

NATUURKUNDIG
SCHOOLBOEK.

NATUURKUNDIG
SCHOOLBOEK.

UITGEGEVEN

DOOR DE

MAATSCHAPPIJ:

TOT NUT VAN 'T ALGEMEEN.

EERSTE STUKJE.

Vijfde, verbeterde en vermeerderde
Uitgave.

MET KOPEREN PLATEN.

Te LEIDEN, DEVENTER en GRONINGEN, bij

D. DU MORTIER EN ZOON,

J. DE LANGE en

J. OOMKENS.

M D C C C X X V . I I I .





Bij verbruikten voorraad, eene nieuwe oplage noodzakelijk geworden zijnde, heeft de Maatschappij daartoe aan de Uitgevers de vergunning verleend.

*de Algemeene Secretaris,
P. M. G. van Mees.*

Amsterdam,
Julij, 1845.

64- 2464

V O O R B E R I G T.

De Maatschappij: Tot Nut van 't Algemeen, overtuigd zijnde, dat vele vooroordeelen en misvattingen vooral hunnen oorsprong hebben in de gebrekkige kennis, welke men in het algemeen heeft van de wetten, die de Natuur in haren loop volgt, gaf, in den jare 1796, tot eene Prijsstofte op: Een Natuurkundig Schoolboek, in vier Deeltjes, in hetwelk der jeugd, op eene allezins bevattelijke wijze, zonder Wiskundig betoog, de Natuurkunde geleerd wordt, zoolwel tot het tegengaan van vooroordeelen, als tot duidelijker kennis van den Schepper in zijne schepselen. Het gevolg daarvan was, dat men, in den jare 1797 niet volkomen in zijn oogmerk geslaagd zijnde, in 1798 zoodanige Stukken ontving, dat daaruit aan een de uitgelooft dub-

bele Gouden Eereprijs werd toegewezen; blijkende, bij het openen van het daarbij gevoegde Naambriefje, daarvan Schrijver te zijn de Heer JOHANNES BUIJS, sedert Medelid van het Hoofdbestuur der Maatschappij, en Lid van de Koninklijke Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem; van het Genootschap der Proefondervindelijke Wijsbegeerte te Rotterdam, en van het Provinciaal Utrechtsch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. Intuschen bleek het uit het Verslag der Beoordeelingen, dat ook aan een ander dezer Stukken zeer hooge lof was toegekend, en werd, dien ten gevolge, aan den Schrijver van dit Stuk de gewone Gouden Eereprijs toegewezen, onder voorwaarde van verlof tot het openen van zijn Naambriefje en van het gebruik maken van zijn Stuk, daar, waar de Maatschappij zulks zou noodig oordeelen. Aan deze voorwaarden voldaan zijnde, werd bevonden, dat Schrijver van het tweede Stuk was de, sedert overledene, Groninger Hoogleeraar J. A. UILKENS, toen Leeraar der Hervormden te Lelens, en werd de Heer BUIJS verzocht, alsnu, met eene Commissie uit de Maatschappij, het tweede Stuk na te zien, om, des noodig vindende, daarvan zoodanig gebruik te maken, als hij, met die Commissie, ter volmaking van het door hem vervaardigde Schoolboek, en ter

be-

bereiking van het oogmerk der Maatschappij, zou vermeenen te behooren.

De Heer BUIJS zich dadelijk bereidvaardig getoond hebbende, om aan het verlangen der Maatschappij in dezen te voldoen, heeft, ten gevolge daarvan, onder opzigt der Commissie, zijne bekroonde Verhandeling hier en daar vermecderd (zoo naar aanleiding van eene en andere bijzonderheid, in het tweede Stuk voorkomende, als naar eigene nadere overdenking); waaruit dit Schoolboek, zoo als het bij de eerste Uitgave verscheen, is geboren geworden.

Het verdere geschiedkundige, dit Werk betreffende, door den Heer BUIJS, in het volgende Berigt vermeld zijnde, schiet alhier niets anders over, dan de betuiging der openbare erkentenis van de Maatschappij aan den Heer BUIJS, die, bij herhaling, en thans in het bijzonder, zijne verdiensten bij haar in verschillende betrekkingen verdubbeld heeft.

Inderdaad, zoo van eenig voortbrengsel van haren arbeid, heeft de Maatschappij van dit Werk de voldoening van in hare poging geslaagd te zijn; en het is dus met den wensch, om nog meer en voortdurend nut te slichten, dat zij dezen vijfden Druk in het licht geeft, ten einde daardoor niet alleen het opkomend geslacht, waarvoor het opzettelijk ver-

A 4

vaar-

vaardigd is, maar ook de meergevorderden in jaren, dien zoodanig onderwijs in hunne jeugd ontbrak, op te leiden tot die redelijke vereering van den Schepper, welke het echte kenmerk vertoont van die gerustheid van ziel, welke een gevolg is van de overtuiging, dat Hij, die alles schiep, volgens eeuwige en onveranderlijke regelen en orde werkt.

Op last der Maatschappij:

(Get.) HENDR. RAVEKES,

AMSTERDAM,
1828.

BERIGT

VAN DEN

SCHRIJVER,

BIJ DE UITGAVE VAN DEZEN
VIJFDEN DRUK.

Toen, in den Jare 1802, het eerste, en, eenige jaren later, het tweede Stuk van dit Werk is herdrukt en met koperen platen voorzien geworden, heb ik, te dier tijd, blijkens mijn Berigt aan den lezer, het geheele Werk nagezien en vermeerderd, zoodanig als het mij voorkwam, dat de vorderingen in de Natuurkundige wetenschappen vereischten. Thans

aangespoord zijnde, om dit Werk bij deze vijfde Uitgave weder na te zien, kwam het mij voor, dat, aangezien, in het tijdsverloop van zoo vele jaren, de Natuurkunde niet alleen met vele gewigtige ontdekkingen was verrijkt, maar ook, door het verspreiden van dit en andere Werken, deze wetenschap meer algemeen was geworden, nu noodwendig gevorderd werd, dat ik hier en daar de grenzen van het onderwijs verder uitzettede, te meer, daar ik met gerustheid bij Onderwijzers en leerlingen meerdere vorderingen kon onderstellen. Hierdoor dan is de inhoud van dit Werk vermeerderd, en, zoo ik vertrouwen durf, met zaken, die thans geheel onmisbaar zijn.

De Zamenpraak, welke in het tweede Stuk gevonden werd, handelende *over de verwantschappen der lichamen en andere Scheikundige grondbeginselen*, heb ik van daar geheel weggenomen, en dit onderwerp in het eerste Stuk, op eene meer geschikte plaats, eenigzins uitvoeriger en overeenkomstig de vorderingen, sedert in die wetenschap gemaakt, behandeld. Ten

ein-

einde het een en ander beter te verstaan, en eenige proefnemingen op te helderen, is het noodig geweest, de koperen platen in het tweede Stuk met ééne te vermeerderen, geteekend *Plaat VI**. Wijders zijn al de overige platen weder opgegraveerd; door welk een en ander ik mij vleijen durf, dat dit Werk een behoorlijk aanzien heeft verkregen, en thans onder de Leerboeken voor eenigzins meergevorderden kan worden opgenomen.

Mogt deze mijn arbeid de kennis der Natuurkundige wetenschappen meer en meer bevorderen, en den lust opwekken, om dezelve te blijven beoefenen op de regte wetenschappelijke wijze; — mogt deze kennis met de beoefening der Wiskunde hand aan hand voortgaan, opdat haar onwaardeerbaar nut meer en meer gevoeld en door hare beoefenaren op den regten prijs gewaardeerd worde; — dan zal ik mij de vele moeite, hieraan te koste gelegd, niet beklagen; maar mij verheugen mogen, dat deze kennis niet alleen het genot en het voordeel van den verstandigen man vermeerderen, maar ook zijne

waar-

waarde verheffen zal, vooral door het beseffen van den rang, welken hij in de schepping bekleedt; schijnende, om zijnen verhevenen geest, door den aanbiddelijken Schepper, als tusfchen Hem en de stof geplaatst te zijn, ten einde de wetten der Natuur op haar, tot zijn nut en voordeel, toe te passen: de Natuur, zoo treffend schoon in hare kleinste deelen, als verheven groot in hare algemeene wetten, spreidt voor zijn oog al hare heerlijkheid en glans ten toon, waardoor hij in staat gesteld wordt, om de Wijsheid en Grootheid des Almagtigen Scheppers in deszelfs fchepfelen, niet op oppervlakkige en ligt te weersprekene beschouwingen, maar op ware en onbetwisbare gronden, te gevoelen en op te merken.

Amsterdam,
1827.

(Get.) *Joh. Ruijs.*

IN-

INLEIDING.

Een Schoolmeester, die den naam van kundig Schoolleeraar met regt verdiende, en niet alleen het spellen, lezen, fchrijven en rekenen, maar ook de gronden der Aardrijkskunde onderwees, had onder zijne leerlingen twee knaapjes, welke boven al de andere in oplettendheid uitmunten, en door vele nieuwsgierige vragen blijken van hunnen leerlust gaven, waardoor zij de aandacht van den kundigen Onderwijzer meer bijzonder tot zich trokken, en te weeg bragten, dat hij zich, meer dan eens, met hen in bijzondere gesprekken inliet. Een hunner, Heintje genaamd, omtrent vijftien jaren oud, was een zeer bedaard en oplettend jongeling, die de dingen, naar zijne vatbaarheid, vrij duidelijk doorzag; de andere, Jantje, ruim veertien jaren oud, was minder doordenkend, doch fchielijk gevat, en bezat eenen vluggen geest. Meestal hadden tot hier toe de gesprekken, welke de Meester met hen hield, geloopt over Godsdienstige en Zedekundige onderwerpen, waarbij hij hun de Almagt, Wijs-

Wijsheid en Goedheid van het Opperwezen gedurig voor oogen hield, doch zich dan ook meer dan eens gedrongen had gezien, dit uit het geschapene aan te toonen. Hierdoor ontdekte hij welras, en bij zijne leerlingen en bij zich zelve, dat, wilde hij hen dit klaar doen verstaan, er niets noodzakelijker was, dan hen bekend te maken met de natuur en den aard der geschapene wezens, voor zooverre die onder het bereik der zintuigen vallen, hoofdzakelijk vervat in die wetenschap, welke men de *Proefondervindelijke Natuurkunde* noemt. Hij nam dan het besluit, bij de eerste gelegenheid, met hen daarvan te spreken; waaruit de volgende Zamenkomsten geboren werden.

S C H O O L B O E K .

E E R S T E D E E L .

E E R S T E Z A M E N S P R A A K .

Verklaring van den Onderwijzer aan zijne leerlingen van hetgene hij voorheeft hun te leeren.

Meester. **L**ieve kinderen! reeds dikmaals sprak ik met u over deze en gene zaken, die nuttig waren, dat gij ze leerdet; en daar gij mij blijken gaaft van uwen leerlust en van uwe vatbaarheid, heb ik thans voor, met u te spreken over iets, dat al uwe oplettendheid verdient, door u, in eenige achtereenvolgende gesprekken, eene wetenschap te leeren, welke nut zoo algemeen erkend wordt, dat men haar te regt aanmerkt als den grondslag van alle andere wetenschappen.

Leerlingen. Dat zal ons regt aangenaam zijn, *Meester!*

Mr. Tot hier toe zijt gij dan zoo ver gevorderd, dat gij eene goede hand schrijft, met oordeel rekent, en reeds de beginselen der Aardrijkskunde weet; en dit was noodig vooraf te kennen, om u de door mij bedoelde we-

wetenschap te leeren. Want het is eigenlijk eene wetenschap, waardoor gij alles, wat gij rondom u ziet, veel beter zult leeren kennen, dan gij tot nog toe doet.

Jantje. Maar, *Meester!* Ik ken de dingen reeds, welke ik rondom mij zie; want dit is eene tafel, dat een stoel, ginds eene ijzeren plaat, enz.; buiten de deur boomen, lucht, wolken, enz.

Mr. Dat is mijne meening niet; met het kennen van de namen alleen is weinig gewonnen. Gij weet nu, dat dit eene ijzeren plaat is; dat buiten de deur lucht, wolken, enz. zijn; maar weet gij nu ook, wat ijzer is, waar het van daan komt, wat de lucht, wolken, enz. eigenlijk zijn? Zoo zal ik u ook leeren, wat het water is, niet alleen, maar met welk eene kracht het werken of drukken kan; waardoor warmte, koude en meer andere dingen worden veroorzaakt; wat er in het oor en oog gebeurt, wanneer men hoort en ziet; wat men te denken heeft van de sterren, welke zich bij eenen helderen avond aan den hemel vertoonen; en al hetgene wij verder rondom ons zien gebeuren.

Heintje. Ik begrijp niet regt, wat dat zeggen wil.

Mr. Ik meen daarmede, dat deze wetenschap u leeren zal, wat het eigenlijk is, dat gij rondom u ziet, of hoort, of voelt; bij voorbeeld: zij zal u leeren, waaruit het water bestaat, en wat er gebeurt, wanneer wij warmte en koude gevoelen; hoe de boomen groeijen en de dieren leven; wat wolken zijn en hetgene zij voortbrengen; wat men weet van de sterren, die gij aan den hemel ziet; en wat er plaats heeft in onze ooren en in onze oogen, bij het hooren en het zien; en dui-

zen-

zenderlei andere dingen meer, die wij dagelijks, zoo in de lucht als op de aarde, zien gebeuren.

Heintje. Zoo, *Meester!* gij wilt ons dan ook zekerlijk zeggen, wat regen, sneeuw, donder, enz. eigenlijk zijn?

Mr. Dat hebt gij wel; ja, dat bedoel ik; maar ik wil u, behalve deze en de genoemde, ook nog van meer gemeene, meer bekende, zaken spreken, bij voorbeeld: gij hebt weleens een' steen zien vallen, weleens een' bal weggeworpen en eene veër zien nederdalen, water gepompt of zien pompen?

Leerlingen. Wel zeker, *Meester!*

Mr. Goed! maar hebt gij dan daarbij wel ooit eens gedacht: Hoe komt het, dat die steen naar beneden valt, en niet naar eenen anderen weg? Waarom ging de bal, dien gij met uwe hand wegwierpt, nog voort, als hij uit uwe hand was? De oorzaak, waarmede gij hem voortwierpt, was uwe hand, en die kan er immers niet meer op werken, zoodra de bal weg is? Waarom valt de veër veel langzamer naar beneden dan de steen? En hoe komt het toch, dat ik door eene pomp het water uit den grond naar boven kan trekken?

Heintje. Ja, waarlijk, *Meester!* gij maakt mij regt nieuwsgierig; en nu weet ik bijna zelf niet, hoe het mogelijk zij, dat ik niet eerder gedacht heb om te vragen: Hoe komt het, dat de veër langzamer dan de steen valt? Hoe wordt toch het water in eene pomp naar boven gehaald?

Mr. Zekerlijk is het te verwonderen, dat niet alleen kinderen, maar zelfs bejaarde lieden, zoo weinig denken om de oorzaken van hetgene er in de Natuur gebeurt. Hoe is het mo-

I. DEEL.

B

ge-

gelijk, zou men zeggen, dat de lieden, die een' bril gebruiken, en welker getal zoo menigvuldig is, niet nieuwsgierig zijn om te weten, wat toch de oorzaak zij, dat de bril vergroot en hun verzwakt gezigt te hulp komt! iets, dat ik u ook in deze wetenschap zal leeren. — Ongetwijfeld moet het voortkomen uit eene zekere gewoonte aan die dingen, welke men van de wieg af dus, en niet anders, ondervonden heeft, en men kan te regt zeggen, dat de gewoonte eenen verdoovenden invloed op het onderzoek heeft; want men vergevoegt zich gemeenlijk met te denken: het behoort alzoo, zonder er zich verder aan te storen; daar er ondertusfchen, behalve het reeds genoemde, alle oogenblikken dingen gebeuren, die toch zoodanig zijn, dat men te regt begeerig wezen moest, om de reden er van te weten; bij voorbeeld, om maar iets te noemen, dat mij zoo het eerst invalt: Hoe komt het, dat, als het geregend heeft, de regen aan de takken der boomen (dat men het best ziet, wanneer ze zonder bladen zijn) met tallooze droppels blijft hangen, en er eerst, na lang verloop, allengs afvalt? Hoe komt het, dat men eene flesch, met vocht er in, niet geheel ledig schenken kan, blijvende er altijd nog een dropje in over? En zoo komen er alle dagen zaken voor, die de menschen tot het leeren kennen der redenen, of oorzaken, moesten aansporen.

Heintje. *Meester!* gij spraakt daar, onder andere, van *Natuur*: wat wil dat zeggen?

Mr. De *Natuur* noemt men al de dingen, die ons omringen, en onze zintuigen aandoen door hunne werkingen op dezelve en op elkander; als: de aarde, waarop wij loopen, en de daarin gevonden

wor-

wordende steenen en metalen; de boomen en planten, die daarop groeijen; de dieren, welke er op leven en zich bewegen; de lucht, zon, maan en sterren; water, vuur, licht, enz.; kortom, alles, wat wij rondom ons zien en ondervinden, de geheele wereld, met de lucht, de wolken en den sterrenhemel, benevens derzelve werkingen, veranderingen, en daardoor voortgebragte verschijnselen, noemt men de *Natuur*.

Jantje. Wel, *Meester!* dat is aardig! Alles, wat gij ons zoo even zeydet te zullen leeren, bestaat juist uit die dingen, welke gij daar met den naam *Natuur* noemdet. Zoo behoort dan het werpen van den kaatsbal, het oplaten van den vlieger, ook tot de gebeurtenissen in de *Natuur*?

Mr. Ja zeker! en het kennen van de eigenschappen en werkingen der dingen, die ik u zoo even in de beschrijving van de *Natuur* opnoemde, noemt men *Natuurkunde*.

Jantje. Zoo, *Meester!* dan zullen wij van u de *Natuurkunde* leeren? o! Wat ben ik blijde! dat zal gewis regt mooi zijn! Ik zal dan weten, waarom de vlieger naar boven rijst; waarom en hoe de kaatsbal voortvliegt; waarom het water naar boven komt, als ik pomp, en waarom ja, ik weet niet wat al meer; ik zou al vrij wat meer het woord *waarom* kunnen gebruiken.

Mr. Kostelijk! gebruik dat woord maar dikmaals. Daar zit juist de misflag bij de menschen: zij zien alles onverschillig aan, en vragen weinig of nooit: Waarom is dit of dat zoo? Doch alvorens ik tot het beantwoorden van al uwe *waaroms* overga, en u dus de *Natuurkunde* leer, zal het noodig zijn, u vooraf deze en gene zaken te verklaren, en waarover ik u in

B 2

on-

onze eerstvolgende bijeenkomst denk te spreken, opdat wij in eene wetenschap, zoo uitgebreid als deze, niet het eene door het andere halen en verwarren; en opdat ook tevens uwe nieuwsgierigheid meer en meer worde aangewakkerd, zal het dienstig zijn, ons eene orde van zaken voor te stellen, welke wij in onze verschillende zamenkomsten voorhebben te behandelen. — Daar wij nu onder het woord *Natuur* alles verftonden, wat ons omringt in de geheele wereld, zou men niet regt kunnen denken, dat wij ook spreken willen over de verschillende foorten van wetenschappen, uit deze algemeene afgeleid; als daar is: de beschrijving van dieren en planten, onder den naam van *Natuurlijke Historie* bekend; de Kruidkunde, de Scheikunde en Ontleedkunde, met nog meer andere, welke, ingevolge onze beschrijving, ook onder de *Natuur* zouden behooren. Doch ik meen aan het oogmerk, dat ik met u heb, het best te zullen voldoen, met u de gronden der *Natuurkunde* te leeren, en mij verder te bepalen bij dat gedeelte, hetwelk door meest al de geleerde lieden, welke over dezelve geschreven hebben, eigenlijk met den naam van *Proefondervindelijke Natuurkunde* is benoemd; dat is, u te leeren kennen de eigenschappen en werkingen der dingen rondom ons, in het algemeen, en daaruit de oorzaken van vele verschijnselen te verklaren. Evenwel zal ik u toch ook iets, bij wijze van eene korte schets, van de *Natuurlijke Historie* en van eenige gronden der *Scheikunde* mededeelen, zoover die voor onze bedoelingen onmisbaar zijn, en dan dit Deel met eene korte beschouwing van den sterrenhemel besluiten.

Te dien einde verdeelen wij ons werk in vier deelen,

deelen, of afdeelingen, waarover wij handelen zullen: in het 1^{ste}, over de algemeene en bijzondere eigenschappen der lichamen; in het 2^{de}, over de foorten, waarin men de lichamen in het algemeen onderscheidt, en eene korte beschrijving geven van derzelver aard en gesteldheid; in het 3^{de}, over de veranderingen der lichamen, bijzonder toegepast op de beweging der vaste lichamen, *Weeg- en Werkingkunde*, en, in het 4^{de}, over de beweging en uitwerkselen der vloeistoffen, zoo in het algemeen als derzelver onderscheidene foorten, en vele bijzondere verschijnselen, die wij in de *Natuur* aantreffen.

Zietdaar, lieve kinderen! u de uitgebreide taak, die ik voorheb met u in verscheidene *Zamenpraken* af te doen, voorgesteld. Indien uwe oplettendheid en uw leerlust u bijblijven, hoop ik daarin naar wensch te zullen slagen. De tijd roept mij heden tot andere bezigheden; vaart dan wel tot wederziens!

T W E E D E Z A M E N S P R A A K.

Over de voorwerpen, waartoe zich de Natuurkunde bepaalt.

Mr. Zeg mij eens, Jantje! wat zoudt gij wel denken, dat noodig was vooraf te weten, eer men over eene zaak verstaanbaar spreken kan?

Jantje. Dat begrijp ik niet, *Meester!*

Heintje. Begrijpt gij dat niet, Jantje? — Als ik u eens vroeg: Wat is er noodig, om verstaanbaar over het knikkeren te spreken, dan spreekt het immers van zelf, dat men vooraf weten moet, wat *knikkers* zijn, en wat men met die *knikkers* doen kan? Is het zoo niet, *Meester*?

Mr. Regt zoo, Heintje! men moet altijd vooraf de dingen zelve weten, waarover men spreken zal, en dan, hoe deze dingen op elkander werken, en daardoor veranderingen kunnen ondergaan. Zeg mij nu eens, Heintje! wat zouden wel de dingen zijn, waarover wij in het onderwijs over de *Natuur* spreken moeten?

Heintje. Gij hebt gezegd, *Meester!* dat wij spreken zouden over al wat rondom ons is. Wat is dat nu al? Laat eens zien: wat zie ik al rondom mij? Eene tafel, stoelen, boeken, een' spiegel, een' lesfenaar, een' hoed, haar, kleederen, armen, beenen, enz.; buiten de deur: lucht, boomen, wolken; ja, *Meester!* het is mij niet doenlijk, dat alles op te noemen.

Mr. Dat behoeft ook niet, Heintje! het is genoeg, dat gij begrijpt, dat wij over alles spreken moeten, wat wij zien, of zien kunnen. — Maar wat dunkt u: zijn er niet nog dingen, die wij niet zien, maar toch weten, dat zij er zijn?

Heintje. Ja, *Meester!* hetgene wij hooren en ruiken: wij kunnen een' snaphaan hooren afschieten, en eene bloem ruiken, zonder die te zien.

Mr. Dat is waar; maar er is nog meer. Wanneer wij spijs in den mond hebben, kunnen wij die proeven of smaken, niet waar? maar evenwel dezelve dan niet zien. Zoo kunnen wij ook dingen voelen, die men niet zien kan: wat dunkt u daarvan?

Jan-

Jantje. *Meester!* ik geloof, dat ik dat begrijp: als ik achter Heintje sta, en geef hem zeer onverwachts van achteren een' klap, dan voelt hij het wel, maar kan het toch niet zien.

Mr. Neen, Jantje! zoo meen ik het niet; ik meen iets te voelen, dat men nooit, op geenerlei wijze zien kan; daarentegen kon Heintje uw' klap niet zien, omdat hij van achteren geschiedde, alwaar Heintje geene oogen heeft. Hebt gij wel ooit over de straat gelooopen, als het waait?

Jantje. Ja, *Meester!* dikmaals.

Mr. Wel! hebt gij dan niets gevoeld?

Jantje. Ja, *Meester!* wel degelijk; het is nog niet lang geleden, of het woei zoo hard, dat ik dacht omver te waaijen; en inderdaad, er woei op onze gracht een boom met wortel en al uit den grond.

Mr. Welnu! gij hebt dan den wind dikmaals gevoeld; maar hebt gij den wind wel ooit gezien?

Jantje. Neen, *Meester!*

Mr. Derhalve zijn er ook dingen, die men voelt en niet zien kan. Maar zeg mij eens: wij hebben nu gezien, dat al wat ons omringt, niet alleen gezien, maar ook gehoord, gesmaakt, geroken en gevoeld kan worden: weet gij ook, hoe men dat zien, hooren, smaken, ruiken en voelen noemt?

Heintje. Te zamen genomen, *Meester?* ik meen de vijf zintuigen, of de werking der vijf zintuigen.

Mr. Zeer goed! dus zien wij dan, dat al, wat wij door onze vijf zintuigen waarnemen, de dingen zijn, waarover de *Natuurkunde* handelt, dat is, waarvan zij verklaringen, beschrijvingen,

B 4

enz.

enz. geeft; en al die dingen, welke men zien, hooren, ruiken, smaken en voelen kan, noemt men in het gemeen *stof*: zoo zegt men, de mensch is van *stof*, een *stoffelijk* wezen, enz. Nu, al de *stof*, ja zelfs het kleinste stofdeeltje, heeft lengte, breedte en dikte; begrijpt gij mij wel?

Heintje. Neen, *Meester!* ziehier een stofje, dat ik ter naauwer nood zien kan; dat heeft immers geene lengte, breedte of dikte?

Mr. Ja, wel zeker heeft het zulks, en veel meer dan gij denkt; het hapert alleen aan onze oogen, dat wij niet in staat zijn, die dikte te zien; maar, komaan! neem dit vergrootglas eens, en bekijk er nu het stofje mede.

Heintje. Ontzaggelijk! nu is het eene geheele bonk, en, zoo als gij zegt, wel deugdelijk breed, lang en dik.

Mr. Al zulke stofjes niet alleen, maar ook stofjes, die men noch zien, noch schier voelen kan, om hunne fijnheid, en duizende malen kleiner zijn dan zulk een stofje, zijn toch inderdaad dik, lang en breed; en alle zaken, die dik, lang en breed zijn, noemt men *ligchamen*. Zeg mij nu eens, Heintje! wat zijn die dingen, waarover de Natuurkunde eigenlijk handelt?

Heintje. Zij handelt over alles, wat wij zien, hooren, smaken, ruiken en voelen kunnen.

Mr. En hoe noemt men die dingen?

Heintje. Laat eens zien: alles, wat wij zien, hooren, smaken, ruiken en voelen kunnen, is *stof*; maar alle *stof* is lang, breed en dik, en al, wat dat is, noemt men *ligchaam*; dus handelt de Natuurkunde over al, wat men *ligchamen* noemt.

Mr. Regt zoo! Doch ik heb zoo even gezegd,

zegd, dat alles, wat wij door onze vijf zintuigen waarnemen, ligchamen zijn; maar begrijpt gij dat wel regt?

Jantje. Ja wel, *Meester!* alles, wat ik zie, zijn: huizen, boomen, menschen; wat ik ruik: bloemen, enz.; wat ik smaak: de spijs in den mond, enz.

Mr. Neen, *Jantje!* zoo is het niet: ik vroeg eigenlijk naar het waarnemen zelf; en dan is het er dus mede gelegen. Wij worden door het gezigt de boomen, huizen, enz. gewaar, ofschoon zij op een' afstand van ons oog zijn; hoe kan dat wezen? er moet toch tuschen de boomen, huizen, enz. en ons oog iets plaats hebben, hetwelk het in ons oog brengt. De lichtstof, dat is, het aantel van die zeer kleine lichaampjes, welke het licht uitmaken, komt van de voorwerpen af, en brengt ze dus in het oog, op eene wijze, die ik u nader zal verklaren. Het ruiken geschiedt door zeer fijne stofjes of lichaampjes, welke uit de bloemen, enz. uitwasemen, en dus, in den neus komende, ons doen ruiken. Zoo smaken wij de spijsen door de fijne deeltjes derzelve, welke de tong en het verhemelte des monds prikkelen; wij hooren door de vloeistof, welke tuschen het ligchaam, dat geluid geeft, en onze ooren is, welke vloeistof de lucht genoemd wordt; en dat wij voelen, zijn dadelijk ligchamen; dus alles, wat wij door onze zintuigen waarnemen, maakt ligchamen uit. Want, in het zien is het licht, dat in ons oog valt; bij den reuk zijn de zeer fijne uitgewasemde deeltjes der planten, enz.; bij den smaak zijn de fijne en scherpe deeltjes der spijsen, en bij het gehoor zijn de trillende of bewegende luchtdeeltjes, alle, hoe klein zij ook zijn

zijn mogen, ligchaampjes. Dit heb ik u nu maar voorloopig verhaald, om u een algemeen denkbeeld te geven; doch wij zullen er in het vervolg nader over spreken; voor ditmaal hebben wij genoeg afgedaan.

D E R D E Z A M E N S P R A A K .

Verklaring en opnoeming van de algemeene of wesenlijke eigenschappen der lichamen, en hoedanig men dezelve leert kennen.

Mr. Zeg mij nu eens, Heintje! waaruit bestaat de gansche Natuur, dat is, al wat ons omringt?

Heintje. *Meester!* uit hetgene wij zien, hooren, ruiken, smaken en voelen, en dat alles zijn lichamen; dus uit lichamen.

Mr. Regt zoo! De geheele Natuur bestaat uit lichamen, doch zeer onderscheiden van grootte; bij voorbeeld: een hooge berg, een enkel zandkorreltje, een stofje, zoo klein, dat wij het met het bloote oog niet zien kunnen, zijn alle lichamen, de groote zamengesteld uit vele kleinere: zoo bestaat een zandberg uit eenen hoop ontelbare zandkorrels, enz., en altijd het groote ligchaam uit vele kleinere.

Heintje. Ja, *Meester!* dat begrijp ik; want het brood komt immers van het koren; dat koren

ren wordt gemalen tot meel, eene zeer fijne stoff: al die fijne meeldeeltjes, bij elkander gemengd en vast gebakken, worden brood; dus bestaat het brood uit verbazend vele zeer kleine meelstofjes.

Mr. Vrij wel gevat! Laat ons nu eens zien, wat wij van die lichamen te leeren hebben. Het spreekt van zelf, dat wij derzelver aard en werking, zoo op zich zelve als op elkander, moeten kennen; want, daar wij gezien hebben, dat de geheele Natuur uit lichamen bestaat, zoo volgt van zelf, dat alles, wat in de Natuur gebeurt, voort moet komen uit den aard der lichamen zelve, en van derzelver werking op elkander. — Daarom zullen wij onze vier afdeelingen kunnen zamentrekken, door tot u te spreken:

- I. Over de lichamen zelve.
- II. Over derzelver verandering en werking op elkander.

Wegens de lichamen zelve, komt het er op aan, hunnen aard en hunne hoedanigheden te kennen; doch daar die, het eene van het andere, veel verschillen (bij voorbeeld, *suiker* heeft de hoedanigheid van zoet, *azijn* die van zuur, *ijs* die van koud, *vuur* die van warmte), zoo zullen wij ons, vooreerst, bepalen bij die hoedanigheden, of, liever, eigenschappen, welke aan alle lichamen, zonder onderscheid, eigen zijn, en daarom *algemeene eigenschappen* genoemd worden; zij zijn de volgende: alle lichamen, van het onzichtbare stofje af tot den hoogsten berg, ja hoe klein of groot ook, van welke foort, of van welke stof zamengesteld, hebben, behalve *uitgebreidheid, lengte, breedte* en *dikte*, nog deze navolgende eigenschappen:

- I. Eene

1. Eene bepaalde gedaante.
2. Vastheid of ondoordringbaarheid.
3. Deelbaarheid.
4. Poreusheid of ijlheid.
5. Beweegbaarheid; en
6. Het vermogen van elkander aan te trekken, en daardoor eene neiging te hebben naar de aarde, die men *zwaarte* noemt.

Laat ons nu ieder van die eigenschappen afzonderlijk beschouwen. Doch zeg mij vooraf eens, Heintje! hoe leert men de hoedanigheden of eigenschappen der lichamen, waarvan wij in deze wetenschap te spreken hebben, kennen? Bij voorbeeld: hoe kent gij de hoedanigheid van *suiker*, dat die *zoet*, en van *azijn*, dat die *zuur* is?

Heintje. Dat weet ik, *Meester!* omdat ik het geproefd heb.

Mr. Zoo! dan hebt gij er de *proef* van genomen? dat is, gij hebt ondervonden of waargenomen, dat zulks zoo is. Maar zeg eens: wanneer gij onderzoeken wilt, of een stuiter de eigenschap hebbe van breekbaar te zijn, dat is, of hij zou kunnen aan stukken breken, wat zoudt gij dan doen?

Heintje. Wel! dan zou ik er de proef van nemen, met denzelfden tegen een' harden steen, met kracht, aan te werpen.

Jantje. Ja, ja; maar ik behoef die proef niet te doen: meer dan eens heeft h' mij vroeger een' stuiter gekost; en ik weet dan reeds, door verscheidene *proeven*, zeker, dat mijn stuiter breekbaar is.

Mr. Zeer wel, jonge vrienden! gij hebt mij dan zelve verklaard, dat, om de eigenschappen der dingen te kennen, het noodig is, *proeven* te

ne-

nemen; en daar wij in de Natuurkunde de eigenschappen en werkingen der lichamen moeten leeren kennen, zal men door proeven ook deze wetenschap leeren moeten. Doch gij zegt daar zoo ronduit, *proeven nemen*: verstaat gij wel regt, wat proeven zijn?

Heintje. Neen, *Meester!* nog niet genoegzaam.

Mr. Let dan wel op: ik zal u zeggen, hoe het er mede gelegen is. Men beschouwt de Natuur door waarnemingen en door proeven. Waarnemingen zijn ontdekkingen van die verschijnselen, welke de Natuur ons van zelve aanbiedt, bij voorbeeld, dat bij vriezend weêr het water hard en stijf wordt, hetwelk wij ijs noemen. Proeven zijn zoodanige verrigtingen, waardoor men de verschijnselen der Natuur doet voor den dag komen, welke zij van zelve niet in die omstandigheden vertoont, ten einde men den aard, de eigenschappen, de werkingen en de krachten der lichamen onderzoekt; bij voorbeeld, wanneer gij eenen stuiter, om deszelfs breekbaarheid te onderzoeken, met de kracht van uwe hand hard tegen een' steen aan stukken werpt, noemt men dit eene proef; want de Natuur werpt van zich zelve, zonder uw, of eens anders toedoen, geene stuiters met geweld tegen steenen. Zeg mij nu eens: wat is het, waardoor gij weet, dat de sneeuw koud is?

Heintje. Dit is eene waarneming, welke mij door de Natuur van zelve geleerd wordt.

Mr. Zeer wel begrepen! Maar als gij eens onderzoeken wildet, of de sneeuw nog kouder kon gemaakt worden, door er zout onder te mengen, dan zou dat eene proef zijn.

Thans

Thans zouden wij moeten overgaan tot het beschouwen van elke der opgenoemde algemeene eigenschappen in het bijzonder, om u door proefnemingen te bewijzen, dat dezelve werkelijk bestaan, en aan alle lichamen eigen zijn; doch om uwe geestvermogens, in den beginne, niet te veel te vergen, willen wij dit liever tot eene volgende bijeenkomst besparen.

V I E R D E Z A M E N S P R A A K.

Over de gedaante en de vastheid of ondoordringbaarheid der lichamen.

Mr. Reeds zoo vroeg hier, brave jongens! dat gelijkt er naar!

Heintje. Ja, *Meester!* wij brandden van nieuwsgierigheid, omdat gij ons gezegd hadt, dat wij de algemeene eigenschappen der lichamen door proeven zouden bevestigd zien.

Mr. Zoo is het; en dat gij zoo nieuwsgierig zijt, beloof mij ook veel oplettendheid. Gaan wij dan ter zake over, en beschouwen wij elke der opgenoemde algemeene eigenschappen afzonderlijk. Zeg mij eens, Jantje! welke was de eerste, die wij opgaven?

Jantje. *Meester!* die was, dat alle lichamen eene bepaalde gedaante hebben.

Mr. Regt zoo! Alle lichamen hebben eene bepaalde gedaante; dat is: de lichamen zijn door hun-

hunne oppervlakten bepaald; de gesteldheid, het getal en de grootte dezer oppervlakten bepalen de gedaante, en hierdoor onderscheiden wij de lichamen. Zoo is, bij voorbeeld, de gedaante van een' bal zeer onderscheiden van die van een' dobbelsteen, dewijl de bal maar ééne ronde, en de dobbelsteen zes vlakke vierkante oppervlakten heeft. Hoe klein, boven alle bevestiging klein, de stofjes, die alle lichamen zijn, ook wezen mogen, zij moeten, omdat zij lengte, breedte en hoogte of dikte hebben, ook eene bepaalde gedaante bezitten. Alle soorten van lichamen in de Natuur, hetzij al of niet met zintuigen begaafd, hebben eene bepaalde gedaante, die dezelve van alle andere soorten onderscheidt: zoo is het blad der *lindeboomen*, hoevel onder elkander verschillend, echter altijd zeer onderscheiden van dat der *olmen*, *wilgen* en andere boomen; en zoo is het met al de overige soorten van lichamen.

Heintje. Dit begin ik te begrijpen, *Meester!* Alle *katten*, hoezeer die ook onder elkander in kop, haar, enz. verschillen, zoodat onze *kat* zeer onderscheiden is van die onzes buurmans, zijn evenwel altijd van ééne gedaante, welke doet zien, dat het *katten*, en geen *honden* zijn.

Mr. Zeer wel begrepen! Gaan wij nu over tot de tweede algemeene eigenschap, namelijk de *vastheid* of *ondoordringbaarheid* der lichamen. Hierdoor verstaat men die hoedanigheid, welke alle lichamen bezitten, waardoor zij beletten, dat een ander ligchaam in hunne plaats dringe; en hierdoor is het, dat een Natuurkundig ligchaam (waarvan wij eigenlijk spreken) onderscheiden wordt van een denkbeeldig of Wiskundig ligchaam. Een denkbeeldig of Wiskundig ligchaam bestaat al-

alleen in uitgebreidheid van lengte, breedte en hoogte of dikte, en men kan zich, zoo als de Wiskundigen doen, het eene ligchaam te gelijker tijd met een ander ligchaam in dezelfde plaats verbeelden; doch dit gaat niet door in de Natuurkundige of wezenlijk bestaande lichamen: hier belet altijd het eene ligchaam het andere, om in dezelfde plaats te komen; hoe klein hetzelfde ook zijn moge, het bezit het vermogen om tegenstand te bieden. Zoo biedt deze tafel tegenstand aan hetgene men er oplegt, en belet dus, dat het in die zelfde plaats dringe, welke zij beslaat. Wel is waar, dat men, bij voorbeeld, op deze tafel zoodanig een' zwaren last kan leggen, dat de tegenstandbieding der tafel bezwijkt, en dat dezelve breekt, waardoor zij uit hare plaats wordt geschoven; doch dit belet evenwel niet, dat ieder deel, hoe fijn het ook moge gebroken zijn, zelfs tot de fijnst mogelijke stof, evenwel altijd verhindert, dat een ander in dezelfde plaats kome. Wanneer men zich het kleinst mogelijke stofje of lichaampje verbeeldt, dat gedrukt wordt door het zwaarste, dat men zich voorstellen kan, zal dit kleine stofje wel uit de plaats wijken, doch altijd, hoe gering, hoe onmerkbaar ook, wederstand bieden: en wanneer het niet verder wijken kan en ten volle ingedrukt is, zal het zijne plaats behouden, en door dezelfde vastheid en ondoordringbaarheid beletten, dat het zware ligchaam in zijne plaats kome. Wij verkrijgen het denkbeeld van deze eigenschap alleen door het gevoel, of door de ondervinding, en weten daardoor, dat ieder ligchaam wederstand biedt aan hetgene hetzelfde drukt. Zoo gevoelen en ondervinden wij, dat hout, steen, ijzer, enz. tegenstand bieden. Maar zoudt gij wel kunnen

den-

denken, dat water, ja zelfs de lucht, die men niet zien kan, ook tegenstand biedt?

Heintje. Van het water zou ik het kunnen begrijpen, *Meester!* want als hetzelfde geen' tegenstand bood, zou er immers niets op kunnen drijven, zoo als nogtans dagelijks geschiedt?

Mr. Regt zoo! Op het water drijven niet alleen ligte stukjes hout, maar ook de zwaarste oorlogschepen. Maar nu, de lucht, dat is die stof, welke ons geheel omringt, en waarin wij leven, met al de dieren, even als de vischen in het water; die stof, waarin de vogels vliegen, en waarin de wolken drijven; eene stof, zoo fijn en zoo doorschijnend, dat wij haar nooit zien kunnen, maar alleen voelen, als wanneer wij haar wind of togt noemen: deze fijne stof zelfs biedt tegenstand; dit zult gij aanstonds begrijpen. Gij hebt mij reeds gezegd, wel tegen den wind ingelooopen, en zelfs gevreesd te hebben, omver te zullen waaijen. Welnu, dat bewijst immers, dat die wind wel degelijk tegenstand biedt, en het daardoor is, dat gij met meer moeite tegen hem inloopt, dan wanneer hij achter uw' rug is; en deze wind is lucht, gelijk ik zoo even reeds zeide; maar ik zal het u nog duidelijker toonen. Zie hier een glas met water, waarop een kurken balletje drijft: nu zal ik eens dit ledige molglas nemen, en hetzelfde, het onderste boven, over dat kurkje zetten, en aldus in het water drukken, tot beneden aan den bodem van dat groote glas; en let thans eens op, wat er gebeurt.

Heintje. Wel, *Meester!* dat is wonderlijk, dat kurkje blijft aan de opening van dat molglas! en daardoor zie ik, dat het water niet in

I. DEEL.

C

het

het molglas komt, hoezeer het glas er geheel is ingedompeld.

Mr. Let eens op! Hier zult gij het nog duidelijker zien: ik heb een klein kaarsje op een stukje kurk gestoken; nu zal ik dit kaarsje aansteken, en op dezelfde wijze naar beneden in het water drukken, en het zal niet uitgaan.

Jantje. Wel, *Meester!* dat is aardig! Wat zit daar toch in dat ledige glas, dat het water belet op te rijzen?

Mr. Wat daar zit, Jantje? Als gij opletend waart geweest, moest gij dat reeds weten. Ik zeide immers straks, dat wij eene fijne, onzichtbare stof rondom ons, even als de visfchen het water rondom zich, hebben; die stof zit overal in, en vervult alles, wat wij *ledig* noemen; dus is dat molglas ook niet wezenlijk ledig, maar vol met die stof; en zeg mij nu, hoe ik die fijne stof noemde?

Heintje. Lucht, niet waar, *Meester?* en dus is dat molglas vol lucht.

Mr. Wel gezegd! Het is, schoon op het oog ledig, even als eene ledige flesch, een ledig vat, enz. vol met die stof, welke wij lucht noemen; en het is derhalve deze lucht, die het water belet in dat glas op te rijzen; en dus ziet gij hier duidelijk, dat de lucht, hoe fijn ook, toch wezenlijk wederstand biedt aan het water, en hetzelfde de oprijzing in het glas belet. Op deze waarheid rustte de werking van de Duikelaars-Compagniën, zoo in *Zweden* als in *Engeland*. Deze hadden eene groote zware klok, of stolp, waarin van onderen eenige balken lagen, geschikt om er op te zitten; hierin plaatsten zij twee of drie mannen van hun volk, voorzien van

van haken en touwen, en lieten dezelve dus met de klok, aan eenen ketting of een touw, naar beneden in de zee, tot op den bodem derzelve inzakken, alwaar deze menschen hunne haken en touwen vastmaakten aan goederen van vergane schepen, welke aldus naar boven gehaald en gered werden. Thans gebruikt men ijzeren kisten of kasten, van onderen open, en met dikke glazen voorzien, die er boven in gemaakt zijn, om licht te hebben; deze kisten laat men aan een' zwaren ketting van eene schuit naar beneden, terwijl van de schuit af tot in de kist een koker is, waardoor men gedurig versche lucht in de klok pompt, omdat wij, zoo als nader blijken zal, zonder gedurige versche lucht te verkrijgen, niet leven kunnen. Offchoon nu deze klokken, of kisten, hoewel van boven gesloten, echter van onderen geheel open zijn, en tot eene aanmerkelijke diepte in de zee nederzinken, klimt het water er niet in op, uit hoofde van de wederstandbieding der lucht, die in de klok is, even zoomin als het water in mijn molglas opklom; en de menschen, die er in zijn, loopen geen gevaar van nat te worden, veelmin van te verdrinken, en komen dus droog en ongehinderd op den bodem der zee.

Ik kan de beschouwing dezer eigenschap niet verlaten, zonder u te doen opmerken, dat zij het is, waardoor wij weten, dat er stof en daardoor lichamen aanwezig zijn; want waardoor weten wij, dat ergens eenig ligchaam is? omdat wij het voelen; en waarom voelen wij het? omdat het tegenstand biedt. Hierom heeft men dan ook weleens de stof genoemd datgene, hetwelk in de ruimte, waarin wij ons bevinden, tegenstand biedt.

Zietdaar, lieve leerlingen! reeds voor ditmaal genoeg

noeg afgehandeld: vermaakt u nu met wat anders; welligt zult gij u ook daardoor in deze wetenschap kunnen oefenen.

L E E R I N G E N.

Uit hetgene wij van de ondoordringbaarheid gezegd hebben, leeren wij:

Dat het volstrekt onmogelijk is, dat er in de Natuur een eenig stofje vernietigd worde.

Waarom men, eene flesch willende vullen of ledig schenken, dezelve zoodanig moet houden, dat de daarin zijnde lucht ontsnappen, of er in dringen kan.

V I J F D E Z A M E N S P R A A K.

Over de deelbaarheid.

Mr. Komaan, jongelieden! gaan wij nu over tot de derde eigenschap, namelijk de *deelbaarheid* aller lichamen. Gij zult zekerlijk wel begripen, wat ik daarmede meen?

Heintje. Ja, *Meester!* gij wilt ongetwijfeld zeggen, dat lichamen tot brokjes of stukjes kunnen gemaakt worden, zoo als broodsuiker, dat een groot hard stuk is, op eene rasp in zeer fijne brokjes verdeeld wordt.

Mr. Ja, Heintje! zoo zijn alle lichamen deelbaar, zelfs de allerhardste en allerkleinste; doch deze verdeling wordt zeer verschillend gedaan, en geschiedt in de Natuur tot eene onge-
loo-

loofelijke fijnheid, hoewel men dezelve in zijne verbeelding zonder einde kan maken. Een appel, bij voorbeeld, kan men zich verbeelden verdeeld te worden in $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$, en zoo lang men wil, het houdt nooit op; doch in de Natuur moet het ten laatste met het kleinst mogelijke stofje eindigen. Men kan de lichamen verdeelen, door slaan, stooten, hakken, raspen, snijden: dit is alles zeer wel bekend; maar er zijn nog andere wegen, welke de verdeling veel fijner doen zijn, en zelfs zoo fijn, dat gij er over verbaasd zult staan, gelijk ik zoo even reeds zeide: bij voorbeeld, als men een weinigje zout in een glas water laat smelten, wordt dan niet al het water zout van smaak?

Jantje. Ja, *Meester!*

Mr. Wel, is dat niet een blijk, dat het weinigje zout zich, door de smelting, onder al het water verdeeld heeft? en hoe fijn moeten die deeltjes dan wel zijn! — Maar nu neem ik een klein weinigje kleurfel, bij voorbeeld groen, en ziet, dat verdeelt zich door de geheele kom met water, en al het water wordt meer of min groen. Doch dit is nog niet genoeg: als men de deeltjes door warmte verdeelt, is die fijnheid vrij meer verbazend. Let eens wel: hier heb ik een klein weinigje reukwater (*Eau de Cologne*), dat zal ik eens warm maken, en dus door het vuur of de warmte in de ruimte van deze kamer verdeelen: kom, Jantje! ga gij nu eens in den eenen hoek van de kamer, en gij, Heintje! in den anderen: merkt nu wel op, of gij ook iets van dit reukwater ruikt.

Jantje. o Ja, *Meester!* welk een lekkere geur!

Heintje. Ik ook, *Meester!* dat is regt aangenaam!

Mr. Welnu! wat dunkt u dan van de deelbaarheid van dat reukwater? Het kleine weinigje, dat ik hier op het vuur heb gezet, heeft zich zoodanig door hetzelfde doen verdeelen, dat er geen plaatsje in deze geheele kamer te vinden is, of er is een deeltje in van dat vocht, hetwelk blijkt, dewijl gij overal, waar gij gaat, hetzelfde ruikt; en gij zoudt het immers niet kunnen ruiken, zoo er niet één of meer van die deeltjes uit dat vocht zelf in den neus prikkelden. Dit is het nog niet al; de stof kan onverbeeldelijk fijn verdeeld worden: bij voorbeeld, het goud, dat in het gouddraad om het zilver zit, wordt door den gouddraadtrekker gemeenlijk zoo dun getrokken, dat 5 of 6000 dikten van dat overgetrokkene goud slechts de dikte van een velletje postpapier op den kant zouden uitmaken. Verwonderlijk is de fijnheid en daaruit volgende deelbaarheid der lichamen blijkbaar bij gemelden gouddraadtrekker: hij maakt het gouddraad, voor galonnen, enz., op de volgende wijze: hij neemt eene ronde staaf zilver, van omtrent 22 oude duimen lang en $1\frac{1}{4}$ duim dik, wegende 45 mark; deze zilveren staaf dekt of bekleedt hij rondom met goudbladen, welke te zamen somtijds maar 2 oude looden wegen; dus is er om de geheele zilveren staaf slechts 2 lood goud. Daar het goud nu op zich zelf verbazend zwaar is, zoo bevat dit gewigt van 2 lood niet veel van genoemd metaal. Aldus de staaf verguld, dat is, met goud overtrokken hebbende, trekt hij dezelve met geweld al langer en langer uit, door al nauwer en nauwer openingen, welke in stalen platen gemaakt zijn. Al voort-

trek-

trekkende, brengt hij deze geheele vergulde staaf tot eenen draad, zoo fijn als een haar, en welke alsdan eene lengte heeft van bijna 97000 Rijnlandsche roeden, of omtrent 65 uren gaans. Nu is deze draad, hoe fijn ook, van binnen zilver en van buiten nog geheel met goud bedekt. Voorts wordt deze fijne draad nog weder geplat tusfchen twee stalen rollen, en door deze bewerking de draad nog $\frac{1}{7}$ deel langer, dat is 74 uren gaans; deze, nu platte, draad is en blijft nog altijd van onderen en van boven verguld, dus aan beide kanten een goud vliesje, ieder lang 74 uren, en te zamen 148 uren gaans. Dit vliesje goud heeft men berekend, niet dikker te kunnen zijn, dan een 525000ste deel van eene lijn: eene lijn is $1\frac{1}{2}$ deel van een' ouden duim. Wie moet nu niet verbaasd staan over zulk eene fijnheid, vooral als men berekent, in hoe vele zichtbare deelen de lengte van den draad kan worden gedeeld! De fijnte van den draad van eenen zijworm is ook verbazend: 69120 ellen wegen slechts 2 lood. Gaat men de ontdekking van Leeuwenhoek (een voor naam Vaderlandsch Natuurkundige) na, zoo rijst onze verbazing ten top: hij ontdekte diertjes, door een sterk vergrootend glas, welke zoo onbegrijpelijk klein waren, dat verscheidene duizenden van dezelve naauwelijks de grootte van eene zandkorrel uitmaakten. Verbeeldt u nu eens, dat die diertjes ook nog ledematen, als een' kop, enz. hebben, dan schiet ons denkvermogen te kort, om de fijnheid eenigzins te beseffen. En het is daarom, dat vele Natuurkundigen van begrip waren, dat de fijnheid der stofdeeltjes zonder eindpaal is, en men een ligchaam in zoo vele deelen kan verdeelen, als men getallen kan denken.

C 4

Doch

Doch dit gevoelen vindt veel zwaarigheid; waarschijnlijker is het, dat, wanneer de lichamen verdeeld worden, men eindelijk zoodanige fijne deeltjes krijgt, welke volkomen hard, en niet meer deelbaar zijn, en aldus de *eerste deeltjes* van alle lichamen uitmaken.

Heintje. o, *Meester!* het gaat mijn begrip te boven. Altijd heb ik gedacht, dat een klein stofje, een klein zandkorreltje, reeds van de fijnste stofjes of lichaampjes waren, die men vinden kan; maar nu merk ik uit uw gezegde, dat het er niet naar gelijk, en dat dezeive nog groote bonken zijn, in vergelijking van de fijnste stof.

Mr. Ja wel is eene zandkorrel nog eene groote bonk! Men kan, zonder te dwalen, gerust zeggen, dat er stofjes in de Natuur zijn, welke zooveel kleiner dan eene zandkorrel zijn, als eene zandkorrel kleiner is dan een groote zandberg of duin. Alvorens wij hiervan afftappen, moet ik u nog doen opmerken, dat de deeling de oppervlakten der lichamen zeer vermeerderd: bij voorbeeld, hier heb ik een' teerling of dobbelsteen van hout, welke in verscheidene kleine teerlingen verdeeld is; — hoe vele zijden heeft deze groote teerling? Zoo als gij ziet, niet meer dan 6 zijden, welke hij aan de lucht, of welk ligchaam hem ook moge aanraken, aanbiedt. Snijden wij hem nu eens overkruis door, dan ontstaan er 8 teerlingen, welke ieder wederom 6 zijden hebben, en dus 48 zijden of oppervlakten. Nog eens ieder dezer deelen overkruis doorgesneden, zoo bekomt men 64 teerlingen, welke te zamen weder 384 vlakten uitmaken. Stelt nu de zijde van den eersten of grooten teerling op een'

een' duim in het vierkant, dan moet deszelfs geheele oppervlakte 6 vierkante duimen zijn. Verder doorgesneden, bekomt men, gelijk zoo even gezegd is, 48 zijden, welke ieder $\frac{1}{4}$ duim vierkant zijn, en aldus 12 vierkante duimen oppervlakte uitmaken, terwijl de verdere doorsneden, van 384 zijvlakten, eene oppervlakte van 24 vierkante duimen geven; zoodat iedere deeling, op deze wijze geschiedende, de oppervlakte verdubbelt. Verbeeldt u nu eens, dat een kanonskogel gesmolten, en daarvan hagel gemaakt wierde, hoe verbazend veel meer zouden dan niet de oppervlakten zijn, welke de lucht moesten aanraken, en vandaar zooveel meer schuring tegen de luchtdeeltjes ontmoeten; welke schuring een' tegenstand zal veroorzaken, die den voortgang, bij het schieten uit een geweer, zeer moet hinderen, en waarom dan ook de hagel, van gelijk gewigt als een' kogel, zoo ver niet geschoten kan worden als de kogel. Vaartwel! tot wederziens!

L E E R I N G E N .

Uit hetgene wij van de deelbaarheid en verbazende fijnheid der stof gezegd hebben, verklaart men, waarom sommige dieren, welke eenen zeer fijnen en gevoeligen reuk bezitten, hunne vijanden, of hetgene zij tot hunne prooi wenschen te bekomen, op verre afstanden ruiken.

Dat smetstoffen van aanstekende ziekten lang in linnen of wol opgesloten kunnen blijven.

Uit hetgene wij van de vermeerdering der oppervlakten gezegd hebben, volgt:

Waarom men met eene lading hagel zoo ver niet kan schieten, als met eenen kogel van gelijke zwaarte.

Hoe het komt, dat kleine ligchamen eerder koud worden dan groote.

Wat de reden is, dat men koffij en andere stoffen fijn maalt, om beter uit te trekken.

Z E S D E Z A M E N S P R A A K.

Over de poreus- of ijlheid.

Mr. Gaan wij nu over tot die eigenschap aller ligchamen, welke men *poreusheid* noemt, dat wil zeggen, dat er geen lichaampje in de wereld is, of het heeft poriën, dat is, openingen of holten in zich. Van de hardste en dichtste metalen, als goud, enz. af, tot de spons toe, is alles vol, ja verbazend vol poriën. In de spons kunnen wij die, uit hoofde van derzelver ongemeene grootte, met onze oogen zien, terwijl wij die van het goud, door hare kleinte, niet zien; doch zij zijn daarom even menigvuldig, zoodat men het gladste goud even als eene spons beschouwen moet. Dat wij in de spons zoo duidelijk de poriën zien, en niet in het goud, zeide ik reeds zoo even, is uit oorzake, dat de poriën van de spons zoo groot zijn, dat wij die met het bloote oog zien; terwijl die van het

het goud, hoewel even zoo menigvuldig, zoo klein zijn, dat wij ze niet met het bloote oog zien kunnen. Maar neemt eens dit vergrootglas, en beziet daarmede dit blaadje goud, en oordeelt nu, of ik het wel heb.

Heintje. *Meester!* ik zie er verscheidene kleine openingetjes in; dat zijn dan zeker de poriën?

Mr. Ja zeker! en daar, waar gij die niet ziet, zijn er evenwel ook, doch alweder kleiner, zoodat dit vergrootglas dezelve niet bereiken kan; maar een sterker nemende, zouden wij er alweder meer zien, en dus voortgaande, zou het hardste en gladste goud niet meer schijnen een glad gepolijst stuk, maar gelijk te zijn aan eene zeef, van millioenen stofjes te zamengefeld. Zoo is ook de huid van het menschelijk ligchaam voorzien van millioenen poriën, welke met het binnenste des ligchaams gemeenschap hebben, waarvan sommige dienen, om ons te ontlasten van vele schadelijke en overtollige stoffen, terwijl andere weder stoffen, buiten ons op de huid aangebragt, kunnen opflorpen. Men heeft waargenomen, dat, van hetgene wij eten en drinken, het $\frac{5}{8}$ gedeelte door de poriën uitwafemt, en slechts het overige op eene andere wijze wordt ontlast.

Insgelijks is het met de bladeren van boomen en planten gelegen; deze zijn ook op hunne oppervlakten vol poriën, en wel van boven uitwafemende en van onderen opflorpende, om water en lucht tot voedsel aan te nemen. Wanneer wij vooronderstellen mogen, dat ieder eerste deeltje vaste stof gelijk is aan een onverbeeldelijk klein kogeltje, doch van binnen hol, en daaruit al de ligchamen werden te zamengefeld, dan zou er al

al zeer weinig vaste stof in de wereld zijn. Wanneer gij wat meer gevorderd zijt, kunt gij over de fijnheid van de stof nalezen het Werk van J. Keill, *Inleiding tot de ware Natuur- en Sterrekunde*, 5^{de} Les, en uwe verbazing zal ten top rijzen; ook zult gij daar bewezen zien, dat de aanbiddelijke Schepper van het geheel, tot het zamenstellen van dezen aardbol, die zoo verbazend groot is, niet meer vaste stof heeft nodig gehad, dan de grootte van een' stouter, of nog veel minder. Doch hier zou ik boven uwe vatbaarheid gaan; genoeg, dat gij gezien hebt, dat de lichamen veel meer poriën of holten tusschen hunne deelen hebben, dan men oppervlakkig denken zou, en inderdaad weinig vaste stof bevatten.

Heintje. *Meester!* ik begrijp niet genoeg, wat gij hier meent met *vaste stof*?

Mr. Gij doet zeer wel met mij te vragen, hetgene gij niet begrijpt: hoe meer de leerling vraagt, hoe aangenamer het voor den welmeenenden Onderwijzer zijn moet. — Welan! ik zal het u dan duidelijker maken. — Alle lichamen zijn stof: hout, ijzer, goud, water, enz., alies wat rondom ons is, wat op den aardbol is, en waaruit de lichamen bestaan, noemt men stof, gelijk ik u reeds te voren zeide. Nu toonde ik u, dat die stof vol poriën is, vol holten en openingen tusschenbeide; doch als men het ligchaam, zoo veel mogelijk, kon verdeelen, moest men immers al die poriën openen, en die stofjes, welke geene poriën meer hadden, losmaken? Deze stofjes, zeide ik u reeds, dat men *eerste deeltjes* der lichamen heet; en die zijn het, welke men *vaste stof* noemt; dat is, stof, die geene poriën meer heeft. —

Als

Als ik nu zeg, vaste stof ter grootte van een' stouter, dan meen ik zoo veel van die eerste deeltjes aan elkander, volstrekt zonder poriën tusschenbeide, ter grootte van een' stouter; welke dus, als men aan de reeds verklaarde fijnheid der stof denkt, bestaan zou uit een verbazend getal van millioenen dezer deeltjes. — Maar het wordt tijd, dat wij ons gesprek afbreken. Denkt over het verhandelde vooral met aandacht na.

L E E R I N G E N .

Uit de verbazende poreusheid der lichamen verklaart men het volgende:

Waarom bewerkt hout krom trekt en scheurt, en deuren en vensters den eenen tijd moeilijker sluiten dan den anderen.

Waarom houten vaatwerk digt trekt, als men het in het water legt.

Waarom de vormen, in de porselein- en dergelijke fabrieken, zoo spoedig de daarin gevormde aarde doen opdroogen.

Waarom men altijd wel doet, houtwerk veel en sterk met olie te schilderen, om hetzelfde voor bederf te bewaren.

Waarom men zware lasten kan optillen, door een daaraan sterk gespannen droog touw nat te maken.

Waarom vele lichamen in vloeistoffen smelten.

Waarom olie of vet, in stoepstenen ingetrokken, vlekken geeft.

Uit hetgeene wij van de poreusheid van ons ligchaam en dat der bladeren zeiden, volgt:

Dat

Dat niets gevaarlijker voor den mensch is, dan dat, door het toetrekken der poriën, de uitwaseming wordt gestremd.

Dat een blad, op het water liggende, veel spoediger verwelkt, als hetzelfde het onderste boven ligt, dan dat het er regt op drijft.

Z E V E N D E Z A M E N S P R A A K .

Over de beweegbaarheid en de aantrekkingskracht.

Mr. Zeg mij eens, Heintje! welke eigenschappen der lichamen hebben wij nu reeds behandeld? Weet gij die wel?

Heintje. Ja, *Meester!* gij hebt ons geleerd, dat alle lichamen eene bepaalde gedaante hebben, vast of ondoordringbaar, deelbaar en poreus, of ijl, zijn.

Mr. Zeer wel! wat blijft ons dan nu nog over te behandelen?

Jantje. Als ik het wel heb, heeft *Meester* nog gezegd, dat de lichamen *beweegbaar* zijn en *elkander aantrekken*.

Mr. Juist! dit moeten wij nog verklaren. Toen ik, in de Vierde Zamenpraak, over de ondoordringbaarheid der lichamen sprak, zeide ik u, dat door eene grootere kracht, dan den

den tegenstand, een ligchaam uit zijne plaats kan gedreven worden, zoo als wij dagelijks zien. Er is geen ligchaam, hoe groot of klein ook, of het kan door eene kracht, welke grooter dan deszelfs tegenstand is, uit zijne plaats gedreven worden, welke kracht hetzelfde dus van plaats doet veranderen; en dit is het juist, dat men *beweegbaarheid* noemt. Alle lichamen kunnen zich bewegen, dat is, van de eene plaats naar de andere overgaan. Daar wij gelegenheid zullen hebben, hierover in het vervolg nader te spreken, gaan wij nu over tot de beschouwing van de *algemeene aantrekking* der lichamen. Alle lichamen in de Natuur pogen elkander te naderen, en trekken zich onderling meer of minder aan, zoodat zij, bij dadelijke aanraking, dikwerf zichtbaar aan elkander kleven. Dit zal u ondertusfchen wonderlijk voorkomen.

Heintje. Ja, *Meester!* wel doet het. Ik kan het geheel niet begrijpen; want ik heb nooit daarvan iets gezien.

Mr. Ik geloof wel, dat het u zoo voorkomt; maar dat gij het nooit gezien hebt, is niet waar: zeg liever, dat gij het nooit hebt opgemerkt, want wij brengen dit verschijnsel wel onder de algemeene eigenschappen der lichamen, omdat er geen ligchaam in de wereld is, of het bezit dit vermogen; doch wel gezien is het eigenlijk eene *algemeene Natuurkracht*, die op de stof werkt en zonder welke er geene vaste lichamen zijn zouden: waardoor immers blijven de deeltjes of stofjes van den looden kogel, dien ik hier heb, aan elkander, zoo zij elkander niet onderling aantrekken; want, gelijk gij weet, hij kan smel-

smelten door vuur; doch neemt men het vuur weg, terstond trekken de looddeeltjes zich weder te zamen, en het wordt een vast ligchaam: wat dunkt u, hebt gij nu nooit die kracht zien werken?

Heintje. Ja waarlijk; waarom let men toch niet meer op zulke zaken?

Mr. Dat is wel waar, en het zal u nog meer blijken. Doch alvorens ik u dit verder aantoon, moet ik de zaak eerst wat duidelijker maken. — Gij hebt zoo even gezien, dat de lichamen vol duizenden gaatjes en bolletjes, dus zeer poreus zijn, en veel minder *vaste stof* (let wel, *vaste stof*, zeg ik) bezitten, dan wij oppervlakkig denken. Welnu, zal er in de lichamen, als gezegd is, eene kracht, om elkander aan te trekken, plaats hebben, waar moet die dan huisvesten: in de vaste stof, of in de poriën? Of zoo het eene kracht is buiten het ligchaam, waar moet zij dan op werken?

Jantje. Ik zou zeggen, *Meester?* dat die kracht alleen in de vaste stof kan zitten, of nergens anders op werken kan dan op stof; wat zou het op poriën, waarin geene stof is, uitvoeren?

Mr. Zeer goed begrepen. Eene kracht, dat is, hetgene eene zaak in staat stelt, iets uit te voeren, moet immers in de zaak zelve zijn, en niet in eene ledige opening? Dus moet ook de kracht, welke het ligchaam in staat stelt, om aan te trekken, in de vaste stofdeeltjes, en niet in de poriën zijn, en kan ook op niets anders, dan wat vaste stof is, werken. Zoo zal een

een stukje goud veel meer kracht van aantrekking oefenen kunnen, dan een groot stuk spons, omdat het goud veel digter is, en minder groote poriën dan eene spons heeft. Indien gij nu wel begrepen hebt, dat de kracht van aantrekking alleen in de vaste stofdeeltjes zit of daarop werkt, zal ik u aantoonen, dat het plaats heeft, en bijzonder zichtbaar is, bij dadelijke aanraking. — Ik heb hier twee koperen schijven met ringen, zeer vlak geslepen. Wanneer ik deze twee platen op elkander leg, zullen zij elkander aanraken, doch nog weinig of niet, omdat, hoe glad dat koper ook zij, het vol holligheden is, en dus die stofdeeltjes, waarin eigenlijk de aantrekkingskracht zit, elkander niet genoeg, maar alleen hier en daar, in puntjes aanraken. Wanneer ik nu iets neem, waarmede die poriën, min of meer, gevuld worden, bij voorbeeld, wanneer ik er een weinig kaarsmeer over strijk, en de platen dan op elkander leg, zullen er veel meer deeltjes of puntjes, over en weder, elkander raken, en alsdan ook de aantrekking sterk genoeg zijn, om er u van te overtuigen. Ziethier de proef: neemt nu ieder een ring, en voelt eens, hoe vast zij aan elkander hechten.

Jantje en Heintje. *Meester!* wij staan verwonderd; want zij kleven nu zoo vast aaneen, dat wij ze niet eens van elkander kunnen trekken!

Mr. Hier heb ik twee stukjes zeer glad geslepen glas; deze kleven zonder smeersel te zamen, omdat zij vlakker en beter gepolijst dan koper zijn, en dus zooveel te meer deeltjes vaste

stof aan de oppervlakten hebben, waarin eigenlijk de kracht zit, om elkander aan te trekken.

Ziethier nog eene proef, welke duidelijk deze aantrekking bewijst. Twee zeer dunne glazen pijpjes dompel ik in dit glas met water; en wat gebeurt er? Het water klimt er van binnen in op, gelijk gij ziet.

Heintje. o Ja! dat is aardig! nu trekt zekerlijk dat glas aan den binnenkant dier pijpjes het water tot zich in de hoogte. Maar dat is raar, *Meester!* nu houdt het op, en gaat niet hooger; daar is toch hetzelfde glas nog boven: hoe komt dat?

Mr. Het is wel opgemerkt. Maar, lieve jongen! begrijpt gij dan niet, dat, hoe hooger dat water in het pijpje opklimt, hoe zwaarder ook dat opgetrokkene water wordt? Welnu! als dat zoo hoog is opgeklimmen, dat het juist zoo zwaar is geworden, als de kracht van aantrekking van het glas, en nog iets anders, dat ik u nog niet verklaren kan, is, dan moet immers alles ophouden, en daarom klimt het niet hooger. Het glas van binnen in het pijpje, of *haarbuisje*, zoo als men deze dunne pijpjes om derzelver fijnheid noemt, trekt eerst een weinig water op; dit water trekt weder het naast aanliggende mede, en zoo bevindt zich het opgetrokkene vocht, in de haarbuis, aan de kanten hooger dan in het midden en staat dus hol ingebogen, en wat het glas zelf betreft, dit trekt niet verder aan dan bij de aanraking van het vocht zelf in het buisje, en is dus op eenen onverbeeldelijk kleinen afstand alleen werkzaam; zoodat het er niets toe doet, of het glas van het haarbuisje zeer dik of zeer dun is:

is: de optrekking is daarom even hoog; deze hoogte hangt alleen af van de opening der buisjes; hoe naauwer of kleiner die zijn, hoe hooger het vocht wordt opgetrokken. De aantrekkingskracht wordt gemeenlijk onderscheiden in die op *kleine afstanden*, zoo als wij daareven behandeld hebben, en in die, welke op *grootte afstanden* werkt, waartoe wij nu moeten overgaan. Doch, alvorens dit te doen, zal het noodig zijn, den geest wat te ontspannen en ons werk tot een volgend onderhoud te staken. Denkt, intuschen, met oplettendheid, over het verklaarde na: het zal u in het vervolg van veel nut zijn, dewijl de aantrekkingskracht der lichamen, door de geheele Natuurkunde heen, de hoofdrol speelt. Zijt dan gegroet tot wederziens!

 ACHTSTE ZAMENSpraak.

*Over de toepassing der aantrekkingskracht
op hetgene men zwaarte of zwaarte-
kracht noemt.*

Mr. Wel, zijt gij daar, brave leerlingen? Hoe gaat het met de aantrekkingskracht? Hebt gij over het daarvan geleerde nog eens nagedacht en hetzelfde wel begrepen?

Heintje. Ja, *Meester!* vrij wel. Maar wij vatten niet genoeg, hoe het komt, dat wij de aantrekking tusfchen de lichamen niet meer zien. Bij voorbeeld: wij hebben reeds twee ballen aan draden, dicht bij elkander, opgehangen, en nu meenden wij, dat de ballen naar elkander toe zouden trekken, ten minste iets of wat naar elkander toeneigen; doch er gebeurde niets van: zij bleven beide, regt op en neer, stilhangen.

Mr. Uwe aanmerking is juist, en in deze Zamenfpraak zal ik gelegenheid hebben, u de reden daarvan aan te toonen. Ik ga dus voort, lieve jongens! en zal eerst met u over de aantrekkingskracht op groote afstanden fpreken, om dan naderhand nog eens weder op die van kleine afstanden terug te komen. Gij hebt reeds wat Aardrijkskunde geleerd, en weet dus wel, dat de aardbol, waarop wij wonen, een rond ligchaam is, niet waar?

Hein-

Heintje. Ja wel, *Meester!* weet ik dit: hij is een kogel, even als onze globe dien afbeeldt; de oppervlakte beftaat uit land en zee, en heeft twee afpunten, waarop hij omwentelt.

Mr. Zeer wel! Maar wat dunkt u: zou van al de lichamen, die op de oppervlakte der aarde gevonden worden, er wel één zijn, hetwelk zooveel vaste ftof in zich heeft, als de gansche aardbol bevat?

Heintje. Wel neen, *Meester!* wat is de aardbol verbazend groot! zoodat gij ons in de Aardrijkskundige lesfen weleens zeidet, dat de grootste berg bijna niets te rekenen is, in vergelijking van de grootte des geheelen aardbols.

Mr. Juist gezegd; dat kan voorzeker niet zijn. Maar nu waar zijnde, dat de aardbol zoo verbazend veel meer vaste ftofdeeltjes in zich heeft, boven alle andere lichamen op denzelfden, dat men ze niet te zamen vergelijken kan, wat moet er dan gebeuren? Dan moeten immers al de lichamen, die zich op de oppervlakte van den aardbol bevinden, door de verbazend vele vaste ftofdeeltjes, welke de aarde uitmaken, fterk getrokken worden; derhalve moet het gansche ligchaam van den aardbol alle lichamen op zijne oppervlakte fterk tot zich trekken, en als zij van zijne oppervlakte afgefcheiden zijn, met kracht weder dezelve doen naderen? En hebt gij dat wel niet zien gebeuren?

Heintje en Jantje. Neen, *Meester!* nooit!

Mr. Wat zegt gij? nooit! Alle oogenblikken ziet gij het; maar het is omdat men gewoon is, dat anders verbazende uitwerkfel van de aantrekking des aardbols gedurig te zien, dat

D 3

men

men het niet opmerkt. Hebt gij wel ooit iets zien vallen? en welken weg neemt het: van boven af naar de aarde, of van de aarde naar boven?

Jantje. Wel, *Meester!* dat weet het kleinste kind, dat alles van boven naar de aarde valt.

Mr. Welnu! wat veroorzaakt dat vallen anders, dan de aantrekking van den aardbol? Alle lichamen worden door de aantrekkende kracht der aarde tegen hare oppervlakte aangedrukt; en wanneer dus dezelve, in weêrwil van die kracht, boven de oppervlakte of den grond, omhoog gevoerd, en dan niet ondersteund, maar vrij losgelaten worden, zoo trekt de aarde ze aanstonds, door die zelfde kracht, weder tot zich; hetgene men *vallen* noemt. Het vallen der lichamen is derhalve niets anders, dan de algemeene aantrekking der aarde op dezelve; welke kracht van aantrekking, door de stof des aardbols op de lichamen, en op de deelen der aarde onderling geöfene, den naam van *zwaartekracht* draagt, om reden, dat zij het is, die alle lichamen zwaar maakt. De zwaarte der lichamen is alzoo niets anders, dan de gedurige aantrekking der aarde; en, daar wij te voren gezien hebben, dat de kracht niet in de grootte, maar alleen in de vaste stof der lichamen moet gezocht worden, zoo volgt ook, dat, hoe meer vaste stof in een ligchaam is, dat wil zeggen, hoe vaster van deelen, en hoe kleiner van poriën het is, hoe zwaarder het zal moeten zijn; en dat bevestigt ons de ondervinding dagelijks. Zie hier vier even grootte ballen: een' van *kurk*, een' van *hout*, een' van *steen* en een' van *lood*. De kurken heeft de meeste poriën, en is daarom de lichtste; de

de houten is iets zwaarder, de steenen nog zwaarder, en de looden, omdat het lood vrij vast is, de alerzwaarste. Dus blijkt, dat al de moeite, welke men doen moet, om een gewigt, bij voorbeeld van 50 of 100 pond, van den grond te tillen, alleen veroorzaakt wordt door de sterke trekking der aarde op dat gewigt.

Heintje. Wel, *Meester!* ik sta verbaasd, alle oogenblikken zoo duidelijk die sterke aantrekkingskracht van den aardbol te zien! Wanneer ik met de palet speel, dan doe ik niets anders dan den bal, die door de aantrekking der aarde gedurig naar den grond valt, weder tegen die aantrekking op te slaan; en dus heb ik dikmaals met die aantrekkende of zwaartekracht gespeeld, zonder dezelve te kennen.

Mr. Ja, lieve Heintje! dat zal nog wel meer gebeuren. Maar nu kan ik u ook de reden verklaren van het niet zichtbaar aantrekken van uwe twee, aan draden opgehangene, ballen. De aarde, gelijk ik u zoo even toonde, trekt zoo sterk, uit hoofde harer grootte, en daardoor verbazend vele vaste stofdeelen, dat de onderlinge aantrekking der lichamen op dezelve er niet bij in aanmerking komt, en er geheel *niets* bij is. Dit zoo zijnde, volgens hetgene wij uit derzelve aard afleidden, werd immers iedere bal, hangende aan den draad, door de aarde zoo sterk regt naar beneden getrokken, dat de zijdelingsche werking der aantrekkingskracht van den eenen tot den anderen er niets op kon afdoen, veelmin iets zichtbaars daarvan uitwerken. Men heeft, ondertuschen, de proef genomen, wat er gebeuren zou, indien men in een dal, of in eene vlakte, nabij eenen zeer grooten steilen berg of

rots, een' metalen kogel aan eenen langen draad hing: en ziet! men bevond, bij eene naauwkeurige meting, dat de bal en de draad niet volkomen loodregt, maar eenigzins naar den berg hellende hingen; zoodat deze groote klomp van den berg iets of wat op die der zwaartekracht, of aantrekking van den ganschen aardbol, heeft kunnen afdoen. Niet alleen, dat de aarde de lichamen op hare oppervlakte aantrekt, maar zij werkt ook op de hemelsche lichamen: zij trekt de maan aan, en de maan werkt door hare aantrekking weder op onze aarde, gelijk wij nader zien zullen. Ten slotte moet ik u nog aantoonen, dat gij ook dikwijls de onderlinge aantrekking van de stof der lichamen gezien hebt, zonder die op te merken.

Wat is het lijmen van hout, het plakken van papier met stijffel, met vocht vereenigd, anders dan door lijm of stijffel zoodanig de poriën te stoppen, dat er genoegzame stofdeeltjes in aanraking komen, om de aantrekkingskracht te doen werken, even zoo als in de koperen platen het smeersel ter vulling der poriën diende, om de aantrekkingskracht meer zichtbaar te maken? De vasthechting van twee aan elkander gelijkende of geplakte lichamen is niets anders, dan de onderlinge aantrekkingskracht. Zoo zijn ook het blijven hangen der waterdruppel, na eenen regen, aan de takken der boomen, het niet volkomen ledig kunnen schenken van eene flesch, of kan, met vocht, alleen uitwerksels der algemeene aantrekkingskracht. De boomtakken trekken de waterdeelen aan, en houden ze vast, zoo lang, totdat de langzame toevloeiing dezelve te zwaar maakt, om opgehouden te worden, waarop zij de groo-

te

te aantrekking van den aardbol volgen en nedervallen. Zoo trekt ook het glas de vochtdeeltjes aan, en belet dus, dat eene flesch volkomen ledig kan geschonken worden; zoodanig zelfs, dat, al stelt men haar langen tijd het onderste boven, zij niet droog wordt, voordat, door warmte, de vochtdeeltjes zijn uitgewasemd. Dit brengt ons nu van zelf weder tot de aantrekking op zeer kleine afstanden terug; doch nemen wij daartoe eene volgende gelegenheid waar. Vaartwel!

L E E R I N G E N.

Door hetgene wij gezegd hebben van de aantrekkings- of zwaartekracht, verklaart men ligtelijk:

Waarom lijm-, plak- en metselwerk zoo vast aan alkander zit.

Waarom het geen voordeel geeft, maar zeer nadeelig is, te veel lijm of kalk tuschenbeide te doen.

Waarom de lippen aan de nieuw gebakene pijpen vastkleven.

Waarom de olie door het katoen in de lampen opklimt. Waarom vocht in een stukje suikerbrood oprijst, als het aan het eene einde nat wordt gemaakt. Waarom het water in nieuwe steenen trekt en de metselaar, alvorens die te gebruiken, dezelve eerst met water doortrekken laat. Waarom eene aarden kan, eens gebruikt zijnde, altijd in hare poriën iets van de daarin gekookte of gebradene vochtdeeltjes overhoudt, en

D 5

der-

derzelve smaak aan andere, naderhand daar in gekookt wordende, stoffen kan mededeelen.

Waarom de wortels der planten de vochten uit den grond kunnen trekken.

Waarom vocht, in een droog kelkje geschonken, zoo lang hetzelfde niet vol is, tegen den rand opstaat, en, vol zijnde, zich boven den rand verheft; en waarom men in staat is, in een volgeschonken glas nog eenige stukjes geld te werpen, aler hetzelfde overloopt.

Waarom bij onze tegenvoeters de lichamen even zoo zeer naar de oppervlakte der aarde vallen, en zich aan dezelve vasthechten, als bij ons; en waarom eigenlijk het *onder*, of *beneden*, zich alleen tot het middelpunt der aarde bepaalt.

NEG ENDE ZAMENSPRAAK.

Over de aantrekking der lichamen op kleine afstanden, toegepast op de Scheikundige verwantschappen.

Mr. Zijt gij reeds daar, vlijtige jongelingen? Ik verheug mij, dat ik u met regt dien naam geven kan. Weet gij nog wel, waarover wij nu zouden spreken?

Jantje. Ja wel, *Meester!* Gij zoudt nog eens

eens weder terugkomen op de aantrekking der lichamen op kleine afstanden.

Mr. Dat is ook zoo. Welnu, weest dan zeer oplettend! Dat de algemeene aantrekkingskracht werkt op alle lichamen, niet alleen bij aanraking en dus op zeer kleine afstanden, maar ook op groote afstanden, heb ik u reeds gezegd en aangetoond, bij de behandeling der zwaartekracht. Doch wanneer wij deze kracht, bij de aanraking der lichamen, dat is op zeer kleine afstanden, nauwkeurig nagaan, dan ontdekken wij bijzonderheden, die al onze aandacht verdienen. Bij voorbeeld: eene flesch met water kan niet geheel ledig geschonken worden, want het water blijft aan het glas hangen, ten bewijze, dat het daardoor wordt aangetrokken; eene flesch met kwik, daarentegen, schenkt men gemakkelijk volkomen ledig, waaruit dan ook blijkt, dat kwik en glas elkander niet aantrekken. Verder: steken wij eene smeerkaars in het water, zij zal er droog weder uitkomen, en het water zal aan haar niet hechten, evenmin als aan een glazen pijpje, dat met vet of olie is besmeerd; doch steekt men een droog en schoon glazen pijpje in het water, zoo zal het er nat uitkomen, ten blijke, dat het water is aangetrokken geworden. Men schudde olie en water ondereen: zoodra men ophoudt met schudden, laten de olie en het water zich weder los en scheiden vaneen. — Zie hier weder drie zeer nauwe glazen pijpjes, die men, om derzelve sijnheid, *haarbuisjes* noemt, en welke ik u reeds in de vorige Zamenpraak verklaard heb; zij zijn van onderscheidene wijdden; plaats en wij die nu in een glaasje met rooden spiritus of wijn, om het meer zichtbaar te maken, dan zullen wij deze vochten in

in die haarbuisjes zien optrekken tot eene aanmerkelijke hoogte, en wel, naar mate de buisjes nauwer zijn, klimt het vocht er te hooger in op, want vooreerst is een klein kolommetje vocht minder zwaar en daarom gemakkelijker op te houden dan een grooter; maar ook is de aantrekking der binnenwanden in nauwe buisjes meer te zamenwerkende. — Worden deze pijpjes nu in kwik geplaatst, zoo gebeurt er niets, en wanneer wij door het kwik konden heen zien, zouden wij ondervinden, dat hetzelfde in de buisjes gedaald was.

Dit alles leert ons dan, dat de aantrekking, bij aanraking, en dus op de kleinste afstanden, iets zonderlings en verwonderenswaardigs heeft, te weten, dat de onderlinge aantrekkingskracht hier eene verkiezing schijnt uit te oefenen, namelijk, dat sommige lichamen of stoffen elkander gaarne, weder anderen minder gaarne, en sommige elkander geheel niet aantrekken, ten minste niet merkbaar. De kennis en het onderzoek daarvan maakt die wetenschap uit, welke den naam van *Scheikunde* (*Chemie*) draagt, en dewijl deze wetenschap zoo onmiddellijk uit de Natuurkunde voortvloeit, kan zij daar niet geheel van worden afgescheiden; waarom het ook mijn voornemen is, u zeer kort een oppervlakkig denkbeeld van hare eerste gronden te geven. Volgt mij dan met uwe gewone oplettendheid. Wij moeten nu de werking van de aantrekking op de kleinste afstanden niet meer overbrengen op de oppervlakte der lichamen, gelijk wij tot dusverre gedaan hebben, maar zien, wat er gebeurt, wanneer, bij ondereenmenging, de kleine deeltjes, welke de lichamen uitmaken, en waarvan zij zamenge-

steld

steld zijn, elkander aanraken, welke deeltjes men bestanddeelen noemt.

De meeste lichamen in de Natuur zijn zamengesteld uit verschillende soort van bestanddeeltjes, en men noemt hen daarom *zamengestelde*, terwijl alleen die, welke men, na het scherpste onderzoek, niet anders bevonden heeft te bestaan, dan uit deelen van gelijken aard of soort, *enkelvoudige lichamen* genoemd worden; als daar zijn, onder andere, al de *metalen* de *koolstof*, *grondstoffen* van eenige luchten, de *lichtstof*, de *warmtestof*, enz. De Oude Wijsgeeren kenden alleen vier elementen of grondstoffen, en telden daaronder aarde, water, lucht en vuur; doch de nieuwere Scheikundigen hebben het onbestaanbare van deze stoffen als elementen bewezen, omdat dezelve meest alle zamengesteld zijn, zoo als u in het vervolg blijken zal. — Hetgene wij tot hier toe aantrekking en aantrekkingskracht genoemd hebben, wordt in de Scheikunde *verwantschap* (*affiniteit*) genoemd. — Deze verwantschap wordt onderscheiden in eene *verwantschap van zamenhang* (*affiniteit van agregatie*), en in eene van *verbinding* of *zamenstelling* (*affiniteit van compositie*). Het verschil, dat tusfchen deze beide verwantschappen plaats vindt, bestaat daarin, dat die van *zamenhang* alleen ophoopt, doch altijd dezelfde soort van lichamen voortbrengt, zoo als de eene waterdruppel in den anderen vloeit, en de eene kwikbel in de andere; terwijl die van *zamenstelling* of *verbinding* ongelijke bestanddeeltjes zamenvoegt, en daardoor eene oneindige verscheidenheid van lichamen voort kan brengen, die altijd van eenen anderen aard zijn, dan de verbondene stoffen waren. De verwantschap

schap

fchap van zamenhang voegt dus alleen gelijkfoortige deelen bij elkander; zoo is deze looden bal alleen zoo vast door deze verwantschap, welke de looddeelen op elkander oefenen; smelt men dezen bal en doet men bij dit gesmolten lood nog ander gesmolten lood, dan wordt door deze verwantschap een grooter bal geformeerd, en het ligchaam heeft men in grootte doen toenemen, zonder iets van deszelfs aard te veranderen. Genoemde verwantschap kan men verbreken door stooten, stampen, raspen en vooral door de werking van het vuur, gelijk bij de smelting der hardste metalen gebeurt. — De *verwantschap van verbinding* of *zamenstelling*, ook wel Scheikundige verwantschap genoemd, is die werking, welke de kleine deeltjes der lichamen van verschillende aard op elkander oefenen, en aldus elkander aantrekken en een ander ligchaam voortbrengen. Om deze verwantschap wel te doen werken, dient men eerst in de stoffen, welke men verbinden wil, die van zamenhang te verbreken; want hoe meer de kleinste deeltjes der lichamen zich onderling kunnen aanraken, hoe beter de werking van verbinding geschiedt, en vandaar is het zeer noodig, dat, om de gezegde verwantschap in werking te brengen, ten minste ééne der stoffen, die men zamen wil stellen, eene vloeistof zij, en de andere zoo fijn verdeeld als doenbaar is. B. v. hier heb ik een stuk rood koper en een stuk zink; dit zal, zoo geheel als het daar is, zelfs fijn gemaakt, elkander niet aannemen; doch beide gesmolten en dan zamengevoegd zijnde, in vloeibaren staat, komt er ons gewone geel koper uit voort. Zie hier nog een stuk ijzer en wat zwavelzuur en water: nu

zult

zult gij bij het opgieten van dat zuur, wel eenige werking van deze verwantschap van verbinding zien; doch het ijzer heeft te veel verwantschap van zamenhang, om zich geheel aan die van verbinding te onderwerpen; neemt men echter, in plaats van een stuk ijzer, zeer fijn gemaakt ijzer, als ijzervijfel, en giet men daar het verdund zwavelzuur op, dan wordt de werking zeer sterk; de verwantschap van verbinding werkt volkomen, en er wordt zwavelzuur-ijzer geboren. Olie en water, hebben wij straks reeds gezegd, verbinden zich niet; doch wil men deze vijandige stoffen zamenvoegen, zoo doe men daarbij eene andere stof, welke met beide, gelijk men het noemt, goede vrienden is, en alzo bewerkt die stof dan ook, dat zij zich met elkander verbinden. In dit glas is olie en water; doe ik daar nu wat zeer sterke of bijtende potasch bij, en schud het dan door elkander, dan trekken de stoffen zich onderling aan, en er wordt *zeep* geboren. Nog iets over het al of niet verbinden: Zie hier een bierglas met kwik; daar zal ik in stellen eene breinaald van koper en eene andere van ijzer; laten wij nu deze naalden een kwartier uurs staan, zoo zullen wij bevinden, dat de koperen naald zich met het kwik verbonden heeft, door deze verwantschap van zamenstelling, en het koper aan de oppervlakte der naald geen koper, en het kwik, dat daaraan geraakt heeft, geen kwik meer is, maar eene verbinding van koper en kwik; de ijzeren naald intuschen zal geen het minste kenmerk van verbinding toonen, zoodat het kwik met het ijzer geene merkbare verwantschap heeft.

Hebt gij wel ooit zout of suiker in water zien werpen?

Ja n-

Jantje. Ja wel, *Meester!* dat heb ik meer dan eens gezien.

Mr. Welnu, wat gebeurt er dan? Het zout of de suiker verbindt zich met het water, dat is, de zoutdeeltjes worden door de waterdeelen aangetrokken, en er komt voort het gene wij bij het zout *pek* noemen. Deze bewerking moet wel worden onderscheiden van een *k* mengen. Bij voorbeeld, meel en water: dit vermengt zich, maar verbindt zich niet, en zulke verbindingen, als zout of suiker in water, noemt men *oplossen*. Zoo losfen zich gewone en andere zouten in water op; suiker en gom ook; doch hars doet zulks niet: om deze op te losfen moet men brandewijn gebruiken.

Heintje. Het schijnt, *Meester!* dat al wat wij smelten noemen, hier *oplossen* heet.

Mr. Voorzigtig wat: *smelten* is eigenlijk het gene wij bij het ijs, het vet, het lood, enz. zien gebeuren, wanneer het aan onderscheidene graden van warmte alleen is blootgesteld. *Oplossen*, daarentegen, is het gene gebeurt, wanneer vaste lichamen in vloeibare worden ontbonden; waarbij echter de warmtestof eene belangrijke rol speelt; want in de meeste gevallen lost het heete water meer op dan het koude; doch hier is nog eene bijzonderheid bij. Wanneer water, brandewijn, of eenig ander vocht, dat men gemeenlijk het *scheivocht* noemt, zooveel opgelost of aangetrokken heeft, als het houden kan, dan trekt het ook niets meer aan, en men noemt het zelve alsdan *verzadigd*. Wanneer water zooveel zout of zooveel suiker opgenomen heeft, als het houden kan, dan neemt het niets meer aan, al doet men er nog zooveel zout of suiker bij; dat blijft

blijft onopgelost op den bodem liggen. Wanneer nu eenig vocht verzadigd is met de eene of andere stof, en men verzwakt dat vocht, dan laat het gedeeltelijk de opgeloste stof los, en het vocht wordt troebel, dat anders bij oplossingen zeer helder zijn kan. Bij voorbeeld, wanneer men kina op brandewijn laat trekken, dan wordt de hars uit de kina opgelost, en men bekomt een helder bruin vocht, dat tinktuur van kina heet; doet men deze tinktuur in jenever of brandewijn, dan blijft alles zeer helder; doch doet men dezelve in wijn of water, dan wordt de tinktuur te zwak, om de hars opgelost te houden, en alles wordt troebel door het loslaten van de hars; deze loslating en nedervalling van het opgeloste noemt men *nederploffen* (*precipiteren*).

Geene verbinding, geene oplossing kan plaats grijpen, of de stoffen moeten verwantschap tot elkander hebben, en in deze verwantschap spelende zuren eene groote rol; als hebbende door de geheele Natuur heen eene sterke verwantschap met de *loogen* (*alkalia*), de *aarde* en de *metalen*. Er bestaat in de Natuur eene stof, welke zuur maakt en in de levens- of zuivere lucht als grondstof of bestanddeel aanwezig is, *oxygène* genoemd, en, gelijk wij in het vervolg zien zullen, tot de ademhaling en de verbranding noodzakelijk en onmisbaar. Deze stof verbindt zich met onderscheidene lichamen tot *zuren*, welke men onderscheidt naar den aard der grondstoffen van het zuur, als *zwavelzuur*, *koolzuur*, *phosphoruszuur*, enz.

De *zuren* worden verdeeld:

1°. In *enkelyoudige*, dat zijn dezulke, die
I. DEEL. E flechts

flechts ééne grondstof bevatten, zoo als de zoo even genoemde zuren.

- 2°. In die *met twee onderscheidene grondstoffen*, gelijk de meeste zuren zijn, die uit de planten voortkomen, als *azijnzuur*, *citroenzuur*, *wijnsteenzuur*, enz. en
- 3°. In de zuren *met drie grondstoffen*, zoo als die uit het Dierenrijk, bij voorbeeld het *urinzuur*.

Nadere ontdekkingen hebben geleerd, dat er zuren zijn, welke geene zuurstof (*oxygène*) tot grondstof hebben, maar wel eene andere grondstof, welke die van de ontylambare lucht uitmaakt en waterstof (*hydrogène*) genoemd wordt; waarom men thans de zuren, in het algemeen, onderscheidt in zuren, welke de zuurstof (*oxygène*) tot grondslag hebben en *zuurstoffelijke zuren* (*oxy-acida*) genoemd worden, en hierboven vermeld zijn; en in zuren, welke de waterstof (*hydrogène*) als zoodanig bevatten, en den naam van *waterstoffelijke zuren* (*hydro-acida*) dragen; zoo als, onder andere, is ons gewoon zee-zoutzuur, dat uit eene grondstof, die men *chlorine* noemt, en waterstof bestaat.

De loogen (*alkalia*) zijn:

Soda, delfstoffelijk, als uit de bergen komende; *potasch*, die uit de asch van planten komt en dus plantaardig is, en dan nog de *vlugge loog* (*ammoniak*). Hierop volgen de *loog-aarden*, als *kalk*, *barijt*, enz.; doch over de *aarde* en de *metalen*, als ook over de *zouten*, spreken wij nader, wanneer ik met u handel over de delfstoffelijke lichamen; alleen moet ik nog aanmerken, dat men thans ook weet, dat deze loogen zijn

me-

metaalverzuursels, namelijk, metaal met de zuurstof verbonden, zoo als zij, door berooving van derzelve zuurstof, tot een metaal terugkeeren, dat eene verbazende sterke verwantschap met de zuurstof heeft, met veel moeite daarvan gescheiden wordt, en terstond zich weder daarmede verbindt; het metaal, dat men door deze berooving van zuurstof uit de *soda* verkrijgt, draagt den naam van *sodium*, en uit de *potasch*, dien van *potassium*, voorts uit den *kalk* en het *barijt*, enz. het *calcium*, *baricum*, enz.

Wanneer men zuren met loogen, bij voorbeeld, zoutzuur (*muriaticum*) met *soda* vermengt, dan trekken zij elkander aan door verwantschap van zamenstelling, en het seherpe zoutzuur, zoowel als de bijtende *soda*, verliezen deze eigenschap, ja, als het volkomen elkander verzadigt, is de smaak van beide stoffen geheel weg, en er wordt eene stof daargesteld, die zout of ziltig is en ons gewoon keukenzout uitmaakt. Deze aldus zamengestelde zouten noemt men *middelzouten*. Zoo kan men ook *potasch* met *azijn* vermengen, en wanneer men den *azijn* volkomen met *potasch* verzadigt, is de bijtende smaak der *potasch* zoowel verdwenen, als de zamentrekken- de van het *azijnzuur*.

Door dit *middelzout* worden de blauwe plantenfappen ook niet verkleurd, hetwelk anders het geval is; b. v. een aftreksel van roodekoolsbladen in warm water gemaakt, wordt door alle zuren helder rood, en door loog groen. Let maar eens op dit blauwe aftreksel van roodekoolsbladen in deze twee kelkjes: ik doe in het eene wat zwavelzuur en in het andere wat *vlugge loog* (*ammonia liquida*), en gij zult zien, wat er gebeurt.

E 2

Hein-

Heintje. Wel verbaasd, dat is mooi: het eene kelkje helder rood, en het andere zoo fraai groen! Wat is deze wetenschap toch nuttig en tevens vermakelijk!

Mr. Nu nog iets ten slotte. Hetgene wij zoo even behandeld hebben, noemt men *enkele verwantschap van verbinding*, of wel *Scheikundige verwantschap*, gelijk wij deze genoeg beschreven hebben; doch men onderscheidt haar ook nog in *keurverwantschap* en *dubbele keurverwantschap*; welke werking u nog meer verwonderen zal.

Ziethier eerst eene
enkele verwantschap:

Zwavelzuur, verbonden met zuivere of wel *gecalcineerde magnesia*, geeft *zwavelzure magnesia* of *Engelsch zout*; doch men moet bij deze vermenging het punt van verzadiging wel treffen, dat is, zoo veel *magnesia* doen verbinden, als het houden kan.

Keurverwantschap:

Losfen wij nu dit *Engelsch zout*, dat wij gezien hebben te bestaan uit zuivere *magnesia* en *zwavelzuur*, in water op, en doen wij daarbij zuivere *potasch*, dan heeft de *potasch* meer verwantschap met het *zwavelzuur*, dan dat zuur met de *magnesia* had, en het laat de *magnesia* los, en verbindt zich met de *potasch*, hetwelk de *zwavelzure potasch* uitmaakt.

Nu de *dubbele keurverwantschap*:

Nemen wij nogmaals dat *Engelsch zout*, hetwelk wij gezien hebben te bestaan uit *zwavelzuur* en zuivere *magnesia*, en losfen wij het in water op, doch er nu bijvoegende, in plaats van *zuivere potaschloog*, welke wij straks bezigden,

den, eene *koolstofzure loog*, dat is, onze gewone *potasch*, dan vermengt zich bij voorkeur het *zwavelzuur* met de *potasch*, en het *koolstofzuur* (hetwelk bij de vorige proef niet aanwezig was) met de *magnesia* tot *koolstofzure magnesia*; dus verkrijgen wij hier *zwavelzure potasch* en *koolstofzure magnesia*. Men noemt deze werking eene *dubbele keurverwantschap*, omdat er eerst keur geweest is, waardoor het *zwavelzuur* zich met de *potasch* vereenigde tot *zwavelzure potasch*, en vervolgens eene andere, waarbij zich de zuivere *magnesia* vermengde met het *koolstofzuur* tot *koolzure* of *gewone magnesia*, die gij op den bodem van het glas ziet liggen, als nedergeploft of geprecipiteerd. Uit deze dubbele keurverwantschap blijkt dan klaar, dat, hoezeer ook bij het *Engelsch zout* het *zwavelzuur* met de *magnesia* verbonden was, echter dit verband verbroken werd door het bijdoen der *potasch* met *koolzuur* verbonden; omdat het *zwavelzuur* bij voorkeur de *potasch*, om het zoo eens te noemen, omhelsde en de *magnesia* losliet; welke, zich nu met het *koolzuur* vereenigende, als witte poeder op den grond valt, dat is, nederploft; en men kan dus ook zeggen, dat de *loog*, of de *potasch*, de *magnesia* van het *zwavelzuur* heeft doen scheiden.

Jantje. Wel, *Meester!* dat is allertreffendst: stoffen, die te samenverbonden zijn, laten elkander weder los, als er eene andere bijkomt, die grooter verwantschap heeft; doch gij zeidet zoo aanstonds: „Men moet het punt van verzadiging wel treffen.” Wat wil dit zeggen?

Mr. Dat wil zeggen, dat men zooveel van de beide stoffen bij elkander doen moet, als juist

noodig is, om derzelve natuur te veranderen, en haar in eene onzijdige stof te doen overgaan, die noch het een, noch het ander van deze stoffen heeft, en daarom ook *middelzout* genoemd wordt; men kan het op de tong waarnemen, als noch naar zuur, noch naar loog smakende; ook verkleurt dit vocht, als het onzijdig is, gelijk ik zeide, het roodekoolfap niet; doch nog te veel zuur of te veel loog overhebbende, wordt het fap ook nog een weinig rood of een weinig groen gekleurd.

Heintje. Zoo kan men dan door stoffen van grootere verwantschap andere vereenigde stoffen in hare bestanddeelen scheiden of ontbinden, en mischien is hier wel de naam van *Scheikunde* uit voortgekomen; doch van waar komt deze verkiezende of keurverwantschap?

Mr. De reden hiervan zal ons welligt aan deze zijde van het graf verborgen blijven. Wij mogen dezelve aanmerken als de kracht, door welke het hoogste en wijsste Wezen de lichamen zamenstelde in die verhevene orde, als wij ze in de Natuur ontdekken; en mischien is de Goddelijke wijsheid nergens meer in de Natuur ten toon gespreid, dan in deze keurverwantschap. Wat toch zou alle aantrekking baten, wanneer zij de naastaanliggende stoffen willekeurig aan elkander verbond? Wangestalten, zonder orde, zouden zich opdoen; en welhaast zou een eeuwig evenwigt de Natuur hare werking doen staken. Met regt kunnen wij derhalve, bij deze beschouwing van de inwendige werking der bestanddeelen door keurverwantschap, uitroepen: o Ondoorgrondelijke wijsheid gods! door deze verwantschap hebt Gij de gansche Natuur volkomen gewaarborgd tegen het ontstaan van eenige wan-

wanorde, zoodat alles orde zijn en blijven moet, gelijk Gij de hoogste orde zelve zijt!

Zietdaar, lieve jongelingen! u eene korte schets gegeven van eene wetenschap, die bij de Natuurkunde behoort, doch in haren grooten omvang eene afzonderlijke wetenschap uitmaakt; hare beoefening is echter zoo nuttig, en alle oogenblikken van zooveel toepassing, dat ik in het vervolg u hare beoefening wel durf aanraden, mits onder een goed geleid, opdat gij, door onervarenheid, bij het doen van proeven, u geen ongeluk zoudt toebrengen.

Rusten wij nu van onzen arbeid, en denkt over alles wel en met opmerkzaamheid na.

L E E R I N G E N .

Uit de verwantschap van zamenhang verklaart men:

De zamentrekking van een' kwikdruppel, en de vereeniging van verscheidene dezer dropfels tot grootere.

De wederzamenstelling der zoutdeelen, wanneer men pekkel laat uitdampen, hetwelk men *kristallizeren* noemt, omdat het zout en andere in water opgeloste lichamen dan kristallen formeren, dat is, in vaste gedaanten, ieder naar den aard zijner grondstoffen, zamentrekken. Bij deze gelegenheid nemen dezelve ook van het water aan, waarin zij opgelost waren; welk water met het zoutkristal zich verbindt, even alsof het bevroor, en den glans der kristallen uitmaakt, waarom het ook kristalwater genoemd wordt.

Zoo schiet ook het Ebsen-zout, in water

opgelost, tot kristallen te zamen, wanneer, door het bijdoen van *alkohol*, het zout het water loslaat.

Door de andere verwantschappen worden de zamenstellingen (*composita*) van metalen en andere stoffen voortgebracht, als die van het *glas* uit kiezelaarde, met loogzouten of middelzouten, of lood-oxyden, ook wel loodkalken genoemd.

Van het *staal*, uit ijzer met koolstof verbonden.

Van het *soldeerlood*, uit tin met lood.

Van het *geel koper*, uit rood koper met zink.

Van het *klok- en geschut-metaal*, uit tin met koper.

Van het *amalgama* voor de spiegels, veelal *verfoeliesel* genoemd, uit tin en kwik.

Goud, op den toetssteen gewreven, wordt niet door salpeterzuur of zoogenaamd sterkwater weggenomen of opgelost, doch koper wel.

Door middel van het roodekoolspap ontdekt men zuren en loogen.

Men ontdekt ook de loodstof in het water door het innemen van vochten, die zwavelachtige waterstoflucht (*hydrogène sulphuré*) in zich bevatten en ontwikkelen, zoo als het gewone proefvocht, bij de Apothekers te bekomen.

Zoo kan men eene met damp besmette lucht zuiveren, door berookingen van dampen, uit zeezout, bruinsteen en zwavelzuur ontwikkeld.

Zoo worden plantensappen, als wijnen, koffij, enz. gezuiverd door wit van een ei, alkohol of vischlijm.

Sui-

Suikerstropen, door kalkwater en beenzwart.

Zoo wordt onze schrijfsinkt zamengesteld uit galnoten en zwavelzuur-ijzer.

Insgelijks worden de zoogenaamde sympathetische inkten bereid.

Door aftrekfel van galnoten in water, kan men ijzer ontdekken; want waar ijzer aanwezig is, wordt eene zwarte kleur geboren; daar nu een aftrekfel van thee mede eenige overeenkomst met de galnoten heeft, zoo schenkt ook de thee geheel zwart, wanneer men een weinig oplossing van zwavelzuur-ijzer (*sulphas ferri*) in het theewater doet.

Wanneer men in eene oplossing van loodsuiker een stukje zink hangt, dan zetten de looddeelen, als zoovele kristallen, zich rondom deze zink; hetwelk men den loodboom noemt.

Vloeijspathzuur ontbindt het glas, wanneer men een stuk glas doopt in gesmolten olie en was, en met een stiftje daarop het een of ander graveert of etst, en dan in een glas wat vloeijspath doet, waarop men verdund zwavelzuur werpt, terwijl het gegraveerde glas op het glas gelegd wordt, zoo wordt het vloeijspathzuur los, en ontbindt of, gelijk men het gemeenlijk noemt, verbijt het glas, waar hetzelfde, door het weggraveren van het was, bloot was geworden; zoodat men de gegraveerde figuren in het glas zal geëst vinden.

E 5

TIEN-

TIENDE ZAMENSpraak.

Over de toevallige eigenschappen der lichamen.

Mr. Zietdaar, lieve jongens! u, in de vorige bijeenkomsten, de wezenlijke eigenschappen der lichamen verklaard; laat ons nu, met deze kennis toegerust, verder voortgaan. Vooraf echter moet ik u nog doen kennen die eigenschappen der lichamen, welke men *toevallige* noemt, omdat zij niet aan alle, maar alleen aan sommige eigen zijn; te weten: een ligchaam kan zijn

warm,	koud;
droog,	vochtig;
doorfchijnend,	ondoorfchijnend;
vast,	vloeibaar;
hard,	week;
veerkrachtig,	buigzaam;

Gij bemerkt wel, dat dit eigenschappen zijn, welke niet altijd in alle lichamen gevonden worden?

Heintje. *Meester!* ik geloof het te begrijpen; bij voorbeeld, boter is week, het mes is hard, het vuur is warm, de sneeuw is koud.

Mr. Ja, Heintje! zoo is het. *Alle* lichamen zijn immers niet warm, koud, droog, vochtig, enz. — maar alleen nu en dan eens warm en dan eens koud; hangende dit dus van bij-

bijzondere oorzaken af, die er als bij komen, en zulks noemt men *toevallig*. Ik wil u evenwel die toevallige eigenschappen verklaren, dewijl wij dezelve, zoowel als de andere, kennen moeten.

De eerste vraag is dan: Wat is *warmte*?

Warmte is eene stof, door de geheele Natuur verspreid, in alle lichamen, zonder onderscheid, aanwezig. Wanneer zij zich in zekeren staat opgehoopt bij elkander bevindt, vertoont zij ons datgene, hetwelk wij gewoon zijn *vuur* te noemen, zoo als ik u dit op zijne plaats nader zal verklaren. Dus is een ligchaam warm, als het meer warmtestof of vuurstof in zich heeft dan een ander ligchaam, waarmede men het vergelijkt.

Koude, daarentegen, is gebrek aan warmtestof, en men noemt een ligchaam koud, als het minder warmtestof heeft dan een ander ligchaam, waarmede men hetzelfde vergelijkt. — Ik zeg *vergelijkt*: begrijpt gij dat wel?

Heintje en Jantje. Neen, *Meester!*

Mr. (*een potje met zeer warm, een met laauw, en een met koud water nemende*). Kom hier, Heintje! steek uwe hand eens in dat heete, en gij, Jantje! de uwe in dat zeer koude water. Hier heb ik een ander potje met laauw water: steekt daar nu beide uwe handen tegelijk in, en zegt mij dan ieder, hoe dat water is, koud of warm.

Heintje. (*die zijne hand in heet water gehad heeft*) *Meester!* dat is koud.

Jantje. (*die zijne hand in zeer koud water gehad gestoken*). Hoe kunt gij dat zeggen? Dat water is immers warm?

Mr.

Mr. Daar ziet gij het verschil van oordeel over warm en koud; hetgene de eene warm noemt, is bij den anderen koud. Daarom zeide ik met reden: Warm is, dat meer warmtestof heeft dan het ligchaam, waaraan men het beproeft; bij voorbeeld, Heintje's hand had in het heete water veel meer warmtestof gekregen, dan het laauwe water had, en daarom zeide hij: het is koud. Jantje, daarentegen, had in het koude water veel warmtestof uit zijne hand verloren, en dus minder warmtestof in zijne hand, dan er in het laauwe water was, en daarom zeide hij ook: het water is warm.

Warmte en koude hangen dus alleen van vergelijking af; en koude is geene zaak op zich zelve, maar alleen gebrek of vermindering van warmte.

Jantje. Ja, *Meester!* ik herinner mij, dat mijne moeder, die den geheelen dag in eene warme kamer gezeten had, verleden week uit zullende gaan, verbaasd over de koude klaagde, terwijl ik, die in den gang en op de plaats veel geloopt had, het geheel niet koud vond.

Mr. Zoo is het. Gaan wij nu verder.

Droog noemt men een ligchaam, als het weinig of geene waterdeelen in zich bevat, of wel minder dan men gewoon is.

Vochtig, wanneer het meerdere waterdeelen in zich, dan behoorlijk, heeft.

Doorschijnend, wanneer het licht er doorgelaten wordt.

Ondoorschijnend, als de lichtstralen er niet kunnen doordringen.

Zeg mij eens, Jantje! hoe zijn de toppen

pen van uwe vingers: doorschijnend of ondoorschijnend?

Jantje. Ondoorschijnend, *Meester.*

Mr. Ja, maar niet altijd; houd dezelve eens dicht voor eene helder brandende kaars, dan zult gij er het licht, min of meer, zien doorkomen, en den vinger ook zien doorschijnend worden. De al of niet doorschijnendheid der stoffen schijnt van kleine omstandigheden af te hangen. Zie hier een stuk ruw geslepen glas, *matglas* genoemd; hier kan men niet door zien, en hetzelfde is dus meerendeels ondoorschijnend: nu maak ik het met eene spons met water nat, en het is oogenblikkelijk doorschijnend; zoo wordt ook papier, met olie bestreken, meer of min doorschijnend.

Vastheid der lichamen noemt men datgene, waarbij de aantrekkingskracht zoo sterk werkt, dat al de deelen niet alleen aan elkander hangen, maar geen derzelve kan bewogen worden, zonder het geheele ligchaam te bewegen of den zamenhang te verbreken; zoodanig is steen, hout, ijzer, enz.

Vloeibaar zijn die lichamen, waarvan de kleine deeltjes zoo weinig zamenhangen, dat zij op de minste aanraking wijken en van elkander scheiden, en ligtelijk over elkander bewogen worden; doch, hetgene gemelde deelen vaneenscheidt, weggenomen zijnde, weder van zelve die plaats aanvullen; bij voorbeeld: een stok, in het water gestoken, scheidt het water; maar er uitgehaald zijnde, vervult het water weder geheel de plaats. Vandaar is meel, poeder, enz. geene vloeistof, omdat daarin het laatste niet gebeurt, zoo als in water, melk, kwik, enz.

Hard noemt men een ligchaam, als de deelen zoo vast aaneenhechten, dat zij niet, dan met

met moeite, vaneen kunnen gescheiden worden, als steen, ijzer, zilver, goud, enz.

Week, daarentegen, als deze vaneenscheiding ligtelijk geschiedt, als natte klei, deeg, stopverw, enz.

Buigbaar noemt men een ligchaam, als deszelfs deelen onderling zoodanig geplaatst zijn, dat zij eene rekking of verwijdering door ombuiging gedooogen, zonder verbreking des samenhangs, als balein, dun glas, enz.

De *veërkracht* is die eigenschap, waardoor een ligchaam het vermogen bezit (door eene uitwendige oorzaak van gedaante veranderd zijnde), zich weder in dien vorigen staat te herstellen, zoodra die oorzaak ophoudt te werken; bij voorbeeld, eene metalen veër (waarvan de naam van *veërkracht* zekerlijk afkomt), spons, enz.

Onthoudt deze bepalingen wel, lieve jongens! zij zullen u meer dan eens te pas komen. — En houden wij nu onze eerste afdeeling, betrekkelijk de eigenschappen der lichamen, voor afgehandeld. Vaart dan wel! tot wederziens!

E L F D E Z A M E N S P R A A K.

Over de onderscheiding der lichamen.

Mr. Komt, jonge Natuurkenners! het wordt tijd, dat wij weder eenen aanvang met onze lessen maken. Gij hebt nu voor eenigen tijd eene aangename uitspanning genoten, en zijt thans ongetwijfeld in staat, om, met vermeerderden

den lust en ijver bezield, goede vorderingen te maken; zet u dus wat bij mij neder, en hervatten wij onze gesprekken. Tot hier toe heb ik u verklaard, welke algemeene en bijzondere eigenschappen de lichamen bezitten; maar nu moeten wij wat verder gaan. Zeg mij eens, Heintje! aan wie behoorden eigenlijk de eigenschappen, waarvan wij gesproken hebben? Waren het de boomen, de huizen, de dieren, of wie waren het toch al, die deze eigenschappen bezaten?

Heintje. Voorzeker alles, wat gij daar noemt; alle lichamen bezitten dezelve; en daarom noemt gij ze ook *algemeene* eigenschappen.

Mr. Regt zoo! doch daar ik u in den beginne gezegd heb, dat wij al de lichamen, die ons omringden, moesten leeren kennen, zoo schijnt er tot de Natuurkunde nog wel iets meer te behoren, dan enkel de kennis der algemeene eigenschappen; maar waar zullen wij beginnen, waar eindigen? Wat dunkt u, Jantje?

Jantje. Wel, mij dunkt, wij moesten eens met deze tafel beginnen; die is al zoo het grootste ligchaam, dat mij in de oogen valt, en leeren die maar eens eerst kennen.

Mr. Nu, dat is zoo kwaad niet: laat ons eens zien, wat wij daarvan maken.

Dat de tafel tegenstand biedt, poriën heeft en deelbaar is, weten wij reeds, omdat alle lichamen zoodanig zijn; verder zien wij, dat zij vast en geschikt is, om er iets op te stellen, en ons alzoo tot huisfelijk gebruik dient; maar deze kennis brengt ons niet veel verder. En wilden wij zoo voortgaan, van de tafel tot den stoel, tot de stoof, den vloer, de tang, enz. waar zouden wij dan het einde vinden? Wij moeten derhalve

alweder meer algemeen worden. Niet alleen is dit noodig voor eene goede bevassing; maar ook in dit algemeene ligt de ware Natuurkundige kennis; bij voorbeeld: deze kan met melk, wat leeren wij daarvan? De kan heeft al de eigenschappen, waarvan wij boven bij de tafel spraken; de melk heeft die algemeene eigenschappen ook, maar is *vloeibaar*; de kan daarentegen is *vast*. Gaan wij nu verder, van waar komt de kan, van waar de tafel, van waar de melk? dan kunnen wij nogmaals voortgaan en met onze kennis dieper indringen, en wij vinden, vooreerst, deze onderscheiding: de kan is een vast ligchaam; de melk is vloeibaar; als men de melk kookt, dampt zij uit of wordt veranderd in wasem of damp, dat is, gelijk wij naderhand zien zullen, eene zeer veërkrachtige vloeistof. Dit leidt ons alzoo van zelf, om de ligchamen, wat hunnen staat betreft, te onderscheiden, eerst in

vaste,
vlocibare en

in *dampvormige of veërkrachtige vloeistoffen.*

Vragen wij nu nog eens: van waar komt de kan, van waar de tafel, van waar de melk? zoo komt ons deze onderscheiding in de volgende soorten voor:

De kan komt voort, of wordt gemaakt, van de aarde, die uit den grond gegraven wordt; de tafel van het hout, dat in de boschen groeit; en de melk van de koe, die een dier is. Bedenken wij nu voorts, dat er geen ligchaam op de oppervlakte der aarde bestaat, of de stof, waarvan het gemaakt is, komt van of wordt *gegraven* uit de aarde, of het wordt gemaakt van hetgene tot boomen en planten behoort, welke op de aarde *groei*jen, of van de *dieren*, die zich op onzen aardbol bevinden, dan vindt men weder eene andere onderscheiding in deze drie soorten: ge-

gegravene of delfstoffelijke,
groeiende en
dierlijke ligchamen.

Wij willen eerst over de eerste, en daarna over de laatste onderscheiding spreken.

Heintje. Het liefde u, *Meester!* ons te zeggen, dat al de ligchamen, welke wij beschouwen, van deze voorwerpen kwamen; maar komen de wolken, de lucht en de sterren aan den hemel dan ook daar van daan?

Mr. Neen! zeker niet; maar deze zijn ook niet op de oppervlakte der aarde, zoo als ik zeide. Wij zullen naderhand, over deze soorten sprekende, de ligchamen in de lucht en aan den sterrenhemel er bijvoegen.

Wat *vastheid* was, hebben wij reeds gezegd onder de opnoeming der toevallige eigenschappen. Veel kunnen wij hier voor alsnog niet bijvoegen. Vastheid, zagen wij, was die staat, waarin, door de algemeene aantrekking der deelen, geen derzelve bewogen kan worden, zonder het geheele ligchaam te bewegen of te verbreken. Nu kunnen deze vaste ligchamen, behalve hard en week, nog zijn broos, dat is, ligt breekbaar, zoodat, wanneer men eenige hunner deelen, door een' slag of stoot, verplaatst, de andere zich ook verplaatsten, en het ligchaam aldus vaneen valt. Deze broosheid schijnt te ontstaan uit den ongelijken zamenhang der deelen zelve.

Kliefbaar, of *schilferend*, noemt men de vaste ligchamen, als zij uit op elkander liggende lagen bestaan, zoodat de deelen van elke laag, op zich zelve beschouwd, meer zamenhang met elkander hebben, dan met de volgende laag. Van dien aard zijn lei, verscheidene steenen, bergkristallen, enz.

Taaï en *rekbaar* noemt men de vaste lichamen, als men aan derzelver zamenstellende deelen allerlei rigtingen ten aanzien van elkander geven kan, zonder dat zij hunnen zamenhang verliezen.

Heintje. Wel, *Meester!* dan moeten de deelen der kokinje wel veel zamenhang hebben; want die kan men dan verbazend uitrekken.

Mr. Het is de groote zamenhang niet altijd alleen, welke de lichamen rekbaar maakt, de werking van eene andere stof (welke de deeltjes slechts een weinig vaneen scheidt, en toch niet geheel losmaakt, de warmtestof namelijk, waarvan wij nader spreken zullen), alsmede eenige vloeistof behoort er dikmaals ook bij. Door deze rollen de deeltjes als over elkander heen, en houden toch aan elkander vast; want als uwe kokinje koud en droog geworden is, is het met de rekbaarheid gedaan; herinner u bij deze gelegenheid de verbazende rekbaarheid van het goud en zilver, bij het gouddraadtrekken, u in de Vijfde Zamenpraak medegedeeld.

Van de metalen is goud het rekbaarste; dan zilver, tin, koper, ijzer en loed.

Jantje. Moeten deze dan ook warm zijn, om uitgerekt te kunnen worden, even als de kokinje?

Mr. Neen; wanneer de zamenhang der deelen van dien aard is, dat zij geene verdere losmaking noodig hebben, behoeft men de warmte ook niet te vermeerderen; de warmtestof is in dezelve evenwel aanwezig, althoön wij haar niet bemerken. Door vermenging en smelting kan men een metaal deszelfs rekbaarheid ontnemen: tin, bij voorbeeld, met goud en zilver vermengd zijnde, vermindert de rekbaarheid en maakt het broos.

Even zoo kan men ook door smelting den zamenhang der deelen in vaste lichamen vermeer-

de

deren of verminderen; bij voorbeeld: het goud wordt vaster door vermenging met zilver, en nog meer, als men het met koper vermengt. Zilver wordt vaster, door het ineensmelten met koper en tin; koper wordt sterker door tin of kwik; tin wordt veel sterker door lood. Daarentegen kan de zamenhang ook weder minder worden gemaakt door ineensmelting; bij voorbeeld: smelt onderen vijf deelen lood, drie deelen tin en acht deelen bismuth, en gij zult, immers op het gevoel, een zeer hard metaal verkrijgen, maar dat tevens in kokend water smeltbaar is.

Vloeibare lichamen, zeide ik reeds, bestaan uit eene stof, welke ligt over elkander beweegt, en op de minste aanraking vaneen wijkt, doch weder toevalt, zoodra het beletfel weggenomen is. Hoe los evenwel derzelver deelen ook aaneen schijnen te hangen, zij zijn toch nimmer zonder zamenhang, en de onderlinge aantrekking der deelen is niet geheel verbroken. De fijnte der deeltjes van de meeste vloeistoffen is zoodanig, dat zij door het vergrootglas zelfs onzichtbaar zijn; alleen die van grove vloeistoffen, als van olie, melk, wei, bloed en kwik, de wafem van koffij tegen het zonnelicht, enz. zijn zichtbaar; en dewijl deze alle ons altijd ronde deeltjes doen zien, zoo mag men met eenige waarschijnlijkheid besluiten, dat de deeltjes der vloeistoffen rond zijn. Dat de deeltjes der vloeistoffen zamenhangend zijn, bewijst het water duidelijk; immers zijn de waterdeeltjes veel fijner dan de deeltjes van drooge asch of zand; en terwijl droog zand en asch met den wind geheel verstuiven, en als wolken in de lucht worden opgevoerd, ziet men zulks nimmer aan water, dan alleen bij harde stormwinden, en dan nog niet eens op verre afftanden. Ware dit ook

het geval, dan zou gewis de geheele zee (om zoo te spreken) ledig waaijen, en in rook van waterdeelen over het land worden heengevoerd. Hebt gij hieraan wel ooit eens gedacht, en de wijsheid des Scheppers daarbij opgemerkt?

Heintje. Neen, *Meester!* en ondertusfchen is zulks alleropmerkenwaardigst: wie let op zulke zaken, als men geene Natuurkunde leert?

Mr. Wel te regt aangemerkt! De Natuurkundige ziet GODS wijsheid in alle dingen, welke de oppervlakkige beschouwer over het hoofd ziet.

Hoe los aanehangend de vloeistoffen ook zijn, kunnen derzelve zamenstellende deelen wel zeer hard wezen; bij voorbeeld: die van het water zijn zeer hard; dit blijkt bij het ijs worden en het vallen van het water in een luchtledig glas (*waterhamer* genoemd). Een glastraan, in een glas met water gebroken wordende, zal het glas ook breken.

Dat de eene vloeistof vloeibaarder is dan de andere, is overbekend; en dit komt alleen van den meerderen of minderen zamenhang: de warmte maakt altijd de vloeibaarheid meerder, zoo als de keukenstroop ons duidelijk aantoonst.

Wat *veerkrachtig* was, zeide ik reeds bevorens, te bestaan in dien staat der lichamen, waardoor derzelve deelen, door drukking, buiging of uitrekking ineengedrongen, of uit elkander gezet zijnde, zich weder herstellen, zoodra het vermogen van drukking, buiging of rekking ophoudt.

Zoo zijn eene stalen veer, elastieke gom en een marmeren bal veerkrachtig: dezen laatsten latende vallen op een' met olie gesmeerden zwarten marmersteen, krijgt dezelve eene deuk, die in de vlek op de olie merkbaar is; welke deuk zich oogenblikkelijk weder herstelt.

Lig-

Ligchamen, lang gespannen of gedrukt zijnde, verliezen hunne veerkracht; dit ziet men in lang gespannen bogen, enz.

In de veerkracht der lichamen ontdekt men verscheidene trappen; meest alle zijn meer of minder veerkrachtig; evenwel houdt men sommige voor veerkrachteloos, als, onder de vaste lichamen, de klei, enz. en, onder de vloeistoffen, het water.

Het water, ondertusfchen, is zeker niet geheel zonder veerkracht; proefnemingen van verscheidenden aard, daaromtrent gedaan, toonen wel aan, dat het water zich niet merkbaar ineen laat drukken, en dus geene teekenen van veerkracht geven kan; doch andere waarnemingen, daarentegen, leeren, dat het water het geluid voortplant, en dus trillende indrukfelen kan ontvangen en overbrengen; iets, alleen aan veerkrachtige stoffen eigen.

Wanneer de warmtestof gedurig in een ligchaam wordt opgehoopt, wordt het van vast, vloeibaar, en van vloeibaar, dampvormig; bij voorbeeld: als vast ligchaam hebben wij, des winters, het ijs; warmte daarbij aanbrengeude, wordt dat ijs water (dat is vloeibaar); vervolgens nog meer warmte daarbij aanbrengeude, damp, gelijk ons het koken van water aantoonst. Dit voorbeeld stelt ons de drie staten der lichamen (waarvan wij nu gesproken hebben) klaar voor oogen. De damp is zeer veerkrachtig. Hij heeft eene gedurige neiging om grooter plaats te beslaan; en kan, opgesloten zijnde, en meer en meer verwarmd wordende, door zijne uitzettende kracht, de sterkste lichamen vaneen scheuren; waarom men denzelve zeer te regt onder de veerkrachtige vloeistoffen rekenen kan.

De lucht, waarin wij leven, en die wij als wind gedurig rondom ons gevoelen, behoort ook onder de veerkrachtige vloeistoffen. Ik zal u op zijn

F 3

tijd

tijd toonen, hoe verbazend zich die stof laat indrukken en uitzetten. Thans acht ik genoeg gezegd te hebben van deze onderscheiding der lichamen; sparen wij dus de andere verdeeling tot een volgend gesprek.

L E E R I N G E N .

Door de rekbaarheid der lichamen vormen wij de aarde tot porseleinen en andere vaten, — zijn onze snaren der muzikinstrumenten tot de toongeving geschikt, en kan het kostbaarste metaal tot ons nut en sieraad dienstig gemaakt worden.

Uit de hardheid der waterdeelen leeren wij de reden, waarom men pijn gevoelt, als men met de hand sterk op het water slaat; waarom eene plank scheurt, die men hard op het water werpt. Hierom springt ook een kogel, op het water geschoten, weder op, wordt somtijds plat of springt in stukken. Zoo breekt ook eene flesch, wanneer men er met geweld eene kurk op slaat, als zij te vol is; en dit leert ons ook, waarom een gedurige waterdruppel een' steen kan uitholen.

Door de veërkracht der lichamen maken wij ons de zoo gemakkelijke rijtuigen, welke, op veëren hangende, alle schokken en stootingen beletten. Ook onze horologiën bewegen door de gedurige drukking van eene veër, die zich in de trommel van het uurwerk bevindt. De sloren onzer schietgeweren, en vele andere werktuigen, zelfs sommige toeslaande deuren, worden door veëren bewogen.

Uit hetgene wij gezegd hebben van het verliezen der veërkracht, door lange spanning,
zien

zien wij, eindelijk, de reden, waarom wij onze bedden, kussens, enz. dagelijks zeer sterk moeten opschudden, en waarom een horologie, dat men dagelijks opwindt, gemeenlijk beter loopt dan een, dat men slechts om de maand behoeft op te winden.

T W A A L F D E Z A M E N S P R A A K .

Over de Rijken der Natuur, bijzonder dat der Delfstoffen.

Mr. Zijt gij daar, brave leerlingen! komt, nu een stapje verder, en overgegaan tot die bijzondere onderscheiding der lichamen, welke wij in ons vorige gesprek hebben opgegeven; weet gij dezelve nog, Jantje?

Jantje. Ja wel, *Meester!* de lichamen onderscheidt men in

*gegravene of delfstoffelijke,
groeiende of plantaardige en
dierlijke.*

Mr. Zeer goed onthouden! Men noemt deze de drie Rijken der Natuur, zekerlijk omdat ieder als een Rijk beschouwd kan worden, dat een' grooten schat van voortbrengfelen, als onder zijn gebied behoorende, bevat, en de kennis van deze lichamen de Natuurlijke Geschiedenis of Historie, waarvan ik u in de Eerste Zamenpraak beloofd heb, iets, bij wijze van eene korte schets, te zullen mededeelen. Let dus wel op.

Wanneer wij de lichamen, zoo als zij zich in deze drie afdeelingen bevinden, wel beschouwen,
F 4 dan

dan zien wij, dat de gegravene of delfstoffelijke alleen door ophooping van gelijkaardige stoffen al aangroeijen kunnen; terwijl de groeiende en dierlijke werktuigen en levenskracht bezitten, waardoor zij allerlei vreemde zelfstandigheden, als voedsel, tot zich kunnen nemen, de deelen daarvan aan de hunne gelijk maken, en daardoor hunnen wasdom bevorderen; zoodat daaruit de hoofdverdeeling in de Natuur ontstaat van

*onbewerkte en
bewerkte ligchamen.*

Tot de *onbewerkte* behoren alleen de *gegravene of delfstoffelijke* ligchamen.

Tot de *bewerkte* de *groeiende en dierlijke* ligchamen.

Deze beide laatste zijn daarin onderscheiden, dat de groeiende, aan eene vaste plaats verbonden, door talrijke vaatjes of vezelen, aan het onderende van hun ligchaam aanwezig, een zeer enkelvoudig voedsel opslorpen; terwijl de dierlijke zich meestal overal heen bewegende, door honger gedreven, hun voedsel nemen door eene opening aan het bovenste of voorste einde van hun ligchaam, hetwelk tot eene vergaderplaats (bij sommige de maag geheeten) heengeleid, vervolgens in de ingewanden overgebracht, en aldaar tot voeding opgenomen wordt.

Laat ons nu ieder Rijk op zich zelf beschouwen, opdat gij daardoor van dit gedeelte der Natuurkunde eenig denkbeeld moogt verkrijgen.

De *delfstoffelijke* ligchamen zijn alle vast, behalve eenige weinige, als kwikzilver en aardolie; doch zij zijn hoogstwaarschijnlijk te voren in eenen vloeibaren staat geweest. Immers is het bewijsbaar, dat ten minste de tegenwoordige vaste

steen

steen of rotsachtige korst, waarmede onze aardbol als omgroeid is, zoo diep wij denzelven kennen (en dat is voorzeker nog niet het zesduizendste gedeelte van deszelfs halve middellijn), in den beginne vloeibaar moet geweest zijn; en meer dan waarschijnlijk is het, dat deze eerste vloeibare stof ook, als eene algemeene ontbinding aller stoffen, de daarin van tijd tot tijd nedergezakte, of, zoo als de Scheikundigen het noemen, nedergeplofte delfstoffen in zich opgelost bevat heeft: dat wil zeggen, dat alle steenen, aarden, metalen, enz. welke wij in de korst des aardbols vinden, als ineengesmolten, vloeibaar geweest zijn. Door deze op elkander volgende nederploffingen en andere Scheikundige werkingen, zijn de verschillende soorten van bergen en aardlagen, die onzen vasten grond of de korst des aardbols uitmaken, voortgebracht, welke, naar den tijd van hunne wording gerekend, tot twee hoofdafdeelingen kunnen gebracht worden, als:

1. Die, welke *eerstgevormde* of oorspronkelijke zijn, en reeds aanwezig waren, alvorens er planten of dieren bestonden.
2. De opvolgende of *daarna gevormde*, welke ontstaan zijn, nadat er reeds planten en dieren bestonden.

Elke dezer hoofdafdeelingen verdeelt men weder in twee klassen, als:

1. De *eerstgevormde* of oorspronkelijke berg- of aardlagen, in *rotssteen* of *granietbergen* en *gang- of aderbergen*.
2. De *daarna gevormde* of opvolgende, in *vlotbergen* en de *uit het water op elkander gepakte aardlagen*.

Heintje. *Meester!* ik hoor met verbazing, dat men meent, dat onze aardbol, die zoo vast en hard is, in den beginne vloeibaar zou geweest zijn; ik begrijp niet, hoe die vloeistof zoo veranderd of opgedroogd kan zijn, en op zulk eene wijze tot aarde, zand, steen, metaal, enz. is geworden.

Mr. Wanneer gij u herinnert, wat ik u geleerd en doen zien heb, toen wij over de Scheikundige gronden spraken, kan het u niet vreemd voorkomen, dat vloeistoffen zich tot vaste lichamen vormen; bij voorbeeld: eiwit met zwavelzuur gemengd, trekt zich sterk aan, en er komt een vast ligchaam van; zoo weet men ook, dat, als men kiezelarde en aluinaarde ieder in potaschwasser oplost en dan bij elkander doet, dit een nederploffel (*precipitaat*) oplevert, hetwelk die evenredigheid van deelen, als in den gewonen *veldspaat* uitmaakt. Al de stoffen, die, als ondereengesmolten, onzen aardbol vormden, behoeften slechts de eene na de andere neder te ploffen, zich onderling, naar hunne keurverwantschap, al of niet te verbinden, om dit geheele mengsel tot eenen vasten klomp van onderscheiden aard te maken. Daar wij, gelijk ik zoo even zeide, maar een zeer klein gedeelte van het ligchaam der aarde kennen, weten wij ook niet, of deze aardbol geheel vast, of van binnen hol, of met vloeistoffen opgevuld is; en daarom kunnen ook de steenen en metalen mischien nog door andere bewerkingen worden voortgebracht. De eerste algemeene nederzakking vormde de groote harde korst der eerstgevormde bergen, welke tot steun en onderlaag dient van alle later gevormde gebergten en aardlagen; en deze zijn het, welke wij de *granietbergen* noemen, en kunnen aangemerkt worden als het oorspronkelijke of grondgebergte. Hier en daar, voor-

al in de grootste en hoogste bergketens, komt de graniet zichtbaar voor den dag.

De tweede soort, na deze groote nederploffing voortgebracht, wordt gevormd door de *gang-* of *aderbergen*. Deze zijn meestal van eene schilferachtige zamenvoeging (gelijk de glimmerschiefer, de thoon, enz.), en liggen aan elkander in dikke zware lagen; welke lagen vervolgens, door geweldige omwentelingen of beroeringen, eene hellende en als omgestorte rigting verkregen hebben. In deze, tegen de oorspronkelijke bergen aanleunende, lagen vertoonen zich dikwerf reten en scheuren, die vervolgens met eene vreemde steensoort bezet of aangevuld, en meer of minder gevuld zijn geworden. En het is juist in deze reten of gangen, dat zich de meeste erts (dat is steen, vermengd met lood, tin, ijzer, zilver, goud, enz.) bevindt, en waar de mijnen aangelegd worden, om deze rijkdommen uit de aarde te delven.

Deze beide bergsoorten moeten gevormd geweest zijn, alvorens er planten en dieren waren, dewijl nimmer in dezelve eenige dierlijke of plantaardige versteening gevonden wordt, waarom zij ook onder de oorspronkelijke of eerstgevormde bergsoorten gerangschikt worden. Geheel anders is het gelegen met de tweede klasse, of opvolgende bergen en aardlagen, waartoe wij zeiden, dat behooren:

De *vlotbergen*; deze liggen ook als de vorige, doch in meer vlakke en golfvormige lagen, en meer afwisselende in verscheidenheid van stoffen. Derzelve bijzonder verschil met de vorige bestaat hierin, dat zij opgevuld zijn met versteende overblijfselen van bewerkte lichamen, als dieren en planten, waarvan de meeste onbekende

voor-

voorwerpen zijn. Ook vindt men in dezelve ver-
steende schelpen, oesterbanken, koraalrif, enz.
zoodat men zou kunnen denken, dat ons tegen-
woordig vast land eens de bodem der zee van
onze voorwereld geweest zij. Deze vlotbergen
treft men somtijds op aanmerkelijke hoogten aan,
als op de *Alpen*, duizend vademen boven de zee;
doch meestal op de *Brokken*, tot het *Hartzge-
bergte* behoorende, vijf honderd vijf en zeventig
vademen boven de zee, makende alzoo de lage
bergruggen en voorgebergten uit.

Eindelijk zijn de *aangeflikte aardbedden*, of la-
gen, die groote streken of banken, welke hier en
daar, doch alleen op lage landen, somtijds in
zeer groote rijen, gevonden worden, als, bij voor-
beeld, het mul- of droog zand (gelijk onze
duinen zijn), leem, mergelstof of mergelgruis,
waarin men dikmaals vele zeeschelpen vindt. Men
kan hier nu nog bijvoegen de *vulkanen* of *vuur-
bergen*, als eene vijfde of laatste soort.

Heintje. Gij hebt daar gesproken, *Meester!*
van *versteeningen* en van eene *voorwereld*: wat
wilt gij daarmee zeggen?

Mr. *Versteeningen* zijn boomen, takken, bla-
den, vischen en beenderen van dieren, welke in
de aarde gevonden worden, en geheel in eene
steenachtige stof veranderd zijn. Door *voorwereld*
versta ik niet een' anderen of vorigen aardbol, maar
een' vorigen staat van dezen zelfden aardbol. Het
is u immers bekend, dat, in den Bijbel, *Mozes*
berigt geeft van eenen Zondvloed, welke alle die-
ren en menschen vernielde, en alleen *Noach*
en de dieren, die zich in zijne ark bevonden,
overliet?

Alle nasporingen, welke men in de korst der
aarde doet, overtuigen ons, dat deze bol eens
eene

eene groote en verbazende verandering of omwen-
teling heeft ondergaan; dat mogelijk wel, door
eene geweldige inwendige uitbarsting, de bodems
der zeeën zijn opgetild en tot bergen en droog
land verheven; terwijl het vaste land, inzakken-
de, door die wateren overstroomd, de bodem der
zee werd. Den staat onzer aarde vóór deze ver-
bazende gebeurtenis noemt men de *voorwereld*, en
van dezelve vindt men (gelijk ik zoo even reeds
zeide) zeer vele overblijffelen in de vlotbergen.

Na dit vooraf, ter inleiding, gezegd te hebben,
gaan wij over tot de verdeeling van het Rijk der
delfstoffen of *mineralen*; met welker opnoeming
wij ons alleen, zonder verdere uitweiding, verge-
noegen zullen.

Men onderscheidt de delfstoffen in:

steen en aardachtige stoffen,
zouten,
brandbare stoffen,
metalen en
vulkanische zelfstandigheden.

Onder de *steen* heeft men verscheidene, die,
met ijzer of staal geslagen, vuur of vonken geven,
zoo als gij dikmaals met den bekenden *vuursteen*
zult gezien hebben. Deze vonkjes zijn inder-
daad niet anders dan zeer kleine stukjes van den
steen, welke, door den snellen overgang of slag
van het vuurstaal, gloeiend worden, en dus in de
gedaante van vuur er afspringen.

De *steen* en aardsoorten onderscheidt men we-
der in de volgende, als:

Kiezelaarde, waaronder behooren het bergkris-
tal, de gemeene kwarts, de onix, kornalijn, opaal,
pek-

peksteen, tripel, puimsteen, vuursteen, jaspis, topaas, lazuursteen, granaat, enz.

Zircoonaarde, waaronder geteld worden de *hincinth* en *zircoonfargon*.

Thoon of *aluinaarde*; hieronder behooren de *faffier*, *robijn*, *tourmalin*, *hoornblend*, *schilferspaath*, *glimmer* of *mica*, *veldspaath*, *porfeleinaarde*, *leem*, *klei*, *aluin*, *schiefer* of *lei*, *slijp- of wetsteen*, *speksteen*, *roode*, *gele* en *groene aarde*, *bafalt*, enz.

Talk- of *bitteraarde*, *magnesia*, waartoe men brengt *chlorit*, *talk*, *potsteen*, *meerschuim*, *amianth*, enz.

Kalkaarde; hieronder behooren:

koolzure kalk, als:

kalkspaath, *krijt*, *marmer*, *mergel*, enz.

zwavelzure kalk, als:

gipsspaath, *albaster*, enz.

spaathzure kalk, als:

vloeispaath en *vloeiaarde*,

phosphorzure kalk, als:

apatit en *phosphorkalksteen*, en

boraxzure kalk, als:

de *boraciet*.

Strontiaanaarde, als: *frontianit*, *caelestin*.

Zwaaraarde, als: *koolzure barit*, *zwaarspaath*, *zwaarleversteen*, enz. en

Gemengde bergstoffen, als: de *graniet*, welke bestaat uit *veldspaath*, *kwarts* en *glimmer* of *mica*.

Bij deze steenen en aardsoorten vallen vele bijzondere opmerkingen te maken, waarvan wij alleen, kortheidshalve, deze weinige zullen aanhalen, als:

Den

Den *mergel*, de bereiding van aardewerk en *porfelein*, de bijzonderheid van den *amianth* en den *speksteen*.

Onder de *aardsoorten* vindt men den *mergel* opgenoemd: deze is zeer geschikt tot de mesting en verbetering van bouwlanden. Van het *leem* bakt men, in ovens, alle soorten van groote en kleine potten, pannen, steenen tot het bouwen van huizen, enz. Het leem, na hetzelfde eerst van de kleine steentjes en andere vreemde lichamen gezuiverd te hebben, mengt men met water, kneedt het, en vormt er van de gedaante van zoodanige potten of vaten, als men begeert; vervolgens door de warmte der zon gedroogd en door die van den oven gebakken, verandert het in een' harden steen. Hoe witter het leem is, hoe geschikter tot het zamenstellen van aardewerk; men maakt er van *Delftsch* en zoogenaamd *Engelsch* aardewerk.

Jantje. Wel, *Meester!* dat is aardig! Maar het porfelein, dat zoo mooi en glad is, wordt dat ook zoo gemaakt?

Mr. Het porfelein wordt gemaakt van eene aarde, welke bestaat uit zekere soort van zuivere klei en zeer smeltbaar zand, welke klei eerst gedroogd en tot stof gemalen wordt; waarna men er de vereischte hoeveelheid zand bijdoet, alles met water ondereen mengt tot eene pap, en die door eene min of meer fijne zeef laat loopen, naar mate men het fijn wil maken. Wanneer die aarde gezonken is, of het water er is afgescheiden, kneedt men het met de voeten, totdat het wel gebonden en handelbaar is. — De aarde dus doorkneet zijnde, laat men dezelve een weinig droogen, eer men er op het pottenbakkers-

kerswiel, of de draaibank, zoodanig stuk, als men begeert, van vervaardigt. Dit stelt men te droogen, en, gedroogd zijnde, ziet men de barsten of scheuren na, die er in gekomen zijn, en verhelpt dezelve; alswanneer men het in den oven plaatst, om gebakken te worden. Dus gebakken zijnde, is het nog ruw en onoogelijk; men legt er dan het eerste vernis of emailleerfel op, en plaatst het weder in den oven. Na deze tweede bakking wordt het geschilderd met die figuren, welke gij op het porselein ziet. Eindelijk wordt het laatste vernis er op gelegd, hetwelk den regten glans geeft, en alsdan weder in den oven gezet, om dit vernis of emailleerfel te doen smelten, opdat hetzelve zich op de oppervlakte overal gelijk verdeele; en hiermede is het porselein gereed.

Onder de steenen is een zeer opmerkenswaardige, welken men den *amianthsteen* noemt. Deze bestaat uit vezelen, meer of min lang, waarvan men eertijds de kunst bezat, dezelve te bereiden, zoodat men ze spinnen en tot linnen weven kon; welk linnen in de vlam des vuurs niet verteerde, maar, vuil zijnde, in dezelve weder schoon werd. Men vindt dezen steen, de vezelen, het vlas, en linnen, daarvan geweven, in de Kabinetten van Natuurlijke Zeldzaamheden.

De *speksteen* heeft de bijzonderheid, dat, wanneer men daarmede op glas schrijft, zulks bestendig weder zichtbaar wordt, als men het met den adem bevochtigt.

Gaan wij nu over tot de beschouwing der *zouten*. In het algemeen zijn die oplosbaar in water; en men onderscheidde dezelve voorheen in loog-

zout-

zouten, dat zijn zuren met loogen verbonden; in *aardzouten*, dat zijn zuren met aarden, en in *metaalzouten*, dat zijn zuren met metalen vereenigd. *Zouten* zijn dan eigenlijk verbindingen van zuren met eenige andere grondstoffen, die men *bases* noemt; en men onderscheidt dezelve thans in *onzijdige*, ook wel *middelzouten* genoemd, *zure* en *basische* zouten.

Onzijdige zouten zijn de zoodanige, waarin de zuren en de bases zoo gelijk verbonden zijn, dat noch het zuur, noch de bases kenbaar is, en die dus de blaauwe plantensappen niet verkleuren.

Zure zouten zijn de zoodanige, waarin het zuur boven de bases de overhand heeft, en daarom in hetzelve kenbaar is; daarentegen zijn *basische zouten* de zoodanige, waarin meer basische stoffen dan zuren aanwezig zijn, en dus het zuur door de bases geheel overwonnen wordt. — Gelijk wij reeds boven zeiden, bestaan deze *bases* uit *loogen*, of liever *alkaliën*, omdat wij door loog altijd aan de gewone vloeibare loog tot huisfelijk gebruik denken; — *aarden*, zoo als wij er reeds eenige hebben opgenoemd, — en in *metalen*, of eigenlijk metaalkalken (*oxyden*).

Ons gewoon *keukenzout*, dat wij bij en in de spijzen gebruiken, is een waar *onzijdig zout*, en bestaat uit een eigen zuur, *zeezoutzuur* genoemd, met de *soda* als *bases* verbonden. Men noemt dit keukenzout *steenzout*, wanneer men het uit de aarde graaft, en *zeezout*, wanneer het met zeewater door warmte uitgedampt wordt, totdat het zout op den grond blijft liggen. Zoo laat men in *Spanje* en *Portugal*, van waar wij het meeste zout halen, het zeewater door sluizen over een groot vlak land loopen, ter hoogte van $1\frac{1}{2}$ en somtijds 2 voet; hierna sluit men de sluizen

I. DEEL.

G

toe,

toe, om den verderen toeloop te verhinderen, en nu trekt de warmte der zon de waterdeelen op, of liever doet die uitwafemen, en het zout blijft op den grond liggen; als dat zout hier komt, wordt het nader in onze zoutkeeten gezuiverd en versijnd.

Heintje. Deze verklaring van de zouten bevalt mij regt, *Meester!* Ik kan hierdoor, en door hetgene gij ons van de Scheikunde geleerd hebt, van vele zaken al vrij wat weten, en de stof, waaruit zij bestaan, kennen. Voorheen wist ik niet, dat men iets anders zout noemde, dan hetgene wij op tafel gebruiken.

Mr. Men noemt de zouten naar de verschillende zuren, welke zij bevatten, en de Fransche Scheikundigen hebben zeer eigenaardige en gemakkelijke namen daaraan gegeven, door den uitgang van den naam der stof, welke met zuur verbonden is, in *ate* te stellen; bij voorbeeld, zoutzure middelzouten, als: steenzout, keukenzout, *muriate*, dat is, het zuur van het zeezout, *urias*; zwavelzure middelzouten, als het natuurlijk glauberzout, bitterzout, aluin, enz. worden genoemd *sulfate* (zuur van zwavel); en zijn die zwavelzuren nu met andere verbonden, bij voorbeeld, met koper, dan noemt men het zwavelzuurkoper *sulfate de cuivre*; zwavelzuurrijzer *sulfate de fer*, enz. Zoo noemt men voorts de salpeterzuren *nitrate*, de boraxzure *borate*, de koolzuren *carbonate*, en daarom koolzure magnesia *carbonate de magnésie*.

Thans willen wij overgaan tot de beschouwing der *brandbare stoffen*.

Men noemt, zoo als natuurlijk is, brandbare stoffen diegene, welke, bij meerdere of mindere hitte, vlam vatten en branden; onder dezelve zijn:

1. De

I. De *natuurlijke zwavel*.

II. De *aardhars*. Hiertoe behoort 1. de *honingsteen*; 2. de *barnsteen*; omtrent den laatsten moeten wij deze bijzonderheid aanmerken, dat hij een eigen zuur heeft, en waarschijnlijk ontstaan is uit eene boomhars; want men vindt in sommige stukken barnsteen vele infekten, welke er dikmaals met de fijnste vleugeltjes en spiertjes geheel ongeschonden in zitten; waarom ook sommige liefhebbers der Natuurlijke Historie deze stukjes hebben doen slijpen, om dezelve als onvergankelijke mikroskopische voorwerpen te bewaren; 3. *aard- of bergolie*, *steenolie*; 4. *delfbare veerhars*; 5. *bergpek*, *aard-pek*, *joden-pek*; 6. *bitumineushout*, als het IJslandsch *furetur*-, *brand- of zwart-hout*; onze veen- of turfgrond behoort hier ook toe, en bestaat in digt opeengepakte en met aardhars doortrokkene planten, als mos- en grasfoorten, heide en dergelijke, en wordt daarom door sommigen niet onder de mineralen gebracht, en, eindelijk, 7. *steenkolen*, uit hout, dat versteend is, afkomstig. Dit alles bewijst, dat er in onzen aardbol verbaazende gebeurtenissen en omkeeringen hebben plaats gehad, en bevestigt alzoo het bestaan hebben eener voorwereld.

III. Het *potlood* (graphit), bekend in het schrijfgebruik; en

IV. De *diamant*, in alle opzigten een der merkwaardigste, wonderlijkste en ook meest kostbare voortbrengselen in de Natuur. Wanneer men den *diamant*, schoon het hardste van alle bekende lichamen, aan een sterk vuur blootstelt, verbrandt hij, en blijkt alsdan eene zuivere verdikte koolstof te zijn. — Nu nog een enkel woord van de *metalen*.

De *metalen* worden zeldzaam zuiver in de Natuur gevonden; bijna altijd zijn zij vermengd met zwavel, *arsenicum* of rattenkruid, of wel met beide tegelijk. Soms zijn zij vereenigd met aarde of steenen, en onder al deze vermengde gedaanten geeft men aan dezelve den naam van *erfen*. Zij zijn smeed- en rekbaar, en alle zeer onderscheiden in eigendommelijke zwaarte. Zie hier eene lijst derzelve, met hunne foortelijke zwaarten, zooverre die thans bekend zijn. Als het water één weegt, bij middelbare warmte, zoo als op den thermometer 64° Fahrenheit, dan weegt ieder der volgende *metalen* zoo als naast dezelve staat uitgedrukt.

Platina.	20,98.	Molybdaenum.	8,615.
Goud.	19,4.	Arsenicum.	5,70.
Zilver.	10,474.	Chromium.	5,9.
Kwikzilver.	13,568.	Strontium.	
Koper.	8,723.	Rhodium.	11,—
Ijzer.	7,75.	Palladium.	11,3.
Lood.	11,445.	Cadmium.	8,604.
Tin	7,285.	Potasium.	0,865.
Zink.	7,215.	Sodium.	0,972.
Bismuth.	9,83.	Calcium.	
Spiesglas (antimonium).	6,702.	Baryum.	
Kobalt.	7,78.	Magnesium.	
Nikkel.	8,666.	Muminium.	
Bruinsteen (manganefium).	8,013.	Glycium.	
Uranium.	9,—	Zirconium.	
Titanium.		Ytrium.	
Tellurium.	6,115.	Tantalum.	
Wolfram.	17,22.	Osmium.	
		Iridium.	

Genoemde stoffen; behalve het *potasium*, *sodium*, enz., die een bestanddeel van de potasch, soda, enz. zijn, en alleen zich vertoonen, wanneer deze stoffen van hare zuurstof (*oxygene*) zijn beroofd geworden, bevinden zich doorgaans onder de oppervlakte der aarde, meestal in de bergen, alwaar men dezelve met veel kosten en moeite moet uitdelven, en vervolgens, door smeltingen en andere bereidingen, maken tot datgene, waartoe wij dezelve in ons dagelijksch gebruik kennen. Het zoo glansrijke goud en zilver, de zoo sterk blinkende diamant, zouden zoo ruw, bij de uitdelving, door u gevonden wordende, voorzeker als iets geheel onaanzienlijks worden weggegoorpen; alleen door kunst en verbazende moeite wordt aan het goud en zilver die zuiverheid, en aan den diamant die glans gegeven, welke wij daaraan ontdekken. Het zilver, goud, en andere metalen, worden, door uitbranding en smelting, van alle andere vreemde lichamen, waarmede zij onder de aarde gedolven waren, afgescheiden, en alzoo wordt ook de diamant, door slijping, van zijne ruwheid gezuiverd.

De *vulkanische zelfstandigheden* zijn de zoodanige, welke door brandende bergen worden uitgeworpen, als *lava*, *puimsteen*, enz., volgens sommigen, ook de *basalt*, doch eigenlijk geene bijzondere klasse uitmakende, als reeds onder andere behoorende. — Rusten wij nu een weinig tot eene volgende gelegenheid.

DERTIENDE ZAMENSpraak.

Over de Planten.

Mr. Komt, lieve jongens! thans wil ik met u spreken van het tweede Natuurrijk, bestaande uit de groeiende lichamen, het *Plantenrijk* genoemd. Hierdoor verstaat men alleen diegene, welke groei en leven toonen, aan de oppervlakte der aarde zijn vastgehecht, en huns gelijken voortbrengen, maar niet door zich zelve van plaats kunnen veranderen, en den naam van *planten* dragen. Men verdeelt dezelve op zeer onderscheidene wijzen, en weleens in de volgende geslachten of familiën; doch dit behoorde veel omstandiger te zijn, omdat men boomen, heesters en kruiden ook in geslachten moet verdeelen; hetwelk ondertuschen ons bestek thans niet toelaat.

Palmen; deze zijn prachtige gewassen, en leveren ons de dadels, kokosnoten, fago en palmwijn op. Zij hebben eenen boomachtigen stam, doch zonder takken, komende de bladen uit den stam voort.

Boomen; deze hebben eenen opgaanden stam, van boven in takken verspreid, en kunnen vele jaren voortduren.

Heesters; deze hebben den stam van onderen af aan in takken verspreid.

Kruiden en planten; deze zijn die gewassen, welke, of slechts éenen zomer duren, slechts eenmaal bloem

bloem en zaad voortbrengen en dan sterven, of ook, gelijk sommige, langlevende zijn, door zaad of wortelscheuring vermenigvuldigd worden, en alle jaren, als stonk- of stamgewassen, weder op nieuws uitloopen.

Leliën, waaronder al de bolgewassen behooren; zij hebben bollen of knolachtige wortelen, smalle bladen en prachtige bloemen, als onze tulpen, uijen, leliën, enz.

Grassoorten, waaronder al ons gewoon gras, riet en ook het suikerriet, benevens al het koren, enz. behoort; dit gewas heeft stengels met leden, en zeer langwerpige smalle bladen.

Varenkruiden; zijnde de zoodanige, die geen' eigenlijken stam hebben, maar onmiddellijk uit de wortels bladen, en op de onderzijde der bladen zaad voortbrengen.

Mossen, van dewelke vele op de boomen, doch ook een aantal op den grond groeijen; zij gelijken meer naar planten, hoewel door bloem en vruchten daarvan onderscheiden.

Wier; dit gewas komt de planten wat nader bij dan de vorige; doch men kan er noch steel noch bladen bij onderscheiden; hiertoe behooren het kroos, de flap, enz.

Paddestoelen, die ook zeer bekend zijn, en eene leer- of houtachtige gedaante hebben. (De *schimmels* en *paddestoelen* behooren, volgens sommigen, onder ééne soort.) Eindelijk,

Schimmels; deze zijn genoeg bekend, en bevinden zich gemeenlijk op vochtige en tot rotting overgaande dierlijke en andere zelfstandigheden. Verwonderlijk is het, de *schimmels* door een sterk vergrootglas te zien; men ziet dan een geheel bosch van gewassen, welke somtijds in vollen bloei staan.

Het voedsel der planten bestaat uit de vochten, welke zich in den grond bevinden; dienende de wortels, om dit voedsel, door hunne fijne vezeltjes, als door zoovele pijpjes, op te trekken. Deze vochten klimmen langs den stam der boomen dicht onder de schors of langs den steel der planten naar boven, en wel langs pijpjes, zamengesteld uit schroefdradige vezelen, zoodat dezelve, uitgerekt wordende, de gedaante van een' kurkrekter hebben. De vochten worden in de planten niet alleen door de aantrekking naar boven gevoerd; maar er schijnt, even als in het dierlijk lichaam, ook eene wezenlijke voortstuwing plaats te hebben, en zij dus leven of levenskracht te bezitten. Aldus wordt dit vocht voor een gedeelte hout van den boom, en derhalve de voeding; en voor een ander gedeelte wafemt het, bij het zon- of daglicht, tot heil van ons allen, in eene allergezondste luchtstof uit. De bladen zijn van boven en van onderen met pijpjes of buisjes voorzien, waarvan sommige opflorpemde en andere uitwafemende zijn. Aan den onderkant der bladen liggen de meeste opflorpemde openingen: vandaar dat een blad, op het water liggende, eer verslenst, als het er verkeerd op ligt, dan regt; want als het onderste van het blad op het water ligt, dan kunnen de opflorpemde poriën het water inzuigen. Zoo heeft ook iedere plant hare eigene warmte, die bij sommige aan de selfte koude wederstand biedt. Deze warmte, in het voorjaar door de koesterende zonnestralen vermeerderd, doet de knoppen zwellen of uitzetten, vooral wanneer de regen dezelve bevochtigt, en dus groen bladen en jonge takjes voortkomen; terwijl in onze gewesten de najaarskoude

de sappin in de teedere bladen doet verstijven en den omloop verhindert, waardoor zij sterven en avvallen. De *hulst*, de *den*, de *taxis*, enz. verliezen al hunne bladen niet, dewijl zij van eene zelfstandigheid zijn, hard en dik genoeg, om de winterkoude te verdragen. De planten worden meest alle, gelijk ik reeds te voren zeide, uit zaad geteeld, en gij zult een van beide weleens opgemerkt hebben, dat uit het zaad, nadat het in den grond is gelegd, of gestrooid, een spruitje is voortgekomen, dat vervolgens tot eene plant of boom is opgegroeid?

Jantje. Ja, *Meester!* ik heb meer dan eens dit gezien van onzen tuinman, die alle voorjaren drooge erwten en boonen in den grond legde; waarvan dan groote erwten- en boonenplanten komen, die eene menigte van doperwten en boonen opleveren.

Mr. Welnu, in iedere drooge erwt of boon, door uwen tuinman gepoot, zit reeds het beginfel der geheele plant, zoo als zij naderhand daaruit groeit, verborgen; en er gebeurt niet meer, dan dat de vochtigheid van den grond, gevoegd bij de naderende zomerwarmte, door de levenskracht der Natuur bewerkt, die boon of erwt doet uitdijen en geheel openbersten; als wanneer de erwt- of boonplant, welke in de drooge erwt of boon besloten was, te voorschijn komt, en door dat zelfde vocht wordt uitgezet, en vervolgens gevoed, totdat het die groote plant wordt, waarvan gij zoo even spraakt. Men kan de zaden, en vooral de bloembollen, door eene kundige en ervaren hand, zoodanig ontleden, dat men, dezelve nog droog zijnde, de plant en bloem, genoegzaam volledig, daarin

Ziet. — Wat dunkt u, jonge vrienden! van zulk een wonder?

Heintje en Jantje. *Meester!* wij staan er verbaasd van!

Mr. Met reden. Hoe meer gij in de Natuurkennis vordert, hoe meer gij u verwonderen zult. — Waar wij onze oogen wenden, vinden wij verscheidenheid, schoonheid en orde. Beschouwen wij de bladeren van bijna alle planten, zij zijn groen; eene kleur, die bijzonder geschikt is om de oogen het minst te vermoeijen. In het groen zelf, echter, heeft eene verscheidenheid van schakeringen plaats, welke ons verstand te boven gaat, en die gij, buiten zijnde, elken zomer kunt opmerken. De bloemen der planten, welke onze hoven, velden en boschen versieren, ons gezigt verlustigen en den reuk dikmaals de aangenaamste gewaarwordingen opleveren, zijn van eene verbazende verscheidenheid, en dienen tot eene kunstmatige onderscheiding der *planten* in klassen en rangen; waarom wij dezelve dan ook van wat nader bij beschouwen moeten. Men onderscheidt in de bloem de volgende deelen:

Den *kelk*, dat is het buitenste groene gedeelte, dat, als ware het, de bloem ondersteunt.

Den *bloemkrans*, dat zijn de bladen der bloem zelve.

De *meeldraden* en *meelknopjes*, met het daarin bevatte bloemstof, en

Het *vruchtbeginfel*, waarop het *stijltje*, of de *stamper*, die van boven het merk of den *stempel* bevat, geplaatst is, en waarvan wij straks nader zullen spreken.

Dat de gewassen zich voortplanten door de vrucht,

vrucht, of wel het zaad, dat in dezelve gevonden wordt, en dat eerst eene bloem moest zijn, alvorens men vrucht verwachten kon, was van de oudste tijden af bekend; meest alle bloemen zijn voor ons oog zichtbaar en gaan de vrucht vooraf; sommige ondertusfchen zijn verborgen en bloeijen van binnen, of in het bekleedfel van de vrucht, zoo als, bij voorbeeld, de vijg; deze ziet men uit den tak des vijgebooms terstond, alsof het reeds vrucht ware, *voorschijn* komen, zonder dat zich eenige bloem aan ons gezigt heeft vertoond; evenwel bloeit de vijg, en men ontdekt dezen bloesem in de vijg zelve, wanneer men haar, half volwassen zijnde, regtstandig doorsnijdt; waaruit men ziet, dat zij geene vrucht in den volsten zin, maar een vruchtbehouder of bevatter is; zij is van binnen vol bloemen, want iedere zaadkorrel, die menigvuldig in de vijgen zijn, heeft eene bloem. Zoo zijn er ook planten, waarin het schijnt, dat de vrucht eerst en dan de bloem komt; doch dit is ook alleen schijnbaar; bij voorbeeld, de najaars-tijloos (*colchicum autumnale*); deze bloeit laat in den herfst; zij bloeit, zonder dat er terstond vrucht volgt; de *bloem* schiet in het voorjaar nieuwe bladen uit, en daarna komt de nog onrijpe vrucht te voorschijn, die eindelijk in den zomer rijp wordt; welke vrucht een gevolg is van de bloem van den vorigen herfst. Het zonderlinge van dit verschijnsel heeft weleens deze vrucht *zoon vóór den vader* (*filius anti patrem*) doen noemen. Zonder bloemen kunnen er geene vruchten bestaan; want, even als bij de dieren, hebben de bloemen onderscheidene geslachtsdeelen, dat is, mannelijke en vrouwelijke, waarvan de eene de andere bevrucht. In de meeste bloemen zijn deze deelen in dezelfde bloem

bloem bij elkander; doch er zijn gewasfen, welke op denzelfden ftam of plant tweederlei geflachten van bloemen hebben, te weten, mannelijke en vrouwelijke, zoo als onder andere de komkommer, welke planten den naam van *eenhuizige* dragen; ook zijn er gewasfen, welke geheel verschillen, en waarvan de eene alleen vrouwelijke en de andere alleen mannelijke bloemen dragen, gelijk de hennep, de hop, de dadel, enz., en deze dragen den naam van *tweehuizige*. Gemeenlijk is midden in de bloem een zekere ftander, welken men ftijl of ftamper (*pistillum*) noemt, en die staat op het vruchtbeginfel (*germen*); deze ftamper heeft van boven een' zekeren knop, welke ftempel (*stigma*) genoemd wordt, en het vrouwelijke van de bloem uitmaakt; om denzelven heen staan in de meeste bloemen de mannelijke deelen, beftaande in draadjes (*stamina*), waarop zich ftofknopjes (*anthera*) bevinden, welke ftofknopjes als meel ftuiven en op het vrouwelijke van de bloem vallen, en vandaar veelal meeldraadjes en ook wel helmftijltjes genoemd worden; naar het getal van deze laatste wordt de kunstmatige verdeeling der planten ingerigt. Men ziet dit ftof of ftuifmeel vooral duideljk in de mannelijke bloem der hop, wanneer men dezelve fchudt; door deze sterke ftuiving, door den wind, of wel door hommels, bijen en andere infekten veroorzaakt, wordt dit ftof, bij de eenhuizige en tweehuizige gewasfen, tot het vrouwelijke overgebracht, zonder welke overbrenging de bloem geene vrucht voort kan brengen.

Het Plantenrijk zelf is verbazend talrijk: de *schimmel*, welke gij op vochtige plaatsen, bedervend brood, vleesch, kaas en andere ligchamen, ziet, is inderdaad eene plant, dewijl, zoo als wij ftaks reeds

reeds zeiden, de sterke vergrootglazen ons doen zien, dat zij wortels en steel, takken, bloefems en zaden heeft, even zoowel als de verbazende *apenbroodboom*, die aan de rivier de *Senegal*, in *Afrika*, groeit, en welks ftam, in de rondte of omtrek, meer dan 75 voeten heeft, en zijne takken zoo ver uitspreidt, dat zij, gelijk men daarvan verhaalt, fomtijds, in den omtrek rondom den boom, twee honderd vierkante roeden beftaan zouden. Verbeeldt u eens het onderscheid tufchen de *schimmel*, die wij als de kleinste, en den *apenbroodboom*, dien wij als de grootste onder de bekende planten tellen, en denkt dan, als dezelve in foorten geregeld opklimmen, hoe veel verschillende foorten van planten er zijn kunnen! *Commerfon*, die eene reis rondom onzen aardbol gedaan heeft, zegt, in zijne Reisbefchrijving, dat hij meer dan vijf en twintig duizend foorten geteld heeft, en zich overtuigd houdt, dat er nog wel vijfmaal zooveel kunnen zijn. De vermaarde *Bonpland* heeft deze lijst, door zijne ontdekkingen, nog aanmerkelyk vermeerderd, en men staat verbaasd, als men hem de foorten van *kinaboomen* (wier bft zo heilzaam in alle koortsziekten is), door hem in *Zuid-Amerika* waargenomen, ziet opgeven; thans telt men ten minfte vijftig duizend foorten van planten.

Heintje. o Hemel! welk een groot getal! Welk eene verbazende verscheidenheid!

Mr. Ja, lieve jongens! en welk eene wijsheid in dezelve! Veelal heeft de groote Schep- per de planten zoo wijsfeljk geplaatst, dat ieder Land al de zoodanige voortbrengt, welke voor de bewoners van hetzelfde het nuttigst en gefchiktst zijn. In die Landen, waar men weinig verschei- den-

denheid van planten vindt, wordt dat gebrek fomtijds in eene enkele boomfoort vergoed. Zoo vindt men op de *Moluksche Eilanden* den *sago-boom*, welke den Indianen tot verbazend vele gebruiken dient. — Het merg van dezen boom is zeer week; hetzelfde strekt hun tot een zeer gezond en voedzaam meel, waarvan zij brood bakken, dat verscheidene jaren goed blijft; van de bladen, die zeer lang zijn, maken zij kleedren, en bedekken er hunne huizen mede; van de schors eene foort van schoenzolen, en van de takken allerhande gereedschappen. — Een enkele boom verschaft dus een geheel volk alles, wat zij tot voedsel, dekfel, huisfieraad, enz. noodig hebben.

Zoo levert ook de *kalappusboom* of *kokospalm* verscheiden volken hun noodig onderhoud. — De vrucht of noot van dezen boom is vrij groot, en bevat, zoo lang dezelve nog groen is, een zeer verkoelend en smakelijk vocht; deze noot ouder wordende, stremt dit vocht, en verandert in eene kaasachtige zelfstandigheid, welke een voedzaam en gezond voedsel verschaft; van de doppen der noot maken zij drinkschalen en allerlei ander huisraad (*); de vezelachtige bast, welke om de noot zit, levert hun een sterk en duurzaam touwwerk; met de lange bladeren bedekken zij hunne hutten, of maken van dezelve korfjes en allerhande foort van gevlochten werk; terwijl zij van den stam hunne hutten bouwen en allerlei andere foort van werktuigen maken.

Zietdaar, leerzame jongelingen! u slechts weinig, of liever niets, verhaald van al het wonderbare, dat

(*) Wij droogen er knoopen van, en maken ook vele sieraden en kunststukken van deze doppen.

dat in de behandelde Natuurrijken voorkomt; ik zou u nog zeer vele Zamenkomsten achter elkander daarmede kunnen bezig houden, doch dit laat ons bestek niet toe. Genoeg, dat gij overtuigend gezien hebt, dat de goede god en Vader aller menschen dit alles zoo schoon, zoo wijs en wonderbaar maakte. Hoe groot, hoe ontzaggelijk groot moet Hij dan zijn, van wiens wonderbare wijsheid gij nu eerst flauwelijk de beginfelen ziet! o Lieve jongens! weest toch altijd eerbiedig, wanneer gij van dien grooten god spreekt, en vooral wanneer gij Hem bidt! Doch laat ons eindigen; ik heb het weder vrij lang met u gemaakt; maar uw leerlust is er de oorzaak van. Vaartwel! tot wederziens!

VEERTIENDE ZAMENSpraak.

Over de Dierlijke lichamen.

Heintje en Jantje. *Meester!* hier zijn wij weder met vernieuwen lust, om nog meer wonderlijke zaken van u te hooren. Zoodra wij gisteren te huis kwamen, verhaalden wij het onzen vader, die beloofde, ons gelegenheid te zullen geven, om van de planten meer bijzonderheden te leeren.

Mr. Zeer goed, jongens! dan zult gij de wonderen, die ik u slechts verhaalde, nog vrij schooner vinden, dan ik gelegenheid had u te zeggen. Maar zeg mij eens, Heintje! van welk Natuurrijk dienen wij nu nog te spreken?

Hein-

Heintje. Van het *Rijk der Dieren*, als ik het wel onthouden heb.

Mr. Regt zoo! Door *dieren* verstan wij al die schepselen, welke een inwendig gevoel en leven bezitten, en zich zelve van de eene plaats naar de andere kunnen bewegen. Men onderscheidt de dieren in redelijke of redemagtige en in redelooze; tot de eerste behoort de *mensch*; en tot de laatste behooren al de overige dieren, welke men gewoonlijk verdeelt in de volgende klasfen, als in die van:

1. *Wormen*, als de *aardwormen* en *maden*, enz.; deze hebben geene pooten.
2. *Infekten* of *gekorvene*, als de *vlooijen*, de *vliegen*, de *rupfen*, waaronder de u bekende *zijwormen*, de *gouden* en andere *torren*, de *muggen*, enz.; deze hebben ingewrichte hoornachtige bewegingswerktuigen.
3. *Visfchen*, als de *baars*, de *voorn*, de *kabeljauw*, de *schelvisch*, enz., die door kieuwen en niet door longen ademen.
4. *Tweeflachtige*, of dieren van beiderlei leven (*Amphibiën*), als de *krokodil*, de *haai*, de *kikvorsch*, de *slangen*, enz., die door longen ademen.
5. *Vogels*, als de *hoenders*, de *musfchen*, de *vinken*, de *kraaijen*, de *zwanen*, enz., die eijeren leggen en vederen hebben.
6. *Zoogdieren*, als de *paarden*, de *koeijen*, de *honden*, de *katten*, de *beyers*, de *walvisfchen*, enz.; deze brengen levende jongen ter wereld, die aan de borsten der moeders gezoogd worden.

Van deze hebben de *wormen* en *infekten* geen rood bloed, maar een witachtig vocht.

De

De *visfchen* en *amphibiën* hebben rood bloed; doch hetzelfde is koud.

De *vogels*, de *viervoetige dieren* en de *mensch* hebben alle warm rood bloed; waarover ik u straks nader spreken zal, en u aantoonen, van waar zulks komt.

Men verdeelt thans ook de dieren aldus:

- A. In *gewervelde*, en
- B. In *ongewervelde* dieren.
 - A. De *gewervelde* dieren hebben de hersenen en hoofdverlenging derzelve in eene beenachtige kas, uit den schedel en uit wervelen bestaande, besloten, aan welke beenderen tevens de spieren, ter beweging dienende, vastzitten. Hiertoe behooren de *zoogdieren*, de *vogels*, alle *tweeflachtige dieren* en de *visfchen*.
 - B. Bij de *ongewervelde* dieren zitten de spieren aan de huid.

Men onderscheidt deze in:

1. *Weeke dieren* (*mollusca*), in welke een zamenstel van zenuwen en bloedvaten, tot omloop van het bloed dienende, nog zichtbaar is, even als bij de *gewervelde* dieren: zoodanige dieren zijn de *zeekat-ten* of *inktwormen*, de *slakken*, de *oesters*, en in het algemeen alle dieren, die in schelpen of hoorns huisvesten.
2. *Gelede dieren* (*articulata*), welker zenuwen als uit geledingen of knopen ontstaan, doch die geene hersenen hebben; hiertoe behooren de *wormen* en *infekten*.

I. DEEL.

H

3. Ge-

3. *Gestralde dieren (radiata)*, in welke, noch een zamenstel van zenuwen, noch eenige werktuigen zichtbaar zijn, zoo als *ingewandswormen*, *polypen* en *infusie-diertjes*: vele *polypen* noemt men ook *plantdieren* of *korwalsen*, omdat zij hun verblijf houden in eenen steen, of hoornachtige zelfstandigheid, die, gelijk de gewassen, op den bodem vastzit, in vele takken verdeeld is en allengs aangroeit, zoodat zij zich als eene plant vertoont; zij is echter slechts de huizing van die dieren, en wordt door deze zelve bereid. Zij worden *gestralde dieren* genoemd, omdat de deelen, ter beweging en tothet gevoel dienende, als stralen om een middelpunt geplaatst zijn.

De wijze Schepper, die geen ledig, of open, in zijne werken konde gedoogen, maar alles als eene aaneengeslachte keten vormde, schiep ook onder de dieren de zoodanige, welke van twee foorten de eigenschappen bezitten, om de opgenoemde afdeelingen aan te vullen en, als ware het, ongemerkt te doen voortgaan: zoo vult de *krokodil* de ruimte tusschen de viervoetige dieren en de vischen aan; het open tusschen de viervoetige dieren en de vogelen wordt door de *vledermuis*, of misschien meer door het zonderling *vogelbekdier*, van *Nieuw-Holland*, vervuld; dat tusschen de vogelen en de vischen door den *vliegende visch*; door den *rob* tusschen de land- en zeedieren, en door den *polypus* en andere *plantdieren* tusschen de dieren en de planten. Dus schijnt alles als

als eene onafgebrokene keten zamen te hangen. De *polypen* zijn voorzeker de verwonderlijkste in het Dierenrijk; zij zijn inderdaad dieren; want zij trekken hun voedsel tot zich, steken het in den mond, eten het, en werpen het overtollige weder uit; men kan dezelve in vele stukken snijden, en ieder stuk wordt weder een volkomen *polypus*; men kan ze omkeeren, even als een' handschoen, en echter blijven zij leven. — Hun zamenstel is zeer eenvoudig; men vindt bij hen herfenen, hart, noch aderen. Trembly ontdekte deze wezens, half plant en half dier, in den jare 1739. — De appels, welke men op de eikenbladen ziet, worden veroorzaakt door den steek van een *infekt*, dat daarin zijne eitjes legt, en het zijn deze appelen, die bij ons en in andere Landen de bekende *galnoot* opleveren; in ieder versch appeltje zult gij ook altijd een wormpje vinden. De *konzenilje*, die bekende verfstof, is niets anders dan een *infekt*. Zoo heeft men ook eene *slak*, welke eene fraaije purperen verf geeft en *purperlak* genoemd wordt.

Jantje. Maar, *Meester!* hoe kan het zijn, dat gij de *walvischen* onder de *zoogdieren* geteld hebt?

Mr. Niets is natuurlijker. De walvisch brengt levende jongen voort, die aan borsten gezoogd worden; hij heeft ook warm bloed, en dus met de vischen niets gemeen, dan het water, waarin hij leeft. Dit verbazende dier, weleens van 60 tot 100 voeten lang, weegt somtijds 100,000 pond, en verschaft ons de traan en de baleinen.

Het getal en de verscheidenheid van en in al de foorten van dieren, van den *elefant* af, dien men voor het grootste der viervoetige, tot de

mijt, welke men voor het kleinste der met het bloote oog zichtbare dieren, houden kan, is verbazend; en neemt men nu het vergrootglas in de hand, tot onderzoek der diertjes, welke voor ons bloote oog onzichtbaar zijn, beginnende met de *mijt*, als het grootste van dezelve, tot aan die, welke een Leeuwenhoek in de hom van den kabeljauw ontdekte, dan althans overtreft hun getal en verscheidenheid alle verbeelding.

Een dropje frootwater, des zomers op een glaasje voor een sterk vergrootglas gebragt, vertoont ons eene menigte levende wezens, als: *raderdieren*, *waterschorpioenen*, *waterslangen*, *waterhagedissen*, *waterluizen*, en wat dies meer zij; van welke diertjes men het eene op het andere ziet loeren, het eene het andere ziet dooden en tot voedsel gebruiken. Zoo is er geene plant, of zij heeft dieren, welke op en van dezelve leven; geen dier, of het heeft weder andere dieren, die in, op of van hetzelfde azen; alles is vol; de geheele Natuur is vol levende scepsefen. Somtjids ziet men des nachts de zee eene menigte vonken van zich geven; welke schijnbare vuurvonken men bevonden heeft, alle kleine, lichtgevende diertjes te zijn. Zoo vol is de Natuur van levende wezens, dat men zelfs in de baden bij *Albano*, in *Italië*, daar het water zoo heet is, dat men er de hand niet in houden kan, evenwel nog eene zekere soort van flakken vindt. — Wat dunkt u van dit alles, lieve jongens?

Heintje. o *Meester!* het is verwonderlijk! Zijn er reeds zoo vele diertjes in de wereld zichtbaar, en dan nog een zoo verbazend getal, dat wij niet eens zien kunnen?

Mr. Ja, beste jongen! alle verbeelding gaat het te

te boven. Overal is leven en beweging; ieder dropje vocht, dat, voornamelijk in den zomer, na heet weder, uit de wolken valt, is vol diertjes. Voorzeker zetten wij geen' voet op de aarde, of wij vertreden tallooze scepsefen. Welk eene grootheid vertoont zich niet in de schepping; — welk eene almogt in het geschapene!

Jantje. Nimmer had ik gedacht, dat er zoo vele scepsefen waren! o! Wat moet god groot zijn, die dat alles zoo verwonderlijk maken kon!

Mr. Ja wel groot; maar ook wijs; gaan wij slechts de dieren eens wat verder na. De planten kunnen, als in de aarde geworteld, haar voedsel optrekken; doch het dier, geheel van de aarde los, op zich zelf bestaande, moet door andere middelen en langs andere wegen worden gevoed; dat is: het moet spijs gebruiken, waartoe de wijze Schepper hetzelfde een' mond en gebit gegeven heeft, en wel aan ieder zoodanig, als het best overeenkomt met den aard van zijn voedsel. De mensch, geschikt om allerlei voedsel te gebruiken, heeft tanden, om de spijs af te bijten, en kiezen, om dezelve fijn te malen. Sommige dieren, die alleen spijs gebuiken, welke geene afbijting behoeft, hebben slechts kiezen ter fijnmaling; andere, die van den roof leven, zijn van scherpe en groote tanden voorzien, alsmede van klauwen, om den roof te vatten en te verscheuren. Dusdanig is het ook met de vogels gelegen: sommige hebben kromme groote nebben en klauwen; deze noemt men *roofvogels*, zoo als de arenden, valken, uilen, enz., en andere kleine nebbes, gelijk de musfchen, vinken, enz., welke alleen zaad eten; zij, die wormen en visfchen

eten, als snippen, ooijevaars, reigers, enz., zijn van lange snavels voorzien, om die in het water te steken, ter verkrijging van hun aas, en derhalve alle door GOD, de Opperste Wijsheid, zoodanig toegerust, als tot bekoming van hun voedsel het meest geschikt kon zijn. Wat dunkt u, brave jongens! van zulk eene wijsheid?

Heintje. *Meester!* wij staan er versteld van! maar heb de goedheid, nog met een enkel woord ons te zeggen, hoedanig het met de spijs, die de dieren en wij menschen, bij voorbeeld, gebruiken, ter voeding gaat.

Mr. Nadat de spijs in den mond fijn gemalen, en met het speeksel, zoo zeer tot de vertering noodig, vermengd is, gaat zij door eenen darm, dien men den *slok darm* noemt, naar de maag; in dezelve wordt zij bereid, met het maagsap vermengd en als verteerd; daar genoegzaam vertoefd hebbende, stort de maag, na eene naar binnen gekeerde wenteling, door eene andere opening, de spijs in de darmen uit, alwaar zij, met de gal en andere sappen vermengd, nog meer ter voeding bereid wordt; alsdan trekken fijne haarvezeltjes of pijpjes (even als door de wortels der boomen in de aarde geschiedt) het voedsel, dat een vocht is, hetwelk men *chyl* noemt, er uit, en vergaderen het bijeen, totdat het langs de ruggegraat opklimt, en zich bij het hart in het bloed werpt, om zich daarmede te vereenigen. Het hart heeft twee kamers of holligheden, eene regter- en eene linker-, en voert, met eene verbazende kracht, het bloed, dat zich daarin uitstort, door het geheele ligchaam heen, altemaal door duizenden van pijpjes of kanalen, totdat het, den weg door het ligchaam afgelegd hebbende, in het hart we-

wederkeert en zoo gedurig omloopt. De *chyl*, met het bloed vermengd geworden zijnde, vult deze hetzelfde gedurig aan, en voedt daarmede, in den omloop, het geheele ligchaam. De pijpjes, welke het bloed van het hart afvoeren, door het gansche ligchaam heen, bestaande eerst uit groote, en voorts als in duizende kleine takjes uitlopende kleinere, noemt men *slagaderen*; op de uiteinden dier slagaderen beginnen weder andere pijpjes, die het bloed wederom naar het hart terugleiden, en den naam van *aderen* dragen; doch het bloed wordt, zoodra het in de regter-holligheid van het hart is teruggekomen, niet aanstonds weder door het geheele ligchaam voortgestooten; neen! hetzelfde heeft te veel vuiligheid opgedaan, is, in de rondreis door het ligchaam, vuil geworden, zou dus andermaal dien togt niet dan met moeite verrigten, en eindelijk geheel ophouden te loopen.

Heintje. Hoe komt dat vervuilde bloed dan weder schoon en zuiver? Het kan toch het ligchaam niet uit!

Mr. Zeker niet; maar de wijze Voorzienigheid schonk, te dien einde, aan het dierlijk ligchaam de longen; zijnde een zamenweeffsel van blaasjes en kanaaltjes, welke door eene knorbenige pijp, die men de *luchtpijp* noemt, achter in den mond uitkomen en de adembaling daarstellen. Door de inademing gaat die vloeistof, welke onze aarde omringt, en waarin wij alle leven (de *lucht*), door de luchtpijp in de long, en blaast al die pijpjes en blaasjes op, zoodat de long dan als eene blaas wordt opgeblazen. Op dat zelfde tijdstip knijpt de regter-holligheid van het hart, met dat vuile bloed, uit de aderen komen-

mende, bezet, zich toe, en spuit het bloed, door der longen slagader, in de longen, alwaar het, door duizende pijpjes, welke zoowel als luchtblaasjes de longen vervullen, heengevoerd, met de ingeademde lucht in verbinding gebragt wordt. Deze lucht heeft de eigenschap (zoo als wij op zijn' tijd verklaren zullen), dat zij het vuile van het bloed opneemt en aan hetzelfde nieuwe warmte en vloeibaarheid bijzet, en hetzelfde aldus geschikt maakt, om in dien verdunnen en gezuiverden staat het ligchaam rond te gaan en te voeden. Na deze luchtbewerkingen in de longen ondergaan te hebben, bij de inademing, zoo volgt (gelijk gij weet) de uitademing, dat is, eene uitblazing van de lucht; en daarmede keert dat gezuiverde bloed naar het hart terug, doch niet naar de regter-, van waar het gekomen is, maar naar de linkerholligheid, waaruit het, bij de toeknijping van het hart, dat den hartslag en ook den polsflag maakt, met veel geweld door het geheele ligchaam wordt heengespoten. Het onzuivere bloed, dat in de aderen vloeit, om naar het hart terug te keeren, ziet ook altijd donkerrood, terwijl het bloed, dat in de longen gezuiverd is, en door de slagaderen stroomt, lichtrood is. Hieruit ziet gij, lieve jongens! waarom wij de vrije lucht, om te leven, zoo noodig hebben, en zonder dezelve sterven moeten.

Heintje. o Goede god! wat zijt Gij wijs! Wat hebt Gij al wonderen daargesteld! Wat hebt Gij voor alles naar zijnen aard gezorgd!

Jantje. Ja, Meester! ik heb met zulk een vermaak uw verhaal gehoord, dat ik het niet zeggen kan! o Heintje! laat ons toch altijd eerbied hebben voor dien grooten god; nimmer heb ik Hem zoodanig als nu leeren kennen!

Mr.

Mr. Gij zult dit, mijne waarde leerlingen! in de volgende gesprekken nog meer ondervinden. Lang hebben wij reeds achtereen gesproken, en echter kan ik de beschouwing der bewerktuigde wezens niet verlaten, zonder u alvorens iets gezegd te hebben van eene werking in dezelve, die de Natuur van zelve verrigt, nadat hun leven heeft opgehouden, en hetwelk men *gisting* noemt. Het oogmerk der Natuur schijnt daarbij te zijn, om de zamenstelling, die bij hun leven zoo wonderbaarlijk plaats vond, te vernietigen, en in andere eenvoudige verbindingen te doen overgaan. De gisting is alzoo eene inwendige werking der deelen van doode bewerktuigde wezens (namelijk planten en dieren), welke, als zij niet verhinderd wordt, eindelijk die ontbinding der meer zamengestelde zelfstandigheden te weeg brengt, welke wij *rotten* noemen; dan de Natuur gaat bij deze werking trapswijze voort, en het is daarom, dat men de gisting gemeenlijk onderscheidt in de *suikerachtige*, de *wijnachtige*, de *zure* en de *rottende*. De dierlijke lichamen leggen dezen weg zoo spoedig af, dat zij al dadelijk tot de rottende gisting overgaan; doch bij de planten ontdekt men dezelve dikmaals volkomen: komkommers kool en dergelijke zijn ongeschikt tot de wijngisting, en gaan terstond tot de zure gisting over. De suikerachtige gisting heeft bij de planten plaats, en is het vormen van suikerstof, ook *slijmsuiker* genoemd, vooral in de zoete vruchten, en geschiedt bij het leven reeds, zoodat zij, eigenlijk gezegd, niet onder de gisting behoefde geteld te worden; dan dat er suikerstof geboren wordt bij het rijp worden der vruchten, toont het onderscheid in smaak bij onrijpe vruchten genoeg aan. Hoe bijtend

H 5

zuur

zuur en zamentrekkend, bij voorbeeld, is niet de onrijpe kruisbezie, en hoe zoet is zij bij eene volkomene rijpheid! Alle zoete, slijmige en suiker bevattende zelfstandigheden zijn geschikt voor de wijngisting; zoo maakt men van honig meê, als dezelve, met water gemengd, de gewone wijngisting ondergaat; zoo doet de eerste gisting der druiven onzen wijn ontstaan, terwijl besfen, met water en suiker gemengd, eenen goeden besfenwijn geven; alleen suiker en water, met gewone giststof gemengd, maakt ook eenen goeden wijn; men moet bij deze wijngisting slechts wel acht geven, dat er eene behoorlijke warmte plaats hebbe, dat het vocht aan de lucht blootgesteld blijve, en het vat terstond gefloten worde, zoodra de werking of borreling ophoudt en het vocht zich klaar en helder vertoont; want dan nog aan warmte en lucht blootgesteld blijvende, zou het tot de zure en eindelijk tot de rottende gisting overgaan. Wijn, aan de lucht blootgesteld, bij behoorlijke warmte, wordt azijn; wanneer men witten wijn aldus behandelt, verandert hij spoedig in goeden azijn; doch te lang staande, gaat hij tot bederf over. Niet alleen, dat de planten den mensch zooveel goeds en aangenaams in haar leven bezorgen; na haren dood geeft de werking der gisting ons niet minder heil en voordeel, en stelt ons in staat, om bier, meê, wijn, geestrijke dranken en azijn te bereiden, welke ons zooveel voordeel en verkwikking aanbrenge. Rusten wij thans van onzen, alweder zoo lang volgehouden, arbeid; terwijl ik u aanbevele, over alles nog eens met aandacht na te denken.

 VIJFTIENDE ZAMENSPRAAK.

Over de lichamen van den Sterrenhemel.

Mr. Hebt gij wel ooit, bij een' helderen avond, den Sterrenhemel, of de lucht met al de sterren gezien?

Heintje. Ja, *Meester!* en dat zie ik altijd gaarne.

Mr. Ik ook, lieve jongen! maar hebt gij die sterren ooit geteld, of weleens gedacht, wat dat voor dingen zijn?

Heintje. Neen, *Meester!* ik zie geene kans om dezelve te tellen, en heb ze altijd aangezien voor lichtjes aan de blaauwe lucht.

Mr. Haar getal is ook groot: met het bloote oog telt men omtrent 5000 sterren, die duidelijk zichtbaar zijn, en wanneer men groote verrekijkers gebruikt, wordt dat getal millioenen; het *zeven-gesternte*, bij voorbeeld, dat gij wel kennen zult, heeft meer dan veertig sterren. De witte strek aan den hemel, die men den *melkweg* noemt, ziet alleen zoo wit, door het groot getal sterren, welke als in elkander schijnen te loopen, en eenen glans daar te stellen. Voor het overige zijn het geene lichtjes of lampjes, welke als aan eenen blaauwen koepel geplaatst zijn, neen, lieve jongens! de lucht, waarin wij de sterren zien, is eene ruimte zonder einde, waarin de sterren zweven, los en zonder eenig steunfel. Zij zijn lichamen van eene

eene kogelachtige gedaante, als onze aardbol; niet van ééne en dezelfde grootte, en ook niet even ver van ons af. Sommige zijn zoo groot als onze aarde, andere kleiner, en de meeste duizende malen grooter. Van eenige is de afstand door Sterrekundigen berekend, van anderen, en wel van de meeste, is die onbekend, omdat zij zoo ver van ons af zijn, dat het niet te bepalen of te berekenen is. Gij zult u daarvan een flauw denkbeeld kunnen maken, als ik u zeg, dat een kogel, uit het geschut geschoten, en dus voortgaande, meer dan vijf en twintig jaren werk zou hebben, eer hij bij de zon kwam, en sommige sterren, waarvan wij de afstanden kennen, staan meer dan tachtig- en honderdmaal zoo ver van ons af.

Heintje. Hemel, *Meester!* nu verlies ik mij zelve geheel en al! Ik kan het niet bevatten! Maar hoe kan men dat toch weten?

Mr. Gij zult dit verstaan, wanneer gij eens de Wiskunde leert. Gaan wij nu verder. — De sterren onderscheidt men in *vaste sterren*, *planeten* of *dwaalsterren*, *kometen* of *staartsterren* en in *manen* of *wachters*. — *Vaste sterren* zijn de meeste, die wij zien, en worden dus genoemd, dewijl zij altijd op dezelfde plaats blijven, ten aanzien van elkander, en omdat zij ook het licht, waarmede zij glinsteren, van zich zelve hebben, en alzoo gelijk zijn aan onze zon, die alleen grooter schijnt, omdat zij zooveel nader bij ons is dan die vaste sterren. Deze vaste sterren zijn zoo ver van ons af, dat men, zoo als gezegd is, derzelve afstanden tot nog toe niet berekenen, en alleen maar zeggen kan, dat een kanonskogel, met dezelfde snelheid, waarmede die uit het geschut vliegt, van de aarde naar eene der naast bij zijnde sterren voortgaande, meer dan vijf millioenen jaren werk zou

zou hebben, alvorens hij dezelve bereikte. Zoo verbazend, zoo oneindig groot is de blauwe hemelruimte, welke de onkundige slechts voor een gewelf of dak aanziet. Onder de vaste sterren vindt men sommige, die in glans toe- en afnemen; men gist, dat deze, even als onze zon, om hare as wentelen, en dan, even als zij, mede donkere vlekken hebben, waardoor den eenen tijd meer licht tot ons moet komen dan den anderen; ook vindt men vele sterren, die zoo nabij elkander staan, dat men kijkers behoeft om dezelve afzonderlijk te zien, en daarom *dubbelsterren* genoemd worden; men meent te bespeuren, dat deze om elkander heen bewegen; zij maken daarom thans de bijzondere aandacht der Sterrekundigen uit. Nog ontdekt men, door sterk vergrootende kijkers, meer dan 2000 lichte vlekjes, als kleine witte wolkjes, aan den Sterrenhemel, welke men daarom ook *nevelvlekken* noemt, waarvan sommige duidelijk blijken verzamelingen van sterren te zijn, en dus gelijk aan den melkweg; doch andere blijven lichtvlekken, misschien te ver af, om door kijkers bereikt te worden, of zoodanige lichtstoffen, welke zich nog niet tot hemelligchamen hebben te zamengetrokken. — *Planeten* of *dwaalsterren* zijn sterren, op het oog gelijk aan de vorige, alleen wat meer flonkerende van licht; deze bewegen zich, naar het ons toeschijnt, dan eens van het oosten naar het westen, dan van het westen naar het oosten, dan weder stilstaande, enz.; zij ontleenen haar licht van onze zon, en zijn dus donker op zich zelve, dragende de namen, door de Sterrekundigen onder de Ouden haar gegeven, van *Mercurius*, *Venus*, *Mars*, *Jupiter*, *Saturnus* en, de onlangs ontdekte, *Uranus*,
en,

en, uit hoofde van haren dwalend schijnenden loop, dien van *planeten*, dat is *dwaalsterren*. — *Kometen* zijn sterren, welke, in langwerpige loopbaren, of loopstreken, zich in de oneindig groote wereldruimte bewegen, en alleen zichtbaar zijn, als zij wat nabij ons komen; vertoonende zich dan, gemeenlijk, met een' langen verlichten staart, als in Plaat II, Fig. 1. — De *zon* is een lichaam, dat ons licht en warmte verschaft, en omtrent 1,330,000 maal grooter is dan onze aardbol; deze staat in de hemelruimte onbewegelijk stil, gelijk afgebeeld staat op Plaat I, in S; zij heeft nu en dan donkere vlekken op hare zoo helderlichte oppervlakte, waardoor men ook ontdekt heeft, dat zij in bijna $25\frac{1}{2}$ dag om hare eigene as wentelt. Om haar bewegen zich de *planeten* in de volgende orde, en op dezelfde evenredigheid van afstand, als in genoemde Plaat geteekend staat, aldus: In den tijd van omtrent 88 dagen, in M, langs de cirkellijn, om de zon geteekend, loopt de planeet *Mercurius*; vervolgens, in V, de planeet *Venus*, in 224,7 dagen; dan, in A, onze aarde, in 365,256 dagen, ons gewone jaar; om deze aarde, als bij C, weder de maan, in $27\frac{1}{2}$ dag (zoodat de maan, die ook, gelijk wij bij Nieuwe Maan zien, een donker lichaam is, en mede al haar licht van de zon ontvangt, om onzen aardbol draait), en alzoo de aarde met de maan gezamenlijk om de zon; wijders, in M, de planeet *Mars* in 1 jaar en 321 dagen; voorts, in I, de planeet *Jupiter*, in 11 jaren, 315 dagen, met vier manen om haar henen draaijende; verder, in S, *Saturnus*, in 29 jaren, 167 dagen, met zeven manen om zich henen, en een' fraaijen verlichten ring; en, einde-

delijk, in U, de planeet *Uranus*, in 84 jaren, 8 dagen, met zes manen, en mogelijk meer; doch deze planeet is zoo verbazend ver af, dat men deze manen niet dan met sterk vergrootende kijkers zien kan. — Hoe deze planeten zich vertoonen, wanneer men dezelve door groote kijkers of *teleskopen* beschouwt, kunt gij duidelijk afgebeeld zien in Plaat III; aldaar vindt gij ieder zoodanig voorgesteld, dat de evenredigheid (*proportie*) van grootte tot elkander mede in de Natuur overeenkomt. In A ziet gij den aardbol, dien wij, om de vergelijking der grootte, er bijgevoegd hebben: wanneer wij hare grootte op 1, en haren afstand van de zon op 10 stellen, dan is *Mercurius*, in B, op ten naasten bij 4 zulke deelen afftands van de zon, en $\frac{1}{10}$ gedeelte van de aarde groot; C *Venus* is dan 7 deelen van de zon, en $\frac{2}{10}$ deel der aarde groot; *Mars*, in D, staat 15 of 16 deelen van de zon, en heeft $\frac{2}{10}$ deel der aarde in grootte; E *Jupiter* staat 52 deelen van de zon, is 1470 maal grooter dan onze aarde, en heeft drie gordels of banden; voorts F *Saturnus*, met haren dubbelen, verlichten ring en gordels, staat op 95 of 96 deelen van de zon, en is 887 maal grooter dan de aarde; eindelijk G *Uranus* staat op ten naasten bij 191 deelen van de zon, en is 77 maal grooter dan onze aardbol. — Ik kan niet voorbij u, bij deze gelegenheid, inzonderheid te doen opmerken de orde, welke er in de vermeerdering der afftanden plaats heeft, en die, inderdaad, alle opmerking verdient; herinnert u slechts, hoe ik zoo even dezelve heb opgenoemd: — wanneer *Mercurius* gerekend wordt van de zon af te staan 4 deelen, dan is *Venus* van de zon 7, onze aarde 10, *Mars* 15 of 16, *Jupiter* 52, *Saturnus* 96, en *Ura-*

Uranus 191 deelen; de orde in de opklimming dezer afstanden is, nagenoeg, aldus: wanneer men bij de 4 deelen afstands van *Mercurius* 3 telt, heeft men 7 voor die van *Venus*; bij die 4 tweemaal 3 tellende, 10 voor de aarde; bij die 4 viermaal 3 tellende, 16 voor *Mars*; voorts achtmaal 3 er bij, is 28 voor eene planeet tusschen *Jupiter* en *Mars* in, welke men reeds voorlang vermoedde, doch nu eerst vóór eenige jaren gevonden heeft; — verder aldus voorttellende, zestienmaal 3 bij 4, is 52 voor *Jupiter*: tweendertigmaal 3 bij 4, is 100 voor *Saturnus*; vierenzestigmaal 3 bij 4, is 196 voor *Uranus*; dat is: iedere volgende planeet staat tweemaal zoo ver van *Mercurius* af, als de voorgaande: b. v., *Jupiter* staat van *Mercurius* af 48, dus moet *Saturnus* van *Mercurius* 96 deelen afstaan, gelijk ook het geval is; terwijl men elk dezer deelen op 2 millioenen mijlen kan stellen. Dat deze aldus opgetelde afstanden niet volmaakt uitkomen, wordt daardoor veroorzaakt, dat wij, gemakshalve, 3 tot de gedurig te verdubbelen optelling genomen, en den eersten afstand van *Mercurius* ook op 4, als een rond getal, gesteld hebben; doch deze twee getallen meer nauwkeurig berekenende, komt alles met de waarnemingen zeer na overeen. Geen wonder derhalve, dat men uit de aldus waargenomene gaping tusschen *Mars* en *Jupiter* reeds voorloopig opmaakte, dat, zoo als wij boven zeiden, waarschijnlijk, nog eene planeet tusschen dezelve zich zoude bevinden, om aan de voorschrevene orde te voldoen, en, inderdaad, op den eersten dag dezer 19^{de} eeuw, ontdekte *Piazzi*, te *Palermo*, eene bewegende ster, welke zich, nagenoeg, op de voorheen gegiste en hierboven aangewezen plaats bevond,

te

te weten, op omtrent 28 deelen afstands van de zon. Dezelve is vervolgens waargenomen en berekend door *Burckhardt*, *Olbers*, *Bode* en *Lalande*. Zij vertoont zich niet grooter dan eene kleine vaste ster, volbrengt haren loop om de zon in 4 jaren en 179 dagen, is omtrent 15 maal kleiner dan onze aarde, en staat van de zon 58 millioenen Duitsehe mijlen. Sommigen hebben nog lang hare wezenlijkheid als planeet bestreden, en meenden, dat zij veel er eene komeet zou wezen; doch sedert het begin des jaars 1802, zijn de beroemdste mannen, als *Lalande*, *Piazzi*, *Bode*, en meer andere, het volkomen eens, dat wij nu met zekerheid haar voor eene nieuwe planeet mogen houden; noemende eenigen haar, naar den ontdekker, *Piazzi*, doch anderen weder *Ceres*. Behalve deze, zijn er naderhand nog drie andere planeten ontdekt, welke men genoemd heeft *Pallas*, *Juno* en *Vesta*, en dus te zamen vier, alle tusschen *Mars* en *Jupiter* in, en wel op nagenoeg denzelfden afstand van de zon, doch zich in uit elkander loopende loopbanen bewegende: *Pallas* werd ontdekt, den 28^{sten} Maart, 1802, door *Olbers*, te *Bremen*; zij staat van de zon omtrent 57 millioenen Duitsehe mijlen, loopt in 4 jaren en 179 dagen om de zon, en dus geheel gelijk met *Ceres*; *Juno*, den 1^{sten} September, 1804, door *Harding*, staat van de zon bijna 56 millioenen mijlen, en loopt om dezelve in 4 jaren en 130 dagen; eindelijk *Vesta*, den 29^{sten} Maart, 1807, mede door *Olbers*; deze staat op 49 millioenen mijlen van de zon, en volbrengt haren loop om dezelve in 3 jaren en 239 dagen.

Heintje. Maar, *Meester!* het schijnt mij toe, dat nu de straks opgemaakte rekening weder in de

I. DEEL.

I

war

war is; er moest immers, naar het vermoeden der Sterrekundigen, tusfchen *Mars* en *Jupiter* slechts ééne planeet zijn, en nu heeft men er al vier ontdekt?

Mr. Dat is ook waar, Heintje! maar de Geleerden vooronderstellen, dat er ook niet meer dan ééne planeet geweest zij, doch dat dezelve, door een inwendig toeval, met geweld in verscheidene kleinere stukken zou gesprongen zijn, welke, door dezelfde zwaarte of algemeene aantrekkingskracht bestuurd, om de zon zijn blijven loopen; en wel om reden, vooreerst, dat zij alle zeer klein zijn, ten andere, dat zij omtrent op denzelfden afstand zijn gebleven, en dat het berekenbaar is, dat, wanneer zulk eene geweldige vaneenspringing gebeurt, ieder stuk, zoo ver afgeweken zijnde, als de kracht der uitbarsting kan te weeg brengen, nergens heen konde vallen, maar, even als alle andere planeten, om de zon moest blijven loopen.

Jantje. Dat is inderdaad akelig; als ons zulk een ongeluk eens overkwam, en onze aardbol eens van elkander barstte en in brokken wegvloog, o Hemel! wat zou er van ons worden!

Mr. Wij weten nog te weinig van het binnenste van onze aarde, om te kunnen beoordeelen of zulks al of niet mogelijk is; doch tot onzen grooten troost is het zeker, dat god, ons aller Vader, onze dagelijksche Onderhouder en Verzorger is en blijven zal, en er niets zonder zijnen wil geschieden kan. Wij kunnen dus gerust zijn, dat Hij niets van dien aard gebeuren laat, of Hij heeft er zijne wijze en goede oogmerken mede, en dat Hij ons, redelijke wezens, nimmer zal laten verloren gaan, maar hen vooral, die Hem liefhebben en zij-

zijne geboden onderhouden, in eeuwigheid zal bewaren, en hetzij hier, of in eene andere wereld zal herstellen, en voor altijd gelukkig doen zijn. Wanneer wij voor ieder ongeluk, dat ons kan overkomen, wilden vreezen, dan moesten wij alle oogenblikken bevreesd zijn; maar, neen! de brave, de deugdzame mensch is de vriend van god, en dat is genoeg, om ons gerust te stellen, en voor niets beangstigd te doen wezen. — Gaan wij nu verder voort. Zulk een gezelschap van sterren, als ik u daar verklaard heb, en waaronder ook onze aardbol behoort, noemt men een *planeetstelsel*, en dat, waarvan onze zon in het midden staat, *ons* planeetstelsel of ook *zonnestelsel*. Ongetwijfeld is, gelijk ik reeds zeide, elke vaste ster eene zon, als de onze, en is er ook om ieder van dezelve een aantal planeten, even als om onze zon, welke wij alleen door den verren afstand niet kunnen zien. Derhalve is er dan niet alleen een ontzettend getal sterren, die wij bij helder weder zien, maar ook elk van die is eene zon, geschikt, om weder aan de om haar wentelende planeten licht en warmte te verschaffen. Hoe moet dit ons verbazen! o God! wat zijt Gij groot! wij verliezen ons in uwe almacht!

Heintje en Jantje. Ja, *Meester!* wij zijn te vol van bewondering, om ons naar behooren te kunnen uiten. Hemel! wat is die Schepper groot!

Mr. Ja, beste jongens! wel groot, maar ook goed. Doch het is tijd, om wat te rusten. Vaartwel! tot wederziens!

Z E S T I E N D E Z A M E N S P R A A K .

Vervolg van het voorgaande.

Heintje. *Meester!* wij hebben nog dikmaals met verbazing het laatste gesprek met u herdacht. Maar er zijn ons tevens eenige onduidelijkheden overgebleven, onder andere, hoe het te zamen kan gaan, hetgene gij ons in de vorige Zamenpraak leerde, dat de planeten dan eens vooruit, dan weder achteruit gingen, en, uit hoofde van dezen dwalenden loop, *dwaalsterren* genoemd werden; terwijl gij, kort daarna, ons weder verhaaldet, dat zij geregeld, ieder in een zeker getal dagen, om de zon loopen; — voorts hoe die sterren daar zoo los heenzweven, zonder ergens aan vast te wezen; — wat die loopbanen wel zijn, — en hoe het mogelijk is, zoo als gij zegt, dat de zon stilstaat, daar wij haar alle dagen voor onze oogen zien bewegen?

Mr. Wel, vriendjes! deze aanmerkingen had ik juist van jongelingen, zoo als gij, die met lust en weetgierigheid over het verhandelde in eenzaamheid nadenkt, verwacht; luistert slechts toe, ik zal het u verklaren. De planeten loopen inderdaad niet dwalende, maar wel degelijk in orde, en geregeld, om de zon; daarom zeide ik ook *naar het ons toeschijnt*, en noemde het vervolgens *dwalend schijnenden* loop. Maar dewijl wij, op dezen aardbol zijnde, zoowel om de zon loopen als zij, en wij alleen van haren loop

moe-

moeten oordeelen, voor zooverre wij haar bij de vaste sterren zien, welke onderling altijd dezelfde plaats behouden, zoo kan deze loop ons niet geregeld voorkomen. Laat, bij voorbeeld, in Plaat II, *Fig. 2*, Z de zon zijn, M *Mercurius* en A onze aarde, beide geregeld om de zon loopende, zoo zal, wanneer de aarde in A 1 is en *Mercurius* in M 1, dezelve gezien worden te staan bij de *vaste ster 1*. De aarde geregeld voortgaande naar A 2 en *Mercurius* naar M 2, zoo zal *Mercurius* schijnen te zijn bij de *vaste ster 2*, en dus schijnen gegaan te zijn van de rechter- naar de linkerhand; daarna de aarde voortlopende naar A 3 en *Mercurius* naar M 3, zoo zal *Mercurius* schijnen te zijn bij de *vaste ster 3*, en derhalve weder teruggelopen te zijn naar de rechterhand. Gij ziet hieruit hoe dwalend die loop schijnt, alhoewel dezelve inderdaad zeer geregeld is. Wat nu aangaat uwe tweede aanmerking, verbeeldt u eens, dat er iemand stond (zie Plaat I) in de zon, en dat die al de planeten aan een touw kon vasthebben, en alsdan sterk genoeg was, om die rond te slingeren, wat zou er dan gebeuren?

Jantje. Wel dan zouden zij alle rondom de zon heenvliegen, even als mijn slinger om mijne hand draait, die hem beweegt.

Mr. Zeer zeker; nu zoo gaat het ook met de planeten; doch zij zijn aan geen touw vast, gelijk gij ligt begrijpen kunt; maar in de zon, als middelpunt, is eene kracht, welke al die groote lichamen tot zich trekt, en, door eene andere kracht, die van regtuitgaande beweging, geholpen, dezelve als om haar heenlingert, en ze nagenoeg op denzelfden afstand houdt, alsof zij aan een slingertouw vastzitten. De plaats, welke

I 3

zij

zij in den Sterrenhemel doorloopen, noemt men de *loopbaan*; even als de boog, welken uw slinger in uwe hand draaijende doorloopt, zijne loopbaan zou kunnen genoemd worden. Deze slingering houdt de planeten van zelve op hare plaats; zij zijn dus nergens aan vast, even zoomin als onze aarde, en deze kracht is eigenlijk de algemeene aantrekking; zoodat dezelve zoowel bij de hemelsche ligchamen, als bij de aardsche doorgaat. De trekking van de *maan* op onze aarde is blijkbaar in het water der zee: het hoopt zich in den omtrek van de plaats, waar de maan boven staat, gedurig op, en veroorzaakt daardoor die rijzing en daling in het water der zee, welke men *eb* en *vloed* noemt.

Hoezeer het ons toefchijnt, dat de zon alle vier en twintig uren om onzen aardbol loopt, en in een jaar tijds den geheelen zonnweg, welke twaalf sterrenbeelden bevat, aflegt, zoodanig, dat zij iedere maand van 30 dagen in een ander sterrenbeeld overgaat, gelijk onze Almanakken aanwijzen, — als: den 21^{sten} Maart in het teeken van den Ram (*Aries*), den 20^{sten} April in dat van den Stier (*Taurus*), den 21^{sten} Mei in de Tweelingen (*Gemini*), den 22^{sten} Junij in den Kreeft (*Cancer*), den 23^{sten} Julij in den Leeuw (*Leo*), den 24^{sten} Augustus in de Maagd (*Virgo*), den 23^{sten} September in de Weegschaal (*Libra*), den 24^{sten} October in den Schorpioen (*Scorpius*), den 23^{sten} November in den Schutter (*Sagittarius*), den 22^{sten} December in den Steenbok (*Capricornus*), den 20^{sten} Januarij in den Waterman (*Aquarius*) en den 19^{den} Februarij in de Vischen (*Pisces*), — is het evenwel zeker, en lijdt het geen' twijfel meer, dat de zon stilstaat, schoon

schoon men er te voren hevig om twistte. Wat sterrenbeelden zijn, weet gij zeker reeds; het zijn verzamelingen van sterren, die men willekeurige namen gegeven heeft, om den weg aan den Sterrenhemel te kennen, even als men de straten van steden namen geeft, om den weg te kunnen vinden, en aan plaatsen, om dezelve van andere te onderscheiden, zonder dat men zich verbeelden moet, dat de sterrenbeelden eenige gelijkenis met derzelver namen hebben. Hoezeer het stilstaan der zon ook buiten twijfel zij, meent gij toch dezelve te zien loopen van het oosten naar het westen, niet waar? Maar hebt gij weleens in eene trekfchuit gezeten, en, terwijl die voortging, door een venster, of andere opening, naar de boomen op den wal gezien?

Jantje. Ja, *Meester!* en dan was het, alsof al die boomen voortliepen.

Mr. Welnu! en die liepen immers niet voort; maar het was de schuit, waarin gij zat, die voortging, en dus werd uw gezigt daarin, als ware het, bedrogen. Even zoo is het met onzen aardbol en de zon: in plaats dat de zon alle vier en twintig uren, met den ganschen Sterrenhemel, dien onverbeeldelijk grooten weg om onzen aardbol henen aflegt, gebeurt er niets anders, dan dat de aardbol zich om zijne as wentelt, gelijk u, bij het onderwijs in de Aardrijkskunde, wel reeds gezegd zal zijn. En hoe veel wijzer is zulk eene inrigting, dewijl daardoor al hetzelfde plaats heeft, als dat de zon en de geheele Sterrenhemel omwentelde! Bij voorbeeld: wat zoudt gij denken, dat wijzer en beter was, wanneer gij deze kamer van alle zijden bezien wildet, dat dezelve rondom u wentelde, of dat de ka-

mer stilbleef, en gij eenvoudig u zelven om- draaidet?

Heintje. Voorzeker beter, dat ik mij om- keerde. Maar hoe komt het, dat wij het niet voelen, en dat alles niet door elkander valt, wan- neer de aardbol omwentelt?

Mr. Hoe wildet gij het voelen, en waar wil- de het heen vallen? Het is waar, dat, als wij hard loopen, wij eenen wind gewaarworden; doch dat is de lucht, welke wij doorgaan; maar onze aardbol wentelt met de lucht en de wolken te za- men om, en beweegt zich in het ruim heelal, waar geene tegenstandbieding van lucht of eenige merkbare stof is. En hoe zou er iets kunnen vallen? Gij weet immers door de Aardrijkskun- de, dat wij tegenvoeters hebben? Welnu, die staan met hunne voeten naar onze voeten toe: waarom vallen die dan ook niet? En wij, we- derom hunne tegenvoeters, staan even zoo te hun- nen aanzien: waarom vallen ook wij niet? Neen! de aantrekkings- of zwaartekracht, welke wij ge- zien hebben, dat de oorzaak van het vallen is, bepaalt zich tot het middelpunt van den aardbol, en trekt dus alles, wat op de oppervlakte is, daar naar toe: derhalve is alles *boven*, wat op de oppervlakte staat, en het wezenlijke *onder* alleen in het middelpunt. Zie hier een' bal, waar- van de oppervlakte overal boven is; rolt dien nu voort, zoo als gij wilt, het middelpunt blijft daar het is, en de oppervlakte zoowel boven, alsof hij stil lag, zoodat het voortrollen geene veran- dering maakt. — Door de omwenteling der aarde om hare as, dat eens in de vier en twintig uren geschiedt, gaat de zon en de geheele Sterrenhemel voor ons op en onder, en wij verkrijgen dag en nacht:

nacht: dit noemt men dus de *dagelijksche bewe- ging der aarde*. Bezien wij nu hare jaarlijksche, of den loop, dien zij, al rollende en wentelende, in een jaar om de zon doet, en hoe dit ons de jaargetijden veroorzaakt; waarbij ik vooraf moet aanmerken, dat hoe schuiner de zonnestralen op deze of andere plaatsen van den aardbol vallen, hoe minder warmte de zon daar geeft, en dus op het allerschuinst zijnde, het aldaar winter is. Zie Plaat IV, Fig. 1.

Laat in Z de zon zijn, en de cirkellijn, daarom heen, den weg verbeelden, welchen onze aardbol in een jaar doorloopt, en wel met die bijzonder- heid, dat deszelfs polen altijd naar dezelfde punten des hemels blijven wijzen. Eigenlijk is de loop- baan der aarde, even zoomin als die der andere planeten, geene cirkellijn, maar een ellips, waar- van de zon in een der brandpunten staat, zoo als op de Plaat is aangewezen. Wanneer nu de aarde in 1 is, N Z de as, P O den noorderkeerkring, R T den zuiderkeerkring verbeeldt en E Q de linie, dan zien wij, dat de zon regt boven den noorderkeer- kring staat, en A, dat de plaats van *Amsterdam* is, een' zonnestraal S A krijgt, die vrij steil op dezelve valt; hetwelk alzoo de zon voorstelt, wanneer wij haar des zomers hoog aan den he- mel zien, en zij hare stralen vrij steil op ons doet vallen. Laat nu de aarde een half jaar voortgaan, tot in 2, wat gebeurt er dan? Thans is de zon regt boven den zuiderkeerkring, en de straal A S op *Amsterdam* merklijk schuiner dan in 1, derhalve die lage zon, welke ons des winters met zeer schuins loopende stralen beschijnt, en dit ons den winterstand voorstelt; terwijl het in 1 zomer was, en tusschen beide de standen

van lente en herfst plaats hebben. Hoe schoon laat zich dit alles weder verklaren uit de beweging der aarde! — Merkt hierbij aan, dat, — alhoewel de afstand der aarde des winters in C, tot dien van des zomers in C, eene lengte is, welke door een' kanonskogel naauwelijks in 50 jaren, met de gewone snelheid voortgaande, zou kunnen worden afgehoopen, — het zien van eene vaste ster op die twee zoo ver afgelegene standen der aarde geene verandering van plaats maakt, ten bewijze, dat de vaste sterren, zoo als reeds gezegd is, onmeetbaar ver van ons af zijn.

Nu blijft ons nog over te spreken van de beweging der *maan* om onzen aardbol, om welken zij, gelijk ik reeds zeide, in omtrent $29\frac{1}{2}$ dag loopt, terwijl zij een 49^{ste} gedeelte van de grootte des aardbols uitmaakt. Laat, in Plaat III, *Fig. 2*, A de aarde, Z de zon, en BCDE den weg van de maan om onze aarde zijn. De maan is, zoo-wel als onze aarde, op zich zelve een donker ligchaam, bekomende, even als onze en alle andere planeten, al haar licht van de zon; dus moet volgen, dat, als de maan op de plaats van B is, zij hare donkere zijde naar de aarde rigten moet, en het dus Nieuwe Maan zal zijn. In C is het Eerste Kwartier, omdat dan de helft van de oppervlakte bij ons als verlicht zichtbaar is; in D is de geheele verlichte zijde naar de aarde gekeerd, derhalve Volle Maan, terwijl in E het Laatste Kwartier plaats heeft.

Heintje. Vergun mij te vragen, waarom gij nu zegt, dat de maan in $29\frac{1}{2}$ dag om onze aarde loopt, daar gij ons in de vorige Zamenpraak gezegd hebt, dat het $27\frac{1}{2}$ dag was?

Mr. Dat is ook beide waar: de maan loopt

(Plaat

(Plaat III, *Fig. 2*) om de aarde den kring BCDE af in $27\frac{1}{2}$ dag; doch eer zij wederom in B is gekomen, is de aarde van A naar de zijde van E voortgegaan; zoodat dan het punt B niet meer tusfchen de zon Z en de aarde A, maar achtergebleven is; zij moet dus nog verder voortloopen, om weder tusfchen A en Z te komen, en Nieuwe Maan te maken; hetwelk een verschil van omtrent 2 dagen maakt; waarom derhalve een manefchijn, dat is van Nieuwe Maan tot weder Nieuwe Maan, nagenoeg $29\frac{1}{2}$ dag is. — Maar wat dunkt u, lieve jongens! als de maan in B nieuw is, moet zij dan niet beletten, dat iemand, die op de aarde in A woont, de zon zien kan; en als zij in D vol is, moet dan ook niet de aarde het licht der zon verhinderen op de maan te vallen en dezelve te verlichten?

Heintje. Wel ja, *Meester!* als de zon eens deze kaars, mijn oog de aarde, en mijne hand de maan was, en ik deze tusfchen de kaars en mijn oog houd, dan kan ik immers de kaars niet zien?

Mr. Regt zoo; en dat is ook fomtijds het geval, doch niet altijd; want al kan men dat in eene *Figuur*, als deze, niet wel anders teekenen, zoo kan, evenwel, de maan dan eens hooger, dan eens lager, dan de rigting der zon zijn: ziet! zoo als mijne hand; die is nu ock wel tusfchen mijn oog en de kaars in; maar ik kan, onder haar door, evenwel de kaars zien. Even zoo gaat het met de maan; dan is zij wat hooger, dan weder wat lager dan de zon, en hindert dus niet. Intusfchen gebeurt het nu en dan, soms tweemaal in een jaar, dat de zon door de maan voor ons gezigt bedekt wordt, als in B, Plaat IV, *Fig. 2*, en dan noemt men het

zonëklips, zoodat de zwarte vlek, welke wij dan op de zon zien, het ligchaam der maan is. Desgelijks in den stand van Volle Maan, als in D, gebeurt het twee- of meermalen in het jaar, dat de aardbol het licht van de zon opvangt en belet op de maan te vallen, waardoor de maan voor een gedeelte, of somtijds wel geheel, in de schaduw komt, en dit noemt men *maanëklips*; zoodat de donkere vlek, welke wij dan op de maan zien, niet anders is dan de schaduw van onzen aardbol, gelijk de kegel AD aantoont. Er kan dus alleen bij Nieuwe Maan eene *zonë* en bij Volle Maan eene *maanëklips* zijn. De eigenlijke reden, dat de maan slechts nu en dan eklips veroorzaakt, is deze: indien men de loopbaan der aarde door het middelpunt der zon en aarde heen als een digtgemaakt vlak beschouwt en dus ook het vlak van den zonne- of wel aardbolsweg noemt, en men dit eveneens met den maansweg doet, dat dan ook het vlak van den maansweg zijn zal, dan zullen deze twee vlakken schuin op elkander staan, en het vlak van den maansweg zal het vlak van den aardbolsweg snijden in twee punten, die tegenover elkander staan, welke punten men de *knoopen* noemt; wanneer het nu Volle of Nieuwe Maan is, en de maan dan in of zeer nabij die knoopen staat, spreekt het van zelf, dat zij ook in of zeer nabij het vlak van den aardbolsweg is, en dus, of regt tusschen zon en aarde, of vlak achter de aarde in hare schaduw staat.

Jantje. o *Meester!* wat is dat alles duidelijk, en tevens wonderbaarlijk wijs!

Mr. Ja voorzeker, denkt nu over alles, tot eene volgende gelegenheid, aandachtig na.

Z E.

Z E V E N T I E N D E Z A M E N S P R A A K.

Vervolg van het voorgaande.

Mr. In onze vorige bijeenkomst zeide ik, dat men de aantrekking der hemelsche lichamen op onze aarde allerduidelijkst zag in de maan, en dat dezelve daardoor de *eb* en *vloed* der zee veroorzaakte. Zie hier wat daarvan zij: Laat, in Plaat IV, *Fig. 3*, Z de zon, M de maan, en het middelste den aardbol verbeelden, dien wij voor het oogenblik eens onderstellen, geheel en al van de zee omringd te zijn. Overal, waar de maan is, trekt zij het water van de zee, min of meer, tot zich op. Dit doende, is het ter plaatse, waar de maan het water dus opgetrokken heeft, hoog water, als hier in de *Figuur* in W, — en de zee, welke de aarde omringt, neemt de gedaante aan van een ovaal of eirond. Gaat de maan, door de omwenteling van de aarde, aldus voort, zoo moet de top van het ovaal W altijd de maan volgen, en aldus, zes uren daarna, boven X gekomen zijnde, aldaar hoog water maken, maar weder laag water in W en Z, omdat het water dan van die zijden is weggetrokken. Komt de maan vervolgens in M 3, dan is het weder hoog water in Z en in W, en van de zijden X en Y weggetrokken, terwijl het aan den tegenovergestelden kant opgehoopt blijft; zoodat er, op die wijze, om de zes uren in de zeeën van onzen aardbol hoog en laag water is.

Hein.

Heintje. *Meester!* [dat het water hoog staat onder de maan, kan ik wel begrijpen, dewijl zij door hare aantrekking het water optrekt; maar ik vat nog niet geheel, waarom het ook aan de overzijde, daar de maan niet is, hoog water zijn kan.

Mr. Ik heb er u reeds iets van gezegd, doch alle redenen er van op te noemen, zou boven uw bereik loopen: ik zal evenwel trachten het u duidelijk te maken. Wanneer de maan in M 1 staat, trekt het water in W op, zoo als natuurlijk is, en dus van de zijde Y en X af, waardoor men aldaar in X en Y laag water heeft. Maar Z is aan de andere zijde van den aardbol, en, doordien de aarde tusschenbeide is, als ware het, niet terstond bereikbaar voor de aantrekking der maan, zoodat het water aldaar niet verminderen kan, en derhalve hoog is, in vergelijking van de zijden X en Y, die weggetrokken zijn. — Waarom het aldaar nagenoeg even hoog is, als onder de maan, moet gezocht worden in eene werking van de aantrekking der maan op de kern van den aardbol zelve. Wanneer nu de maan in M 1 zich bevindt, dat is tusschen de zon Z en de aarde, en het dus Nieuwe Maan is, zoo trekt de maan niet alleen het water op; maar de zon heeft insgelijks deel aan deze optrekking, als staande in ééne en dezelfde lijn. Vandaar is het ook, dat men, natuurlijkerwijze, bij Nieuwe Maan het hoogste water heeft, dat men *spring* noemt. Het vermogen der maan wordt geschat zoodanig te zijn, dat zij in eene ruime zee het water omtrent 6 voeten verhoogt, terwijl de zon hetzelfde in dit geval slechts 2 voet optrekt; zoodat de zon en de maan te zamen eene optrekking van 8 voet water veroor-

zaken. Ik moet hier nog eene bedenking bijvoegen, welke door sommigen, die alleen naar den schijn oordeelen, weleens gemaakt is, dat, namelijk, het water aan de tegenoverstaande zijde, alwaar de maan zich niet bevindt, niet hoog kan blijven, maar naar de lage zijde heen moet loopen, om het waterpas te herstellen; doch als men slechts overweegt, dat het waterpas alleen geboren wordt door de aantrekkingskracht der aarde, en wel begrijpt, dat de wateren der zee nu niet meer door de aantrekking der aarde alleen, maar ook door die der maan aangedaan worden, dan spreekt het van zelf, dat de gewone waterpasstand geene plaats meer kan hebben, en de drukking des waters niet meer rechtstandig op de aarde is, maar eene schuinsche rigting krijgt, hetwelk de *ellipsoïde*, of ovaal rond lichaaam, waarvan wij straks spraken, uitmaakt: ziet hier hoe de zaak eigenlijk toegaat:

Laat, in Plaat IV, *Fig. 4*, G C F D de oppervlakte van de zee zijn, welke wij ons, even als in de voorgaande *Figuur*, verbeelden, den aardbol van rondom te omgeven. De maan, in M trekkende op deze ronde gedaante, werkt zoo als hier wordt voorgesteld; waarbij ik u vooraf moet doen opmerken, dat alle aantrekking van afstand tot afstand zeer vermindert, en wel in rede van de vierkanten derzelve. Dit nu zoo zijnde, gelijk het waarlijk is, dan moet het punt C, dat nader bij de maan is dan de punten A en D, ook sterker naar de maan getrokken worden, zoodat, als het punt C opgetrokken wordt naar K, het middelpunt A slechts tot aan B, en het verste punt D slechts tot E zal verplaatst worden, en aldus de punten G en F moeten verkorten tot in H en I, waardoor het eivond of de ellips E H K I zal geboren worden, welke wij, in de vorige *Figuur*

onder YWXZ hebben kunnen zien; zoodat, het middelpunt A verplaatst wordende tot in B, de hoogte van het water aan de tegenovergestelde zijde van de maan gelijk blijft aan den afstand BE, nagenoeg even groot als BK, en het dus aan deze tegenoverstaande zijde omtrent even hoog water als onder de maan zal zijn, en daarom ook *spring*, of het hoogste water, bij Volle Maan. De hooge en lage zee, of de *vloed* en *eb*, hebben, in den tijd van 24 uren (eigenlijk 24 uren en 21 minuten), tweemaal plaats, dat is 6 uren *vloed*, en dan weder 6 uren *eb*. Aangezien de maan op de aarde werkt, als ware zij geheel met water overdekt, heeft de *eb* en *vloed* ook alleen plaats in den *Grooten Oceaan* en de daar onmiddellijk mede verbundene zeeën, als de *Noordzee*, enz.; terwijl zeeën, die slechts door nauwe straten verbonden zijn, minder, en verder afgelegen, dezelve geheel niet gevoelen: zoo hebben de *Middellandsche Zee* weinig *eb* en *vloed*, de *Oostzee* nog minder, en de *Zwarte* en *Kaspische Zeeën* geheel niet.

Jantje. Maar, *Meester!* ik hoorde u ook nog van *kometen* of *staartsterren* spreken; ik bid u, zeg mij toch eens, zijn dat, wanneer zij aan den hemel verschijnen, voortteekenen van eenig kwaad, dat een Land of volk overkomen zal? — ik heb het weleens hooren verhalen.

Mr. Wat voortteekens! er zijn zulke voortteekens niet. God is wijs en goed, en deze zijne wijsheid en goedheid houden zorgvuldig voor den mensch altijd het toekomstige verborgen. *Kometen* zijn sterren, welke altijd aan den hemel zijn, loopende, even als de planeten, om onze zon, echter in zeer langwerpige loopbanen, gelijk in *Plaat II, Fig. 1, CCC*; doch meestal veel te ver van ons af,

af, om gezien te worden, en alleen maar zichtbaar, als zij de zon naderen. Sommige loopen vele jaren lang, alvorens zij die loopbaan volbragt hebben, en dat verbazend snel. Verbeeldt u nu eens die eeuwige groote ruimte van den hemel, vol van werelden, en waarschijnlijk ieder derzelve voorzien met schepselen als onze aarde, ter verheerlijking van hunnen Schepper verordend, o! hoe eindeloos is dan het geschapene! — hoe verliest zich hier de sterkste verbeelding niet! — en zou men dan nog zoo bekrompen denken, alsof die groote god, voor den mensch alleen, voor dezen, in vergelijking van het heelal, nietsbeduidenden aardbol, lichten aan den hemel zou doen voorkomen, om tot voortteekenen te dienen? Neen, verre van daar; het is honend, het onteert de Oppermajesteit van den Regeerder van hemel en aarde, zoodanig iets zich te verbeelden. — Met die oude-vrouwen sprookjes, alsof de planeten de lotgevallen der menschen zouden regeren, is het even zoo gelegen; ja! dit is zelfs een gevaarlijk, een ongerijmd denkbeeld, afkomstig van het Heidendom. Deze, den waren god, die hemel en aarde vervult, niet kennende, hadden verscheidene Goden en Godinnen, welke zij meenden, dat onze lotgevallen bestuurden, als: *Jupiter*, den God des hemels, *Mars*, dien des oorlogs, *Mercurius*, dien van den handel, enz. Daar nu ook aan de planeten dezelfde namen, als aan de Heidensche Goden, alleen ter onderscheiding, gegeven zijn, zoo heeft het dom gemeen van de Heidenen overgenomen, er ook krachten aan toe te schrijven. Gij ziet dus duidelijk, dat, wanneer men aan zulk eene soort van werking der planeten geloof hecht, het eveneens is, alsof men aan het Veel-Godendom der Heidenen geloof, en dat het eene Godslastering is, met zulk een beu-

zelachtig, en voor den Christen zoo schandelijk, bijgeloof zich op te houden; behalve dat het, uit den aard der zake, belagchelijk is, aan ligchamen, gelijk staande in hoedanigheid met onze aarde, eenigen invloed of regering op de lotgevallen en omstandigheden van zedelijke wezens, zoo als wij menschen zijn, toe te schrijven. Geene andere betrekking hebben de planeten op onze aarde, en deze weder op haar, dan de aantrekkingskracht; dat is, dat zij elkander onderling aantrekken, en hoeveel dit aan ons geluk of ongeluk toe kan brengen, laat ik aan ieder denkend wezen over te bepalen: voorwaar niets. Doch laat ons van deze onze bezigheid een weinig uitrusten, en nu, ten besluite van het Eerste Deel onzer taak, voor eenigen tijd, de eene of andere aangename uitspanning nemen.

Heintje. Zeer gaarne, *Meester!* want ik ben van al dat bijgeloof genezen, en heb bijna pijn in het hoofd gekregen, door u te volgen in die wondergroote beschouwing van den Sterrenhemel. Wie toch zou zich hebben kunnen verbeelden, dat god zoo groot is, als de Natuurkunde ons leert! Hetgene ik eertijds voor een vast dak hield, is eene eeuwige ruimte; wat mij toefchenen slechts kleine lichtjes te zijn, de sterren namelijk, zijn verbazend groote bollen, meerendeels zonnen als de onze, waar-schijnlijk ieder met planeten omgeven, en dan alles vol scheepselen! o Groote Schepper! wat zijn uwe werken vol wijsheid, vol almacht en goedheid!

Mr. Gij hebt reden dus te spreken, lieve leerlingen! Onze geheele bedoeling, met het leeren der Natuurkunde, is niet anders, dan, aan de eene zijde, u, zooveel mogelijk, alle verschijnselen in

de

de Natuur (waarvan het bijgeloof sommige voor wonderteekenen houdt) op te losfen, en de oorzaken derzelve te verklaren, en, aan den anderen kant, u god, den Schepper der geheele Natuur, den Regeerder der wereld, op wiens almachtig woord al die geschapene wezens hun bestaan hebben gekregen, meer dan ooit te doen kennen, als almachtig, alwijs en algoed. Denkt ondertusfchen niet, dat gij deze wonderen van gods wijsheid alleen in hetgene wij nu verhandeld hebben zoo treffend ontdekt; neen, in alles, ja zelfs in het geringste, vindt gij alles even wonderbaarlijk, even vol orde. Ja, in het maakfel van het kleinste diertje, — overal heerscht dezelfde orde, dezelfde wijsheid, als in de samenstelling van den geheelen Sterrenhemel!

Einde van het Eerste Deel.

B L A D W I J Z E R

D E R

V O O R N A A M S T E Z A K E N ,

vervat in het EERSTE DEEL.

*
A.

<i>A</i> antrekkingskracht, eene algemeene Natuurkracht.	Bl. 47.
— hoe die dient verstaan te worden.	48.
— is sterker naar mate er meer vaste stof is.	48 en 49.
— hoe die in hare werking kan verdeeld worden.	51.
— vertoont zich in op elkander gevoegde koperen en glazen platen.	49 en 50.
— — — — — bij de opklimming van water in dunne glazen pijpjes of haarbuisjes.	50, 59.
— van den aardbol noemt men <i>zwaartekracht</i>	54.
— waarom niet altijd merkbaar.	55.
— — — — — merkbaar in een' metalen kogel bij een' steilen berg gehangen.	55 en 56.
— — — — — veroorzaakt het lijmen, plakken, en dat waterdruppel aan boomtakken blijven hangen.	56 en 57.
— — — — — Leeringen uit dezelve ter verklaring van dagelijks voorkomende verschijnsels.	57 en 58.
— — — — — op kleine afstanden, toegepast op de Scheikundige verwantschappen.	60.

Aard

<i>Aard</i> der lichamen. Zie <i>Eigenschappen</i> .	
<i>Aardbol</i> , (Korst van den) hoe die, naar alle waarschijnlijkheid, gevormd is.	Bl. 88 en 89.
— (Hoe men de korst van den) verdeelt.	89.
— (Groote veranderingen in de korst van den) voorgevallen.	92 en 93.
— (De) beweegt.	135.
— (Hoe de beweging van den) dag en nacht en de seizoenen maakt.	136 en 137.
— (Waarom wij de beweging van den) niet bijzonder gewaarworden.	135 en 136.
<i>Aarde</i> (Wat) is en hare foorten.	93 — 95.
<i>Aardharst</i>	99.
<i>Aderbergen</i> of <i>gangbergen</i> , wat dat zijn.	91.
<i>Affiniteit</i> . Zie <i>Verwantschap</i> .	
<i>Alkalia</i> . Zie <i>Loogen</i> .	
<i>Ammoniak</i> . Zie <i>Vlugge loog</i> .	
<i>Appels</i> der eikenbladen worden door den steek van een <i>insekt</i> voortgebracht, en zijn de <i>galnoten</i>	115.

B.

<i>Bergstoffen</i> . (<i>Gemengde</i>)	94.
<i>Beweegbaarheid</i> der lichamen.	47.
<i>Bladeren</i> (Waarom het nuttig is, dat de) groen zijn.	106.
<i>Bloem</i> der <i>planten</i> (Verdeeling van de)	106.
<i>Bloembollen</i> , ontleed, hebben reeds de volle bloem in zich.	105 en 106.
<i>Boom</i> , (<i>Apenbrood</i> -) verbazend groot.	109.
— (<i>Sago</i> -) op de <i>Moluksche Eilanden</i>	110.
<i>Boomen</i> , wat die zijn.	102.
<i>Boven</i> en <i>onder</i> (Wat eigenlijk) is.	136.
<i>Brandbare stoffen</i>	98.
<i>Buigbaar</i> , wat dat is.	78.

C.

Chemie. Zie Scheikunde.

D.

- Deelbaarheid* der lichamen. Bl. 36.
 ———— der lichamen is verbazend. 38 en 39.
 ———— Leeringen uit dezelve. . . 41 en 42.
Delfstoffen, wat die zijn. 88 en 89.
 ———— hare verdeeling. 93.
 ———— zijn in de Natuur meerendeels onzuiver, en worden door kunst opgemaakt. 101.
Diamant (De) is eene ontvlambare zelfstandigheid, en verbrandt in een sterk vuur. . 99.
Dieren. (Klasfen en verdeeling der) 112 — 114.
 ———— wat die zijn. 112.
 ———— hun bloed is verschillend. . . 112 en 113.
 ———— (Tweeflachtige). 112.
 ———— hun getal en verscheidenheid is verbazend. 115 en 116.
 ———— (De Natuur is vol). 116.
 ———— (Lichtgevende). 116.
 ———— in de heete baden bij *Albano*. . . 116.
 ———— hunne geschiktheid ter verkrijging van voedsel. 117.
 ———— hoe het met derzelve voeding is. . 118.
 ———— in de hom van den kabeljaauw, door *Leeuwenhoek* ontdekt. 39, 116.
 ———— in het floopwater. 116.
 ———— de omloop van hun bloed en ademhaling. 118 en 119.
Doorschijnend, wat dat is. 76.
Droog, wat daardoor verstaan wordt. . . 76.
Dubbelsterren, waarom dus genoemd. . . 125.
 ———— (Men ontdekt beweging in de). 125.
 Dui-

Duikelaars-klok. Bl. 34 en 35.
Dwaalsterren. Zie Planeten.

E.

- Eb en vloed* der zee. 134.
 ———— (Nadere verklaring van de) 141 — 144.
 ———— heeft niet overal in alle zeeën plaats. 144.
Eigenschappen (*Algemeene*) der lichamen. 27 en 28.
 ———— (*Bijzondere* of *toeyallige*)
 wat die zijn. 74 — 78.
Eklipsen, wat die zijn. 139 en 140.
Erfen, wat die zijn. 100.

G.

- Gedaante* (*Bepaalde*) der lichamen. 30 en 31.
Gegravene lichamen. Zie Delfstoffen.
Gevoel van warmte en koude is betrekkelijk, en dus zeer verschillend, door eene proef aangetoond. 75 en 76.
Gisting, (*Suikerachtige, wijnachtige, zure en rottende*) wat dat zijn. . . . 121 en 122.
Granietbergen. 90 en 91.
Grasfoorten, welke gewassen hieronder worden verstaan. 103.
Groeijende lichamen. Zie Planten.

H.

- Hard*, wat dat is. 77 en 78.
Heesters, wat die zijn. 102.
Hoedanigheden der lichamen. *Zie Eigenschappen.*
Hydrogène. Zie Waterstof.

I.

- Infekt* (konzenilje). Bl. 115.
Infekten of gekorvene dieren. 112.

K.

- Kalkaarde*, wat daaronder behoort. 94.
Kiezelaarde, wat daaronder behoort. 93 en 94.
Kliefbaar of *schilferend*, wat men dus noemt. 81.
Knoopen van den maansweg, wat dat zijn. 140.
Koude, wat die is. 75.
Kruiden en *planten*, wat die zijn. 102 en 103.

L.

- Ledig* is niet al hetgene men *ledig* noemt. 34.
Leem, waartoe goed. 95.
Leeringen uit de ondoordringbaarheid. 36.
 ————— de deelbaarheid. 41 en 42.
 ————— de poreusheid. 45 en 46.
 ————— de algemene aantrekking. 57 en 58.
 ————— de verwantschap. 71 — 73.
 ————— (Verschillende) 86 en 87.
Leliën, welke *planten* onder dezen naam begrepen worden. 103.
Lengte, *breedte* en *dikte* hebben alle lichamen. 24.
Ligchamen, wat die zijn. 24.
 ————— (Alle) bieden tegenstand. 32.
 ————— zijn deelbaar. 36.
 ————— tot eene verbazende
fijnheid. 37 — 39.
 ————— zijn poreus. 42.
 ————— zijn beweegbaar. 46.
 ————— hebben aantrekkingskracht, enz. 47.
 ————— hoe men die in de Natuur onderscheidt en in de hoofdsoorten verdeelt. 78 — 81, 87 en 88.
 Lig-

- Ligchamen*. (*Enkelyvoudige*) Bl. 61.
 ————— (*Zamengestelde*) 61.
Lijmen, wat dat is. 56.
Loog. (*Vlugge*) 66.
 ————— *aarden*. 66.
Loogen, wat die zijn. 66.
 ————— bestaan uit zuurstof en een metaal. 66 en 67.
Loop der planeten om de zon. 126 — 128.
Loopbanen der aarde en planeten zijn ellipsen. 137.
Lucht biedt tegenstand. 33.

M.

- Maan*, hare grootte. 138.
 ————— is een donker ligchaam. 138.
 ————— (Hoe zich de) Nieuw en Vol vertoont. 138.
 ————— haar loop om de aarde. 126, 138.
 ————— oorzaak van de *eb* en *vloed* der zee. 141.
Maanëklips, wat die is. 140.
Manen, of wachters der planeten *Jupiter*,
Saturnus en *Uranus*. 126 en 127.
Melkweg is eene groote hoeveelheid sterren. 123.
Mergel, eene soort van aarde, goed voor het mesten der landen. 95.
Metalen, wat die zijn, derzelve soorten en bijzondere zwaarten. 100 en 101.
Middelzouten. 67.
Mossen, eene afdeeling onder de *planten*. 103.

N.

- Natuur*, wat die is. 18 en 19.
 ————— hoe die kan beschouwd worden. 29.
Natuurkunde, wat die is en hoe zij verdeeld wordt. 19 en 20.
 ————— waarover dezelve handelt. 23 en 24.
 ————— (Natuurlijke Historie, een deel der). 87.
Natuur-Rijken, wat die zijn. 87.

- Natuur-Rijken*, (Aaneenschakeling der) hoe die door verscheidene foorten en elke van dezelve plaats heeft. . . . Bl. 114 en 115.
Nederploffen, wat dat is. 65.
Nevelvlekken, waarom dus genoemd. . . . 125.

O.

- Ondoordringbaarheid* der lichamen. 31.
 ————— Leeringen uit dezelve, 36.
Ondoorfchijnend, wat dat is. 76.
Ontvlambare zelfstandigheden onder de *delfstoffen*. Zie *Brandbare stoffen*.
Oplossen verklaard. 64.
Oxygène. Zie *Zuurstof*.

P.

- Paddestoelen* zijn planten. 103.
Palm (*Kokos-*) levert verscheiden' volken hun noodig onderhoud. 110.
Palmen zijn prachtige gewassen. 102.
Plakken, wat dat is. 56.
Planeetstelsel, wat dat is. 131.
Planeten, wat die zijn. 125.
 ————— hare namen. 125 en 126.
 ————— hare omloopstijden. 126 en 127.
 ————— hare afstanden en hoegrootheden 126 — 128.
 ————— waarom haar loop dwalende
 fchijnt. 132 en 133.
 ————— (Onlangs ontdekte). 128 en 129.
Planten, wat die zijn. 102.
 ————— hare verdeeling. 102.
 ————— hoe zij gevoed worden en groeijen. . . . 104.
 ————— hebben levenskracht. 104.
Plan-

- Planten* hebben eene eigene warmte. . . Bl. 104.
 ————— waarom dezelve des zomers uitbot-
 ten, en des winters hare bladen afvallen. 104 en 105.
 ————— hoe zij geteeld worden. 105.
 ————— (De foorten van) zijn verbazend
 talrijk. 108.
 ————— hebben in derzelver zaden, nog droog
 zijnde, reeds de kiem van de plant, welke
 daaruit voortkomen zal; en eene ervarenere
 hand kan die er zichtbaarlijk uithalen. 105 en 106.
 ————— (Grootste en kleinste foort van). . . 109.
 ————— (Geslachtsdeelen der). 107 en 108.
 ————— (Bijzondere bloei van). 107.
Polypen. 114 en 115.
Poreusheid der lichamen. 42.
 ————— kan verbazend zijn. 44.
 ————— Leeringen uit dezelve. 45 en 46.
Porselein, waarvan, en hoe dat gemaakt
 wordt. 95 en 96.
Potlood. 99.
Potten en *pannen*, waarvan, en hoe die ge-
 maakt worden. 95.
Precipiteren. Zie *Nederploffen*.
Proeven, wat dat zijn. 29.

R.

- Rekbaar* (Wanneer men de lichamen *taai* en)
 noemt. 82.
Rijken der Natuur. 87.

S.

- Scheikunde* (Eenige gronden der) kortelijk
 opgegeven. 60 — 71.
Schei-

<i>Scheikunde</i> . (Eenige Leeringen uit de) Bl. 71	73.
<i>Scheivocht</i> , wat men daardoor verstaat.	64.
<i>Schimmel</i> , welke men op vochtige plaatfen, enz. ziet, — eene <i>plant</i> .	103.
<i>Slak</i> . (<i>Purper-</i>)	115.
<i>Sodium</i> , <i>potasfium</i> , enz., wat dat zijn.	67.
<i>Spring</i> (Wanneer men) heeft.	142, 144.
<i>Steen</i> . (<i>Amianth-</i>).	96.
— (<i>Spek-</i>)	96.
<i>Steenen</i> , wat die zijn.	93.
<i>Steen-</i> en <i>aardsoorten</i> , hare verdeeling.	93.
<i>Sterren</i> . (Onderscheiding der)	124.
— haar verbazende afstand.	124, 138.
— (<i>Vaste</i>) wat die zijn.	124.
— (<i>Dwaal-</i>) of <i>planeten</i> , wat die zijn.	125.
— (<i>Staat-</i>) of <i>kometen</i> , wat die zijn.	126.
— (<i>Vaste</i>) haar afstand, tot nog toe, onberekenbaar.	124, 138.
— hebben geen' invloed op de lotgevallen der menschen.	145.
<i>Sterrenbeelden</i> , wat dat zijn.	135.
— (De twaalf) van den zonne- weg, welke die zijn.	134.
— (De) hebben geene gelijkenis met derzelver namen.	135.
<i>Sterrenhemel</i> beschouwd.	123.
<i>Stof</i> , alleen merkbaar door de tegenstandbie- ding.	35.
— moet boven alle verbeelding fijn zijn.	39 en 40.
— (<i>Vaste</i>) wat daardoor verstaan wordt.	81.
<i>Stoffes</i> (<i>Kleine</i>) hebben lengte, breedte en dikte.	24.
<i>Strontiaanaarde</i> , wat daaronder behoort.	94.

T.

T.

<i>Taaï en rekbaar</i> (Wat men) noemt.	Bl. 82.
<i>Talk-</i> of <i>bitteraarde</i> , wat daaronder behoort.	94.
<i>Tegenstandbieding</i> der lichamen, wat die is.	32 en 33.
— in de lucht.	33.
— in het water.	33 en 34.
<i>Thoon</i> of <i>aluinaarde</i> , wat daaronder behoort.	94.
<i>Tweeflachtige dieren</i> .	112.

V.

<i>Vallen</i> der lichamen, waardoor zulks veroor- zaakt wordt.	53 en 54.
<i>Varenkruiden</i> , wat die zijn.	103.
<i>Vaste sterren</i> . Zie <i>Sterren</i> .	
<i>Vastheid</i> , wat daardoor verstaan wordt.	77, 81.
<i>Veengrond</i> .	99.
<i>Veërkracht</i> , wat daardoor verstaan wordt.	78.
<i>Veërkrachtige staat</i> der lichamen.	84.
<i>Versteeningen</i> , wat dat zijn.	92.
— veel in de <i>vlotbergen</i> .	91 en 92.
<i>Verwantschap</i> , (<i>Enkele, keur- en dubbele keur-</i>) wat die zijn.	68 en 69.
— van <i>zamenhang</i> .	61.
— van <i>verbinding</i> .	62.
<i>Verzadigen</i> , wat dat is.	64 en 65.
<i>Vischen</i> .	112.
<i>Vloeibaarheid</i> , wat die is.	77.
<i>Vloeibare lichamen</i> .	83.
<i>Vlotbergen</i> , wat dat zijn.	91.
<i>Vochtig</i> , wat dat is.	76.
<i>Vogels</i> .	112.
<i>Voorwereld</i> , wat daardoor verstaan wordt.	92.
<i>Vulkanische zelfstandigheden</i> onder de <i>delf-</i> <i>stoffen</i> .	101.

Vuur,

- Vuur*, wat dat is. Bl. 75.
Vuursteen, wat derzelve vonken zijn. 93.

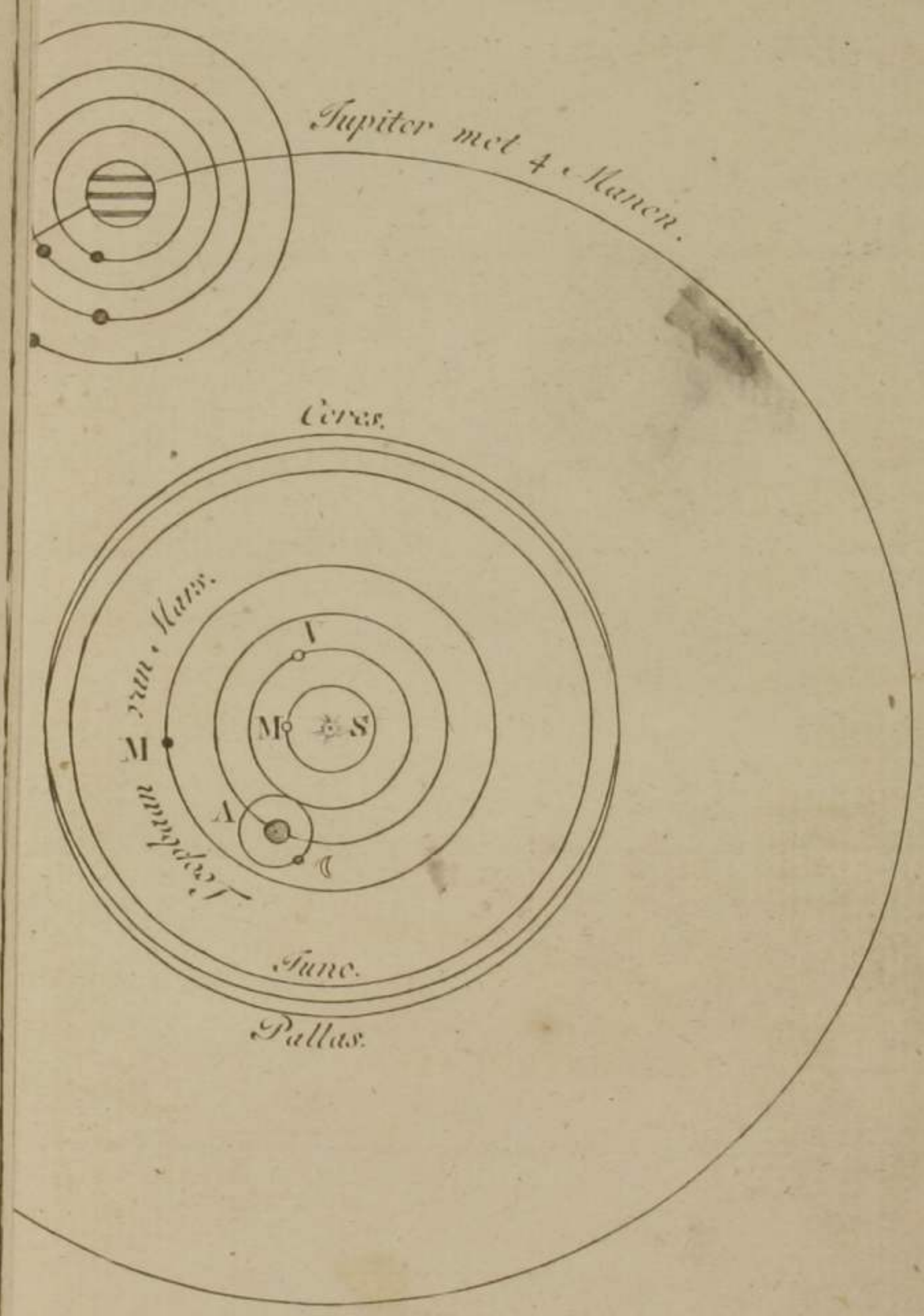
W.

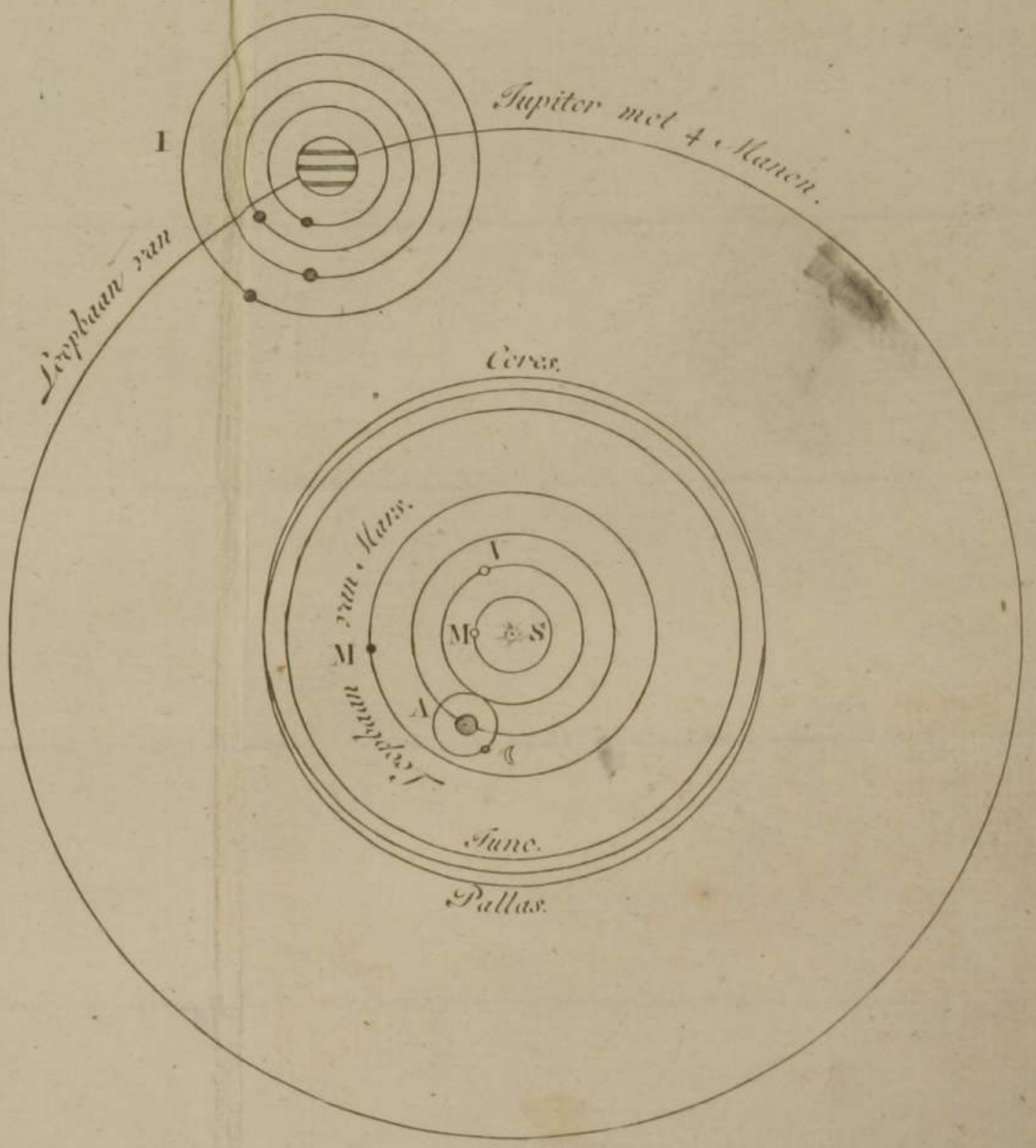
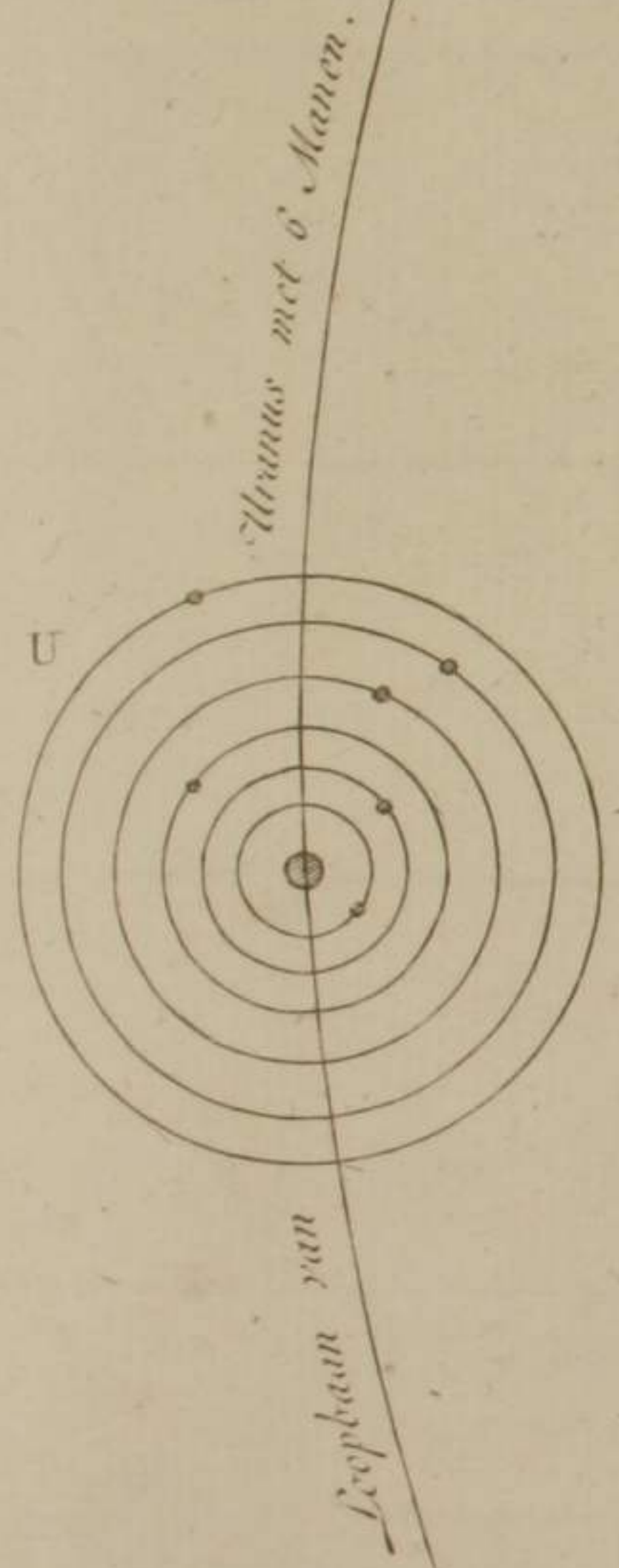
- Waarnemen*, (Hoedanig wij). 25.
Waarnemingen, wat die zijn. 29.
Warmte, wat daardoor verstaan wordt. 75.
Water biedt tegenstand. 33 en 34.
 ——— hangt te zamen. 83.
Waterstof, ook grondstof van eenige zuren. 66.
Week, wat dat is. 78.
Wier, eene plant. 103.
Wormen. 112.

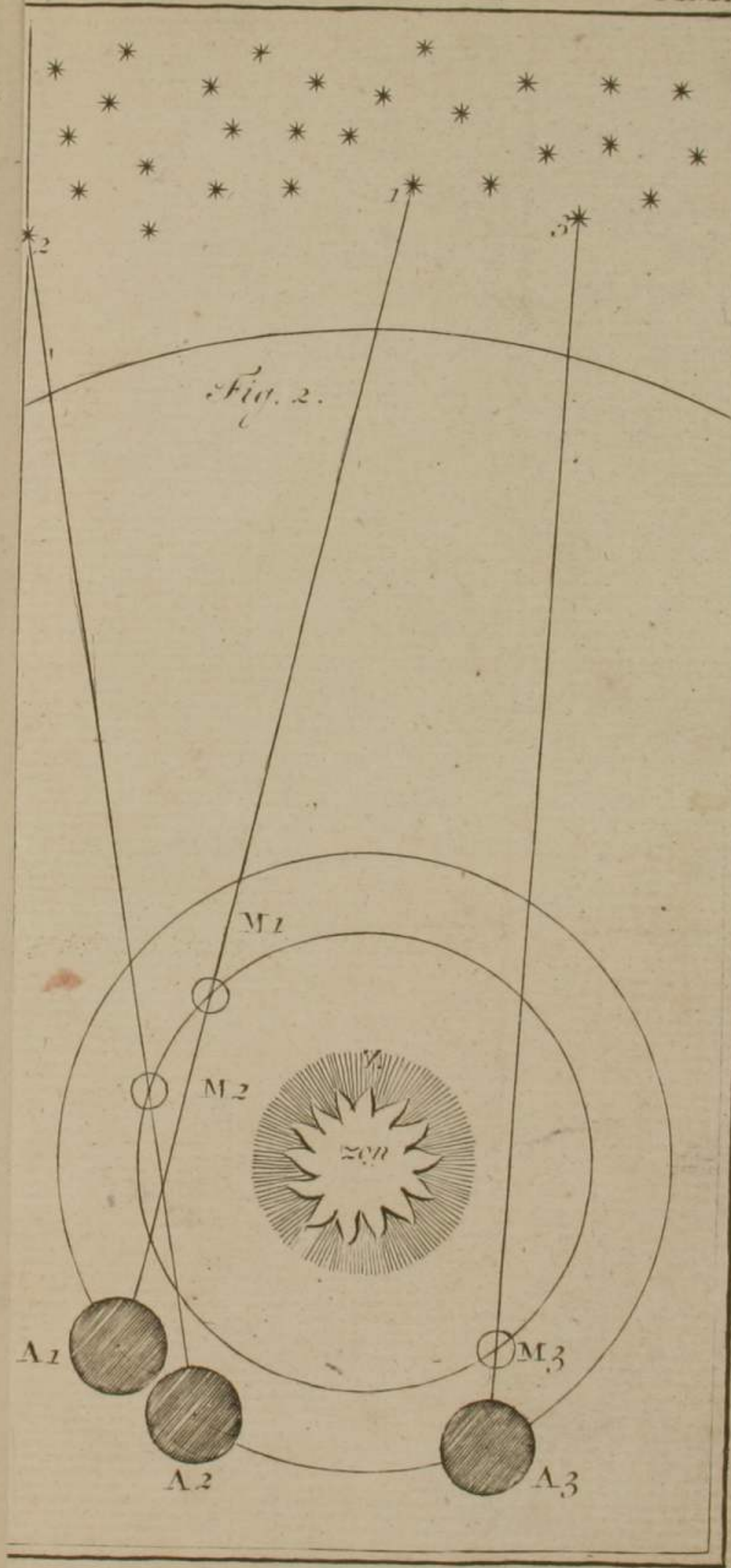
Z.

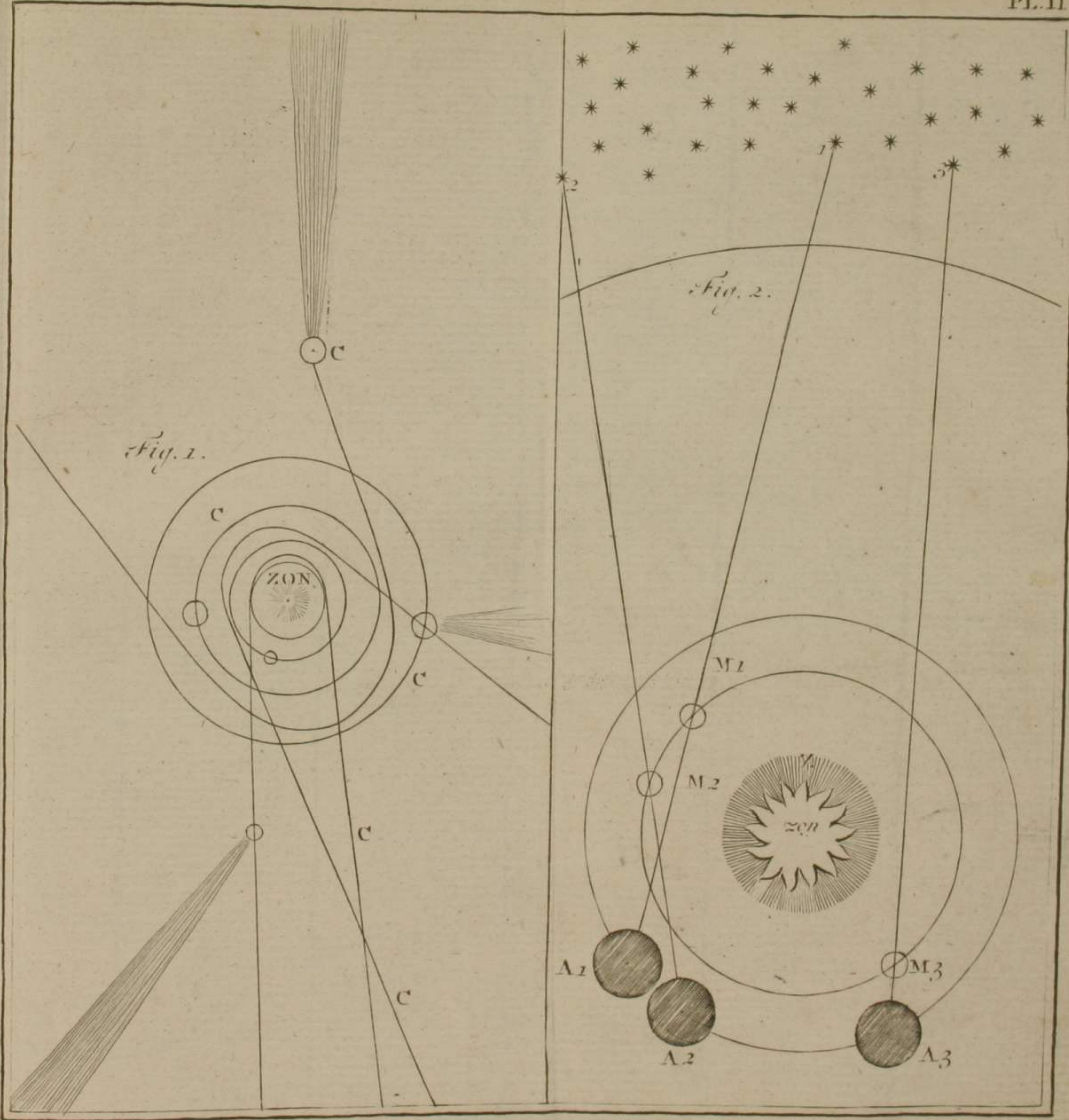
- Zaad* (In het) der planten zit reeds de kiem,
 of het beginsel der plant, welke er uit zal
 voortkomen, en is zichtbaar. 105.
 ——— hoe het zich ontlaat en de plant voort-
 brengt. 105.
Zamenhang der ligchamen. 49, 50, 82.
 ——— kan vermeerderd en verminderd
 worden. 82 en 83.
Zevengesternte. 123.
Zintuigen, wat, en hoe wij daardoor gewaar-
 worden. 25 en 26.
Zircoonaarde, wat daaronder behoort. 94.
Zon, hare grootte. 126.
 ——— staat stil en de aardbol beweegt zich. 126.
Zonëklips, wat die is. 139 en 140.
Zonnestelsel. Zie *Planeetstelsel*.
Zoogdieren. 112.
 ——— (De walvisch een der). 115.
Zout, waar het van daan komt. 97.
Zout,

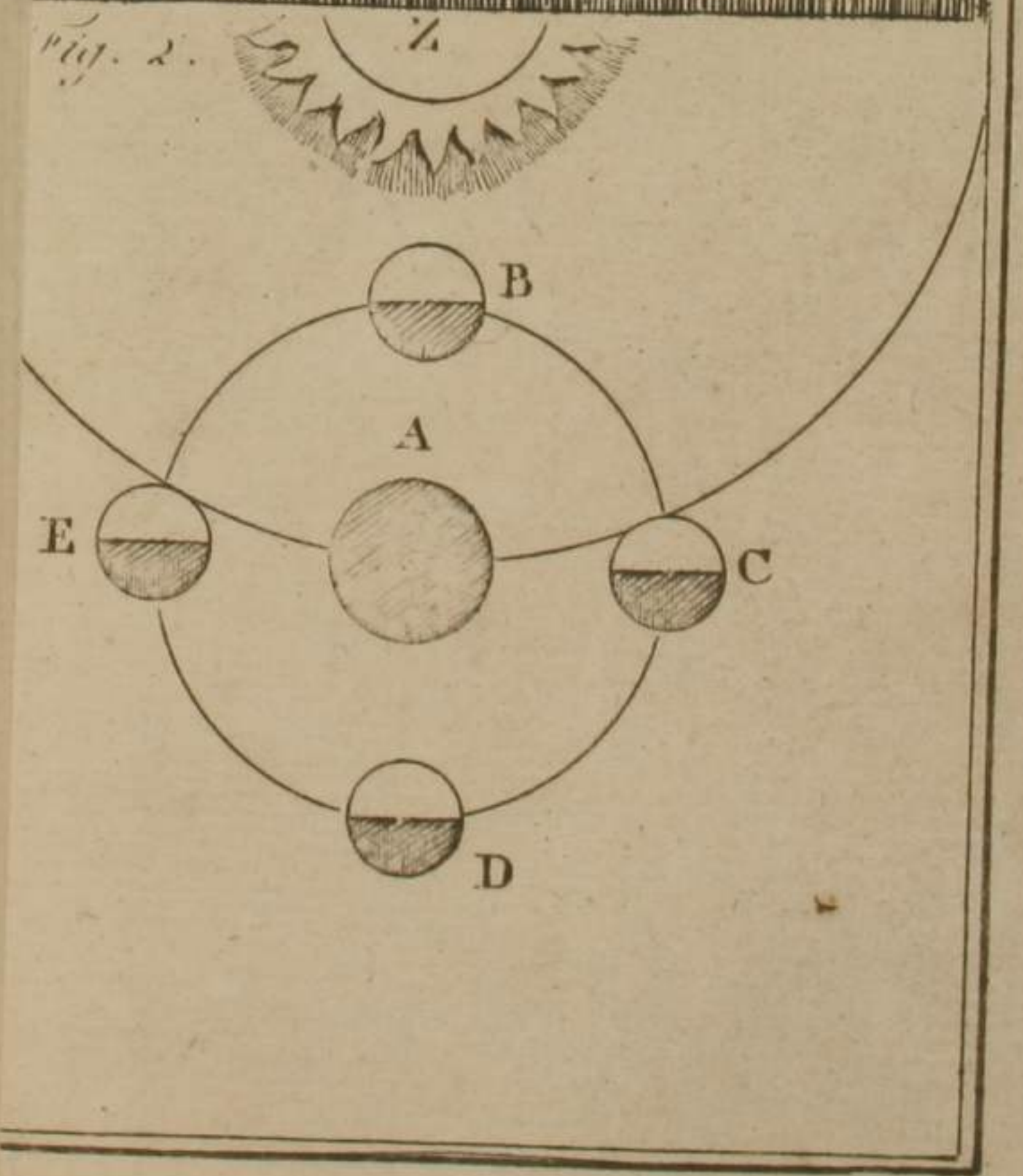
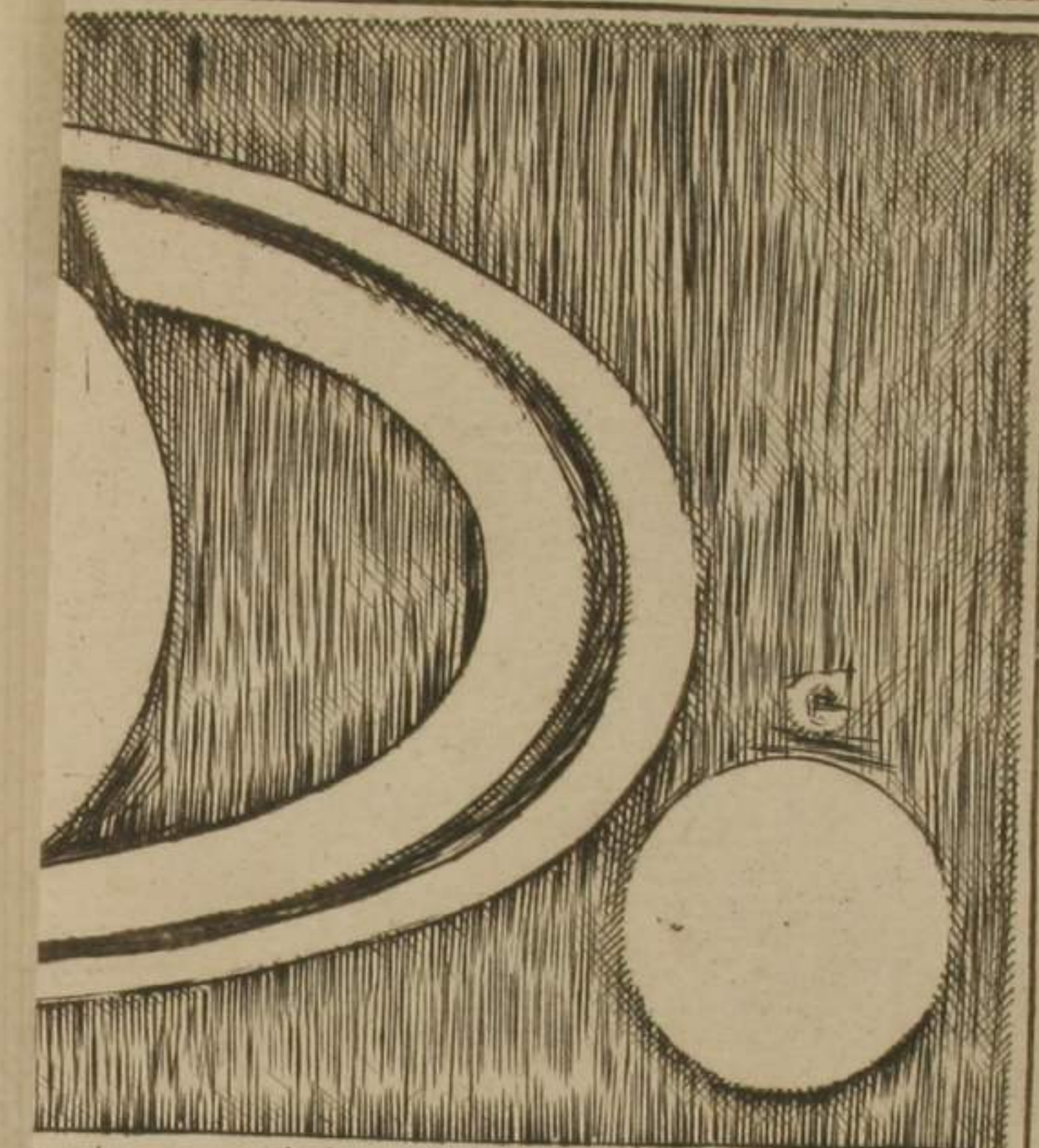
- Zout*, hoe het uit zeewater verkregen
 wordt. Bl. 97 en 98.
Zouten, wat die zijn. 96 en 97.
 ——— (Nadere onderscheiding der). 97 en 98.
 ——— (*Zure*). 97.
 ——— (*Basische*). 97.
Zuren, hoe die onderscheiden worden. 98.
 ——— (onderscheiding der). 65 en 66.
 ——— (Grondstoffen der). 65 en 66.
Zuurstof, de grondstof der meeste zuren. 65 en 66.
Zwaar, wat dat is. 54 en 55.
Zwaaraarde, wat daaronder behoort. 94.
Zwaartekracht. 54.
Zwavel. (*Natuurlijke*). 99.

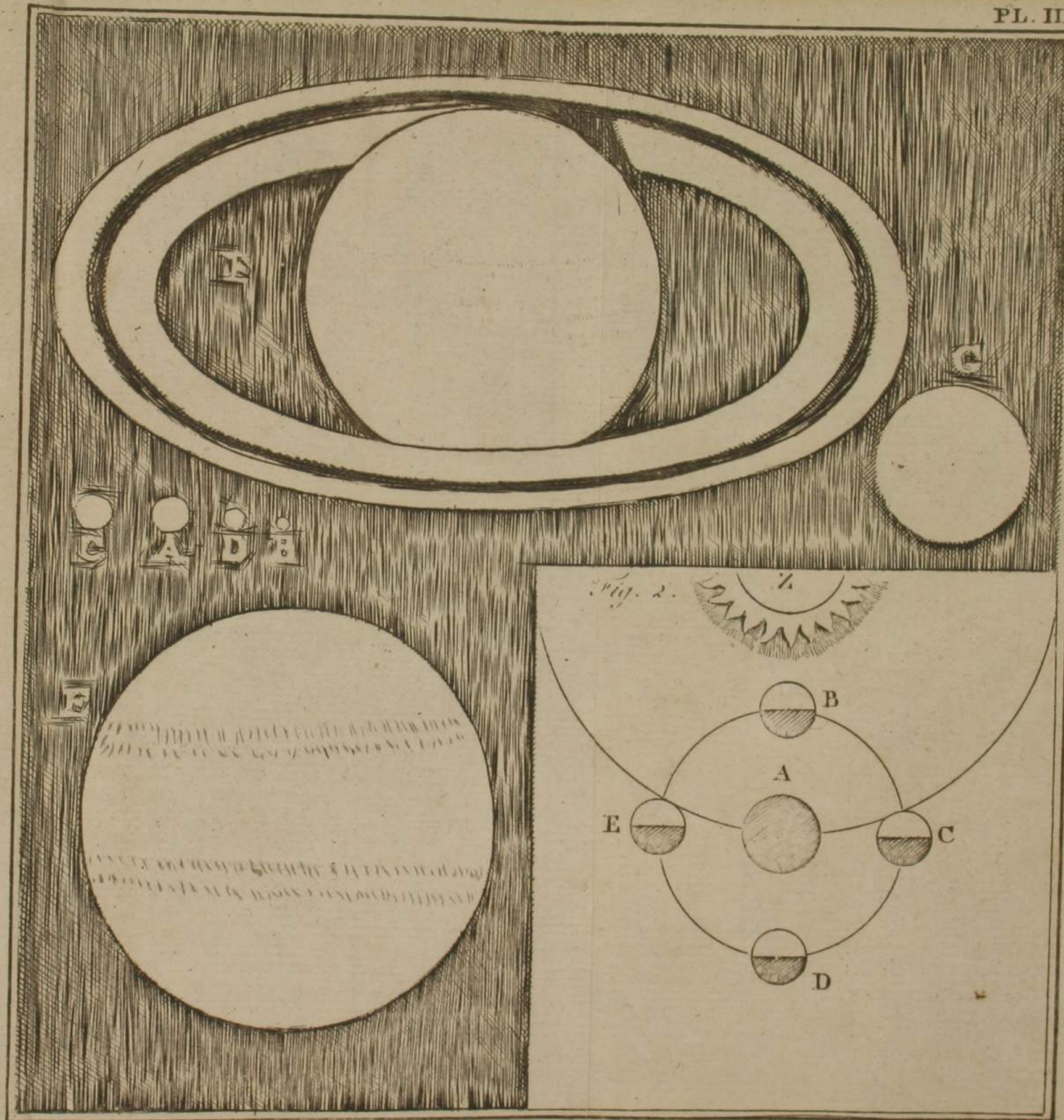












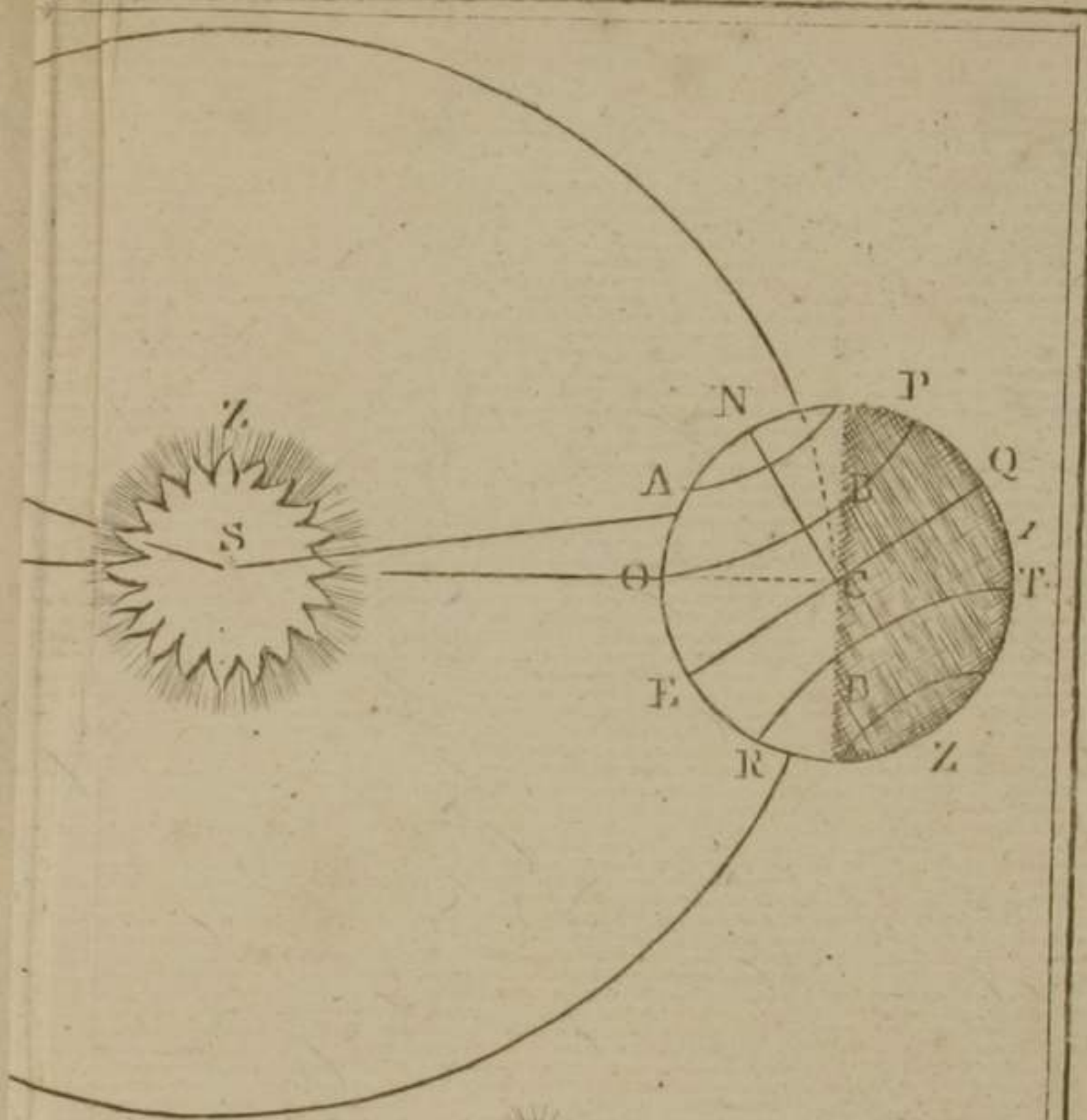
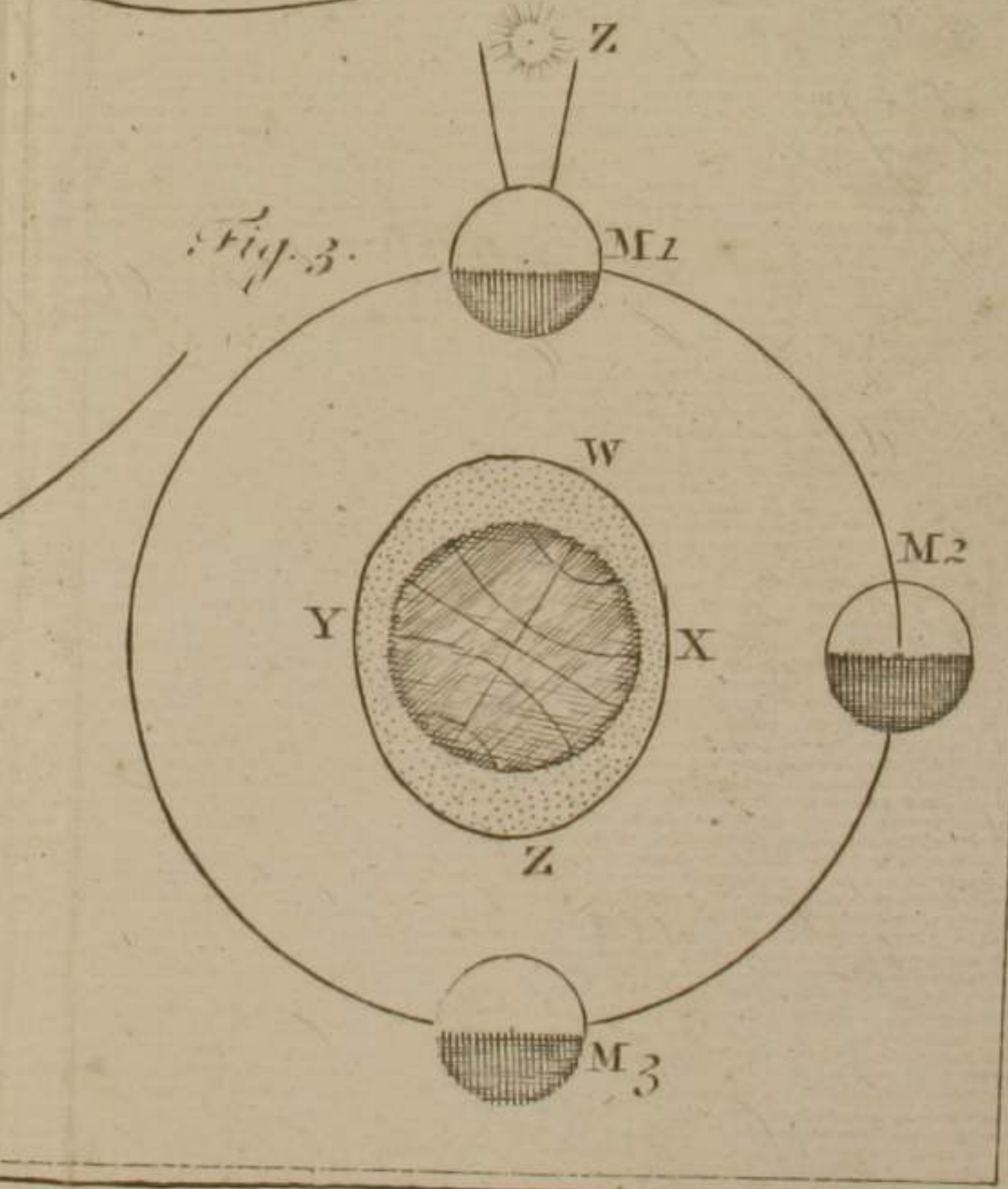
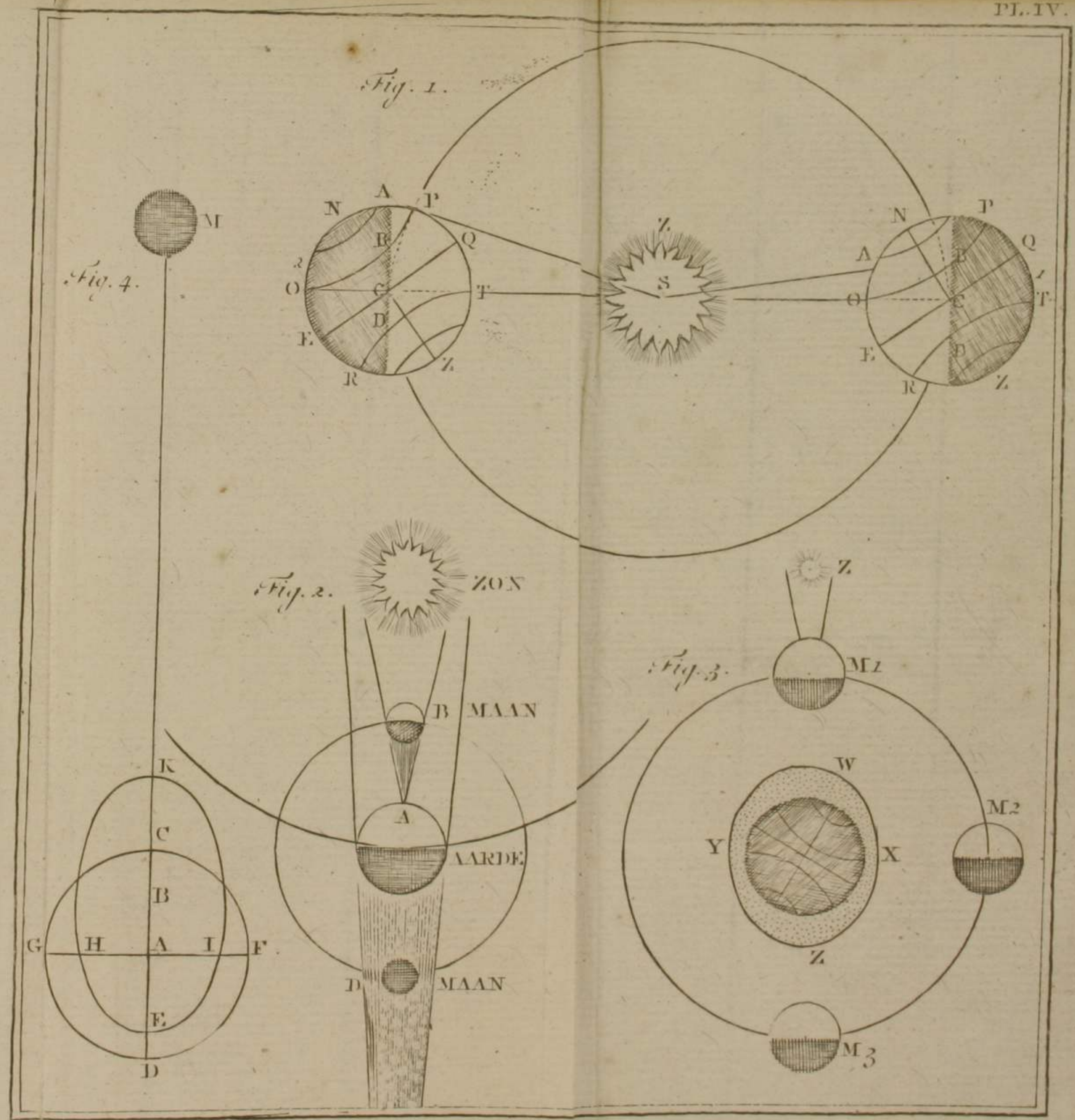


Fig. 3.





NATUURKUNDIG
SCHOOLBOEK.

UITGEGEVEN

DOOR DE

MAATSCHAPPIJ:

TOT NUT VAN 'T ALGEMEEN.

TWEEDE STUKJE.

Vierde, verbeterde en vermeerderde
Uitgave.

MET KOPEREN PLATEN.



Te LEYDEN, DEVENTER en GRONINGEN, bij

D. DU MORTIER EN ZOON,

J. DE LANGE en

J. OOMKENS.

MDCCCLXXVIII.

V O O R B E R I G T.

Al datgene, hetwelk ten aanzien van dit Natuurkundig Schoolboek te berigten viel, vermeld zijnde, zoowel in het Berigt der Maatschappij, als in dat van den Schrijver, den Heer JOHANNES BUIJS, beide geplaatst vóór het eerste Stukje van deze vierde Uitgave, schiet hier, ter plaatse niets over dan daarbij te voegen: dat de onderwerpen, in dit tweede Stukje behandeld, geene voegzame splitsing toelieten, en dat daaraan de onevenredigheid der beide Stukken in getal van bladen moet worden toegeschreven.

*De Maatschappij zich derhalve aan de genoemde Berigten ten volle gedragende, geeft ook
dit*

V O O R B E R I G T.

dit tweede Stukje in het licht, in de blijde verwachting van bij voortdoring daarmede dat nut te sichten, waarin zij zich sedert de eerste Uitgave zoo zeer heeft mogen verheugen.

Op last der Maatschappij:

Aend. Ravekes

Secretaris.

AMSTERDAM,
1828.

NA-

NATUURKUNDIG
S C H O O L B O E K.

T W E E D E D E E L.

E E R S T E Z A M E N S P R A A K.

Verklaring van eenige zaken, noodig tot de kennis der beweging, met eene korte scheets van de Tijdrekening.

Meester. **W**el, jonge vrienden! hebt gij, gedurende uwe uitspanningen, nog aleens gedacht om onze vorige gesprekken?

Heintje. Ja, *Meester!* ik heb, buiten zijnde, de Natuur, en vooral den Sterrenhemel, uit geheel andere oogen beschouwd dan voorheen, en verlangd reeds meer te weten.

Mr. Het strekt mij tot een groot vermaak, dat gij zoo veel nut van uwe oplettendheid getrokken hebt. Komt aan, vervorderen wij onze taak. Staat het u een' van beide nog voor, wat wij in de Derde Zamenspraak van het Eerste Deel gezegd hebben te zullen behandelen?

Heintje. Ik geloof, *Meester!* dat gij gezegd hebt:

1. Te zullen spreken over de lichamen zelve, en
2. Over derzelver veranderingen en werkingen op elkander.

H. DEEL.

A

Mr.

Mr. Regt zoo. Welnu, wij hebben alreeds veel gezegd van de lichamen zelve; het wordt tijd, dat wij van de veranderingen of werkingen spreken. Begrijpt gij wel, wat men door de *veranderingen en werkingen* verstaat?

Leerlingen. Neen, *Meester!*

Mr. Zie hier eene blaas, onopgeblazen, met een pijpje er in: zoo lang als die daar stil, volstrekt stil, blijft liggen, zal zij immers niet veranderen? Niet waar?

Jantje. Neen, *Meester!* maar als ik er eens in blazen mag, zal zij wel veranderen en opzwellen.

Mr. Juist, dat zal zij ook; maar wat doet dan de blaas, wanneer zij opzwellt? Dan beweegt zij zich immers voor een gedeelte: dat is, dat zoo even plat op tafel lag, staat nu in de hoogte; zoodat deze blaas, om van gedaante te veranderen, zich heeft moeten bewegen. Maar zie hier nog eene verandering. (*De Meester eerst de blaas opgeblazen hebbende, slaat dezelve met zijne hand van de tafel.*) Is de blaas nu ook niet veranderd?

Jantje. Neen, *Meester!* ik had de blaas al toegebonden, en dus is dezelve even goed opgeblazen gebleven, als te voren, zoo als gij ziet.

Mr. Dat is zoo, Jantje! de blaas is van gedaante dezelfde gebleven; maar is zij daarom niet veranderd? Zoo even lag dezelve op de tafel, en nu ligt zij op den grond; is dus de blaas niet even zoo van plaats veranderd, als zij te voren van gedaante veranderd was?

Heintje. Zeer zeker, *Meester!* de blaas heeft nu eene geheel andere plaats.

Mr. Wat is er nu alweder bij die verandering

ring gebeurd? Beweging, niet waar? want ik heb dezelve met mijne hand weggeworpen. Dus ziet gij, als een ligchaam van gedaante of van plaats verandert, dat het altoos beweging is, welke daarmede gepaard gaat; want eigenlijk is de verandering van gedaante ook alleen eene verandering van plaats, overmits elk deeltje dus rijst en van plaats verandert. Het spreekt dan van zelf, dat alle natuurlijke verandering der lichamen in beweging bestaat. Gij kunt geene andere verandering bedenken.

Jantje. *Meester!* zie hier een' blaauwen rok: dezelve was vóór een jaar hoogblauw en is nu zeer licht; dus wel degelijk veranderd, en dat zou waarschijnlijk ook gebeurd zijn, al had de rok doodstil gelegen.

Mr. Welnu, heeft er dan in uw' rok geene beweging plaats gehad? De deeltjes van de verw, die het hoogblauw uitmaakten, zijn er door de lucht uitgetrokken, en dus bewogen, en vandaar de tegenwoordige lichtheid.

Heintje. Nu begrijp ik duidelijk, dat alle verandering in beweging bestaat.

Mr. Zoo is het, hetzij dat het geheel zich beweegt, of dat eenige der deelen zich bewegen; verandering is beweging en beweging veroorzaakt werkingen op elkander; door welke werkingen niet alleen de lichamen zelve bewogen worden, maar ook derzelve inwendige deelen, zoodat zij daardoor van staat veranderen kunnen; wij zullen dus opzettelijk eerst over de beweging moeten spreken. Weest vooral oplettend.

Laat ons thans eens zien, wat er bij de beweging noodig is.

Ten 1ste is er noodig eene ruimte, waarin de

de beweging geschiedt; want zonder dezelve zou zich niets bewegen kunnen.

Ten 2^{de} is er noodig de *tijd*, welke tot de beweging besteed wordt. Hoe klein, hoe volstrekt onmeetbaar somtijds (bij voorbeeld in den bliksem) die ook zijn moge, er kan, zonder eenig tijdsverloop, nimmer beweging plaats hebben.

Begrijpt gij nu wel, dat er tot beweging *ruimte* en *tijd* noodig is?

Heintje. Zeer duidelijk, *Meester!* Wanneer de bal, bij voorbeeld, zich bewegen zal, moet er ruimte zijn, waarin dit kan geschieden, of hij kan niet voort, en zich dus niet bewