zendmast geleid en dan met een draaggolf van zeer korte golflengte meegevoerd, de ruimte in. Onze TV-antenne vangt de golven op en de ontvanger doet de rest wel. Dit is allemaal heel simpel gezegd, maar de werkelijkheid is heel wat ingewikkelder dan bij de radio. Er is immers een groot verschil tussen horen en zien. Geluid bestaat uit trillingen die ná elkaar ontstaan. We mogen ze dus ook gerust ná elkaar horen. Maar als we naar een voetbalwedstrijd kijken, dan krijgen we te maken met talloze trillingen op hetzelfde ogenblik. Allerlei trillingen van donkere en lichte plekken. Die kan de televisiecamera nooit tegelijk doorzenden. Daarom is de camera zó gebouwd dat het beeld, dat zich achter de lens vormt, door een elektronenstraal puntje voor puntje wordt afgetast. En van elk puntje wordt de helderheid apart uitgezonden. Dit aftasten en doorzenden gaat razend snel. In vierhonderdste seconde is de elektronenstraal over het hele beeld geflitst en in diezelfde vierhonderdste seconde is de helderheid van elk puntje uitgezonden. Onze antenne vangt dus in vierhonderdste seconde álle punten van het beeld op. Ook in ons TV-toestel is een eletronenstraal. Die maakt in vierhonderdste seconde precies dezelfde bewegingen als de straal in de camera en maakt zo punt voor punt op het scherm zichtbaar. Ons oog werkt zó traag dat het is of we al die puntjes tegelijk zien als één beeld. Onmiddellijk erna volgt er wéér een puntjesbeeld. In totaal krijgen we zo elke seconde vijfentwintig beelden voorgeschoteld. En net als bij film laat ons oog zich bedriegen: we zien beweging!

TIN

Dit bekende metaal is het vijftigste element. Het kan tot heel dunne plaatjes worden gewalst (zilverpapier!). Blik bestaat uit ijzer dat met tin is beschermd tegen roest. Brons is een mengsel van koper en tin. Een paar duizend jaar geleden was tin al bekend. De Feniciers haalden het helemaal uit Cornwall, in Engeland.

TITAAN

Ook een metaal, het tweeëntwintigste element. Het komt veel meer voor in de aardkorst dan tin, maar is veel langer onbekend gebleven. Titaan wordt tegenwoordig veel gebruikt bij het bouwen van vliegtuigen en raketten. Het is vrij licht, maar ijzersterk. Bovendien roest of verweert het niet gauw.



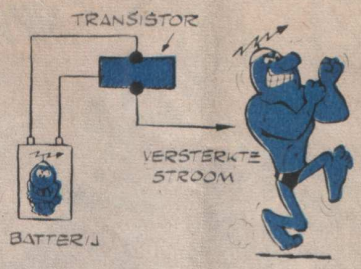
TRANSFORMATOR

Dit betekent omvormer. Een omvormer van elektrische spanning. Je weet natuurlijk al dat rond een stroomdraad magnetisme ontstaat. En als de draad opgewonden wordt, zodat veel windingen naast elkaar komen te liggen (een spoel), dan wordt het magnetisme van al die draden bij elkaar sterker. En is de draad om een ijzeren staaf gewonden, dan is de magnetische kracht nóg sterker, want ijzer is uiterst gevoelig voor magnetisme. We nemen nu een lange staaf, zodat er nog een eind uit de spoel steekt. Om het vrije einde wikkelen we een andere draad, maar zonder die op een stroombron aan te sluiten. Blijft de stroom in de eerste draad gelijkmatig vloeien, dan gebeurt er in de tweede draad niets. Maar schakelen we de stroom uit, dan onstaat in de tweede draad even een spanning. Hetzelfde gebeurt als we de stroom weer inschakelen. Gebruiken we nu in plaats van gelijkstroom (die uit een batterij komt) wisselstroom (een stroom die vele malen per seconde heen en weer flitst), dan worden er even snel spanningen opgewekt in de tweede draad. En zó komen we bij de transformator. Is de tweede draad even dik als de eerste en heeft hij evenveel windingen, dan ontstaat er precies dezelfde spanning als in de eerste draad. Bij minder windingen echter zal de spanning lager zijn. En bij meer windingen juist hoger. Op deze manier kunnen we de tweede draad de spanning geven die we hebben willen. In plaats van een staaf gebruiken ze in een transformator liever een stel dunne, op elkaar gestapelde plaatjes, die de vorm hebben van de letter U of van de letter E. Dat werkt namelijk beter. Over het nut van de transformator, zie Taptoe 21, bij hoogspanning.

SPANNINGEN IN EEN DRAAD

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP



TRANSISTOR

Een wonderlijke ontdekking deden twee Amerikaanse onderzoekers in 1948. Als twee metalen aan elkaar zijn gelast, ontstaan er in het grensgebied elektrische verschijnselen. Niet zo bijzonder, dit was honderd jaar eerder al bekend. Maar de vinding van Bardeen en Brattain kwam kort gezegd hierop neer: als drie stukjes metaal van een heel goed uitgekiende samenstelling bijeen worden gebracht, en je voert er op de juiste manier elektrische stroom doorheen, dan komt er aan de andere kant een versterkte stroom uit. En dat is nu net wat radio en televisie nodig hebben voor een goede werking. Tot dan toe konden alleen elektronenbuizen voor versterking dienst doen. Uitstekende versterkers, maar nogal groot en breekbaar, en ze vragen véél stroom. Nee, dan de transistor... niet groter dan een kraal, bestand tegen stoten, en tevreden met de zwakke stroom uit een batterij! Transistorradio's kunnen veel kleiner zijn dan radio's met elektronenbuizen, en toch geven ze een flink geluid. Transistors doen verder dienst in uiterst nauwkeurige meetapparaten, bij de ruimtevaart, in computers en tal van andere toestellen. Een computer met elektronenbuizen vult een hele zaal. Maar een computer die op transistors werkt, past in een kleine kast. Daarbij ontwikkelen de technici steeds kleinere transistors, klein als speldeknoppen, zodat computers nóg minder ruimte in zullen gaan nemen. Ook voor vaders auto bestaan er handige apparaatjes die op transistors werken. Toch hebben transistors wel enkele nadelen. Als ze te warm worden, werken ze niet goed meer. De ultrakorte golven van televisiezenders kunnen ze niet zo best verwerken. Daarom zul je in een ontvanger van goede kwaliteit nog menige elektronenbuis tegenkomen. De transistors zitten dan op plaatsen waar het er minder op aan komt. Ook al weten de onderzoekers veel van de nadelen weg te werken, toch zullen elektronenbuizen wel nooit helemaal verdwijnen. Zie ook halfgeleiders, Taptoe 20.

TIJD

In het heelal speelt de tijd een grote rol. Licht verplaatst zich wel razend snel (in één seconde naar de maan), maar voor de reusachtige afstanden tussen de sterren heeft dat snelle licht evengoed nog jaren nodig. De dichtstbijzijnde ster zien wij dan ook zoals hij er meer dan vier jaar geleden uitzag. Misschien is hij in die tijd niet veranderd, maar hij kan voor hetzelfde geld intussen uit elkaar zijn gespat. Andere sterren zien we zoals ze er tien, honderd of duizend jaar geleden uitzagen. Het licht dat van de állerverste sterren komt heeft zelfs een paar miljard jaar nodig om ons te bereiken. Hoe verder de sterren weg zijn, hoe dieper wij terugkijken in de tijd. Dat is iets waarover veel mensen verwonderd nadenken. We zien het heelal van nú (bij ons in de buurt) en het heelal van vroeger (verder weg).

URANIUM

Dit element is beroemd geworden sinds de ontdekking dat zijn atoomkernen de een na de ander uit elkaar vallen. Daardoor verandert uranium langzamerhand in een ander element (thorium), dat op zijn beurt ook weer verandert, en dat gaat zo door tot er tenslotte lood overblijft. Dat uit elkaar vallen gaat overigens zo langzaam, dat er in de aardkorst nog heel wat uranium te vinden is, vooral in Afrika en Noord-Amerika. Zuiver uranium lijkt op een heel gewoon metaal. Maar er kunnen geweldige krachten uit worden vrijgemaakt: kernenergie.

URANUS

Een planeet die op een afstand van bijna drie miljard kilometer om de zon draait. Het zonlicht doet er meer dan twee en een half uur over om er te komen. Net als de meeste andere planeten is Uranus een niet zo plezierige wereld voor ruimtevaarders: koud en met een zeer vergiftige dampkring. Uranus is flink wat groter dan de aarde en er draaien vijf manen omheen.

★ TERUGKIJKEN IN

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: DEN HARTENDORP

ULTRAVIOLET

Licht dat nóg sneller trilt dan gewoon licht en door onze ogen niet gezien kan worden. De zon zendt tegelijk met het normale licht ook veel ultraviolet licht mee. We zouden het niet overleven als dat in zijn geheel tot op de aarde doordrong. De hogere luchtlagen van de dampkring houden echter veel van die ultraviolette straling tegen. Als in de zomerzon je huid verbrandt, dan komt dat door ultraviolette straling die toch nog de grond bereikt. Gebruinde mensen hebben in hun huid een beschermende stof tegen het ultraviolet (pigment).

VENUS

Geen andere planeet zweeft zo dicht bij de aarde als Venus: veertig miljoen kilometer is de afstand maar. Venus lijkt wat grootte en zwaarte betreft véél op onze aarde. De dampkring is echter zo dicht dat we er niet doorheen kunnen kijken, waardoor niemand weet hoe de bodem er uit ziet. Vroeger dachten ze dat op Venus veel water was, waarin misschien grote monsters leefden, zoals eens ook op de aarde. Maar de raketten die op Venus zijn afgestuurd hebben niet zulke prettige dingen overgeseind: de dampkring is ongeschikt voor leven en op de grond moet het veel te heet zijn. Afwachten maar wat volgende Venusraketten nog voor nieuws overseinen, en wat in de verre toekomst bezoekers van Venus met eigen ogen zullen zien.

VIRUS

Pas de elektronenmicroscoop heeft wezentjes zichtbaar kunnen maken die nog wel honderdmaal kleiner zijn dan bacteriën. Ze zien er uit als staafjes of bolletjes of als kopjes met staart. Allemaal zijn het ziekteverwekkers bij plant of dier. Als een virus in de buurt van een cel komt, dringt hij naar binnen en verteert de inhoud. Na afloop is hij niet gegroeid of dikker geworden. Hij heeft alleen maar... een heel stel nieuwe virussen gemaakt! Gelukkig dat ons lichaam snel antistoffen krijgt om de virussen te doden. Een heel bekende virusziekte is griep.

WARMTE

De atomen en moleculen van de lucht flitsen kriskras door elkaar. Ze botsen tegen elkaar en tegen alles, óók tegen ons. Die botsingen geven ons het gevoel van warmte. Hoe meer botsingen of hoe harder ze aankomen, hoe warmer wij het hebben. Maar komen de botsingen minder voor dan normaal, dan huiveren we van de kou! Dit is bewegingswarmte. In kokend water bewegen de waterdeeltjes razend snel. Als we een hete ketel aanraken, voelen we het snelle trillen van de metaaldeeltjes en dat doet behoorlijk pijn. Er is ook stralingswarmte. De zon zendt veel stralingswarmte uit. We voelen ook de stralingswarmte van een kachel of van iets dat gloeit. Warmtestralen zijn niets anders dan elektromagnetische golven van een lagere frequentie dan bij licht: infraroodstraling.

WATERSTOF

Het lichtste element dat bestaat. Een waterstofatoom heeft maar twee deeltjes: in het midden één proton, daar omheen cirkelend één elektron. Zuivere waterstof is een gas dat hoog in de dampkring nog in heel kleine hoeveelheden voorkomt. Maar het verdwijnt gemakkelijk in het heelal. Er is ontdekt dat overal in het heelal veel waterstofgas rondzweeft. Trouwens, sterren zijn voornamelijk opeenhopingen van waterstof. Op aarde is toch nog heel wat waterstof aanwezig, maar dan gebonden aan andere elementen. Zo is water een verbinding van waterstof met zuurstof. Verbindingen met andere elementen zijn bijvoorbeeld: zoutzuur (met chloor) en aardgas (met koolstof).

WISSELSTROOM

De elektrische centrale levert ons wisselstroom, dat wil zeggen stroom die voortdurend heen en terug gaat, wel vijftig keer per seconde. Wisselstroom heeft grote voordelen boven gelijkstroom (die steeds dezelfde kant uit stroomt). Zo is de spanning heel gemakkelijk te veranderen in elke willekeurige andere spanning. Zie hoogspanning in Taptoe 21 en transformator in Taptoe 40.

IJZER

Dit overbekende element is het zesentwintigste in de rij. Hoe belangrijk en nuttig dit sterke metaal voor heel de wereld is, weet iedereen. Het meeste ijzer wordt uit de grond gehaald in Amerika, Rusland, Frankrijk, China, Zweden, West-Duitsland (het Ruhrgebied), Venezuela, Engeland en Canada.

TERS OP VENUS?

DE WERVELENDE WEREID

SAMENSTELLING: HENK HARTENDORP

ZILVER

Zilver roest niet en blijft dan ook altijd mooi glanzen. wonder dat wij dit 47e element graag zien. Het is echter niet goedkoop, want de vindplaatsen zijn schaars. Het meeste zilver komt uit de bodem van Mexico. Zuiver zilver is nogal week. Bij het verwerken wordt het daarom vermengd met wat koper. Verzilverde voorwerpen bestaan uit koper, waar overheen een vliesje zilver is aangebracht.

ZINK

Zink roest wél, maar alleen aan de oppervlakte. De rest is goed beschermd. Dit 30e element komt vooral uit Noord-Amerika en Europa (ook België). Zuiver zink is vrij bros. Maar door het te walsen bij een temperatuur van 100 à 150 graden krijgt het meer stevigte. Zink is van groot belang als dakbedekking en voor het roestvrij maken van ijzer (een laagje zink erop).

ZON

De zon is een ster. Hij staat ongeveer honderdvijftig miljoen kilometer bij ons vandaan. Aan de oppervlakte is de temperatuur zesduizend graden, maar in het midden moet het veel heter zijn, misschien wel twintig miljoen graden. Daar worden ontelbare waterstofatomen samengeperst tot heliumatomen en daarbij komt de straling vrij die ons op een zomerse dag te erg kan worden. De zon bestaat vooral uit waterstof en hellum, maar in het zonnegas komen, hoewel in veel mindere mate, ook bijna alle andere elementen voor. Dit is gebleken bij het ontleden van het zonlicht door een spectroscoop. Van tijd tot tijd zijn er donkere vlekken op de zon te zien. Die

zonnevlekken zijn gebieden waar geweldige uitbarstingen plaatsvinden. Kolosssie vlammen van duizenden kilometers lengte laaien hoog op. Aan de zonne vlekken heeft men kunnen zien dat de zon in 25 dagen om zijn as draait. Bij zonsverduistering is duidelijk een uitgestrekte krans van gloeiende gassen buiten de zon te zien: de corona (kroon). Tegenwoordig begint men te geloven dat die corona zich veel verder uitstrekt dan het lijkt, ja, dat zelfs de aarde zich nog in die corona bevindt. Al is de zon een huiveringwekkende vuurbol, toch behoort hij tot de kleine sterren. Er zijn véél grotere sterren in het heelal.

ZUURSTOF

Dit achtste element speelt een belangrijke rol in ons leven. Zonder zuurstof stikken we. Oorspronkelijk kwam er nauwelijks zuurstof in de dampkring voor. Maar de planten hebben honderden miljoenen jaren lang zuurstof uit de bodem vrijgemaakt en uitgeademd. Toen er genoeg zuurstofgas rondzweefde, kon op het land het dierenleven zich ontwikkelen. In de aardkorst zit nog zuurstof genoeg, gebonden aan andere elementen. En alle water is een verbinding van waterstof met zuurstof

ZWAARTEKRACHT

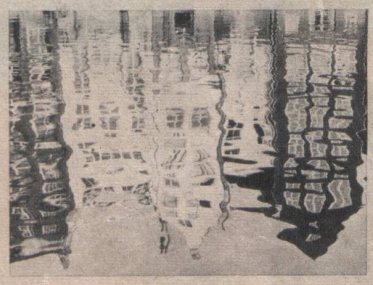
Wat precies de oorzaak is van de zwaartekracht is niemand goed duidelijk. In ieder geval worden wij door de aarde aangetrokken, in de richting van het middelpunt. Op de maan is de

ZWAVEL

Een wonderlijk element, dit zestiende. In gewone toestand is het geel, maar bij tachtig graden onder nul verliest het zijn kleur. Bij verhitting wordt het een heel dunne, lichtgele vloeistof. Bij verdere verwarming gaat de kleur er steeds donkerder uitzien. Verhit je zwavel tot het bijna vloeibaar is en laat je het dan plotseling afkoelen, dan krijg je een weke, bruine massa. Een dag later is dat droog en bros geworden. Daaruit kan weer gele zwavelpoeder ontstaan. Zwavel wordt gevonden bij vulkanen.

ZWAAR WATER

In zwaar water zitten bijzondere waterstofatomen. Ze hebben niet één deeltje in de kern, maar twee deeltjes: een proton en een neutron. In alle water komt een heel klein beetje zwaar water voor. Zwaar water is van belang voor de kernenergie.



VLEKKEN OP DE ZON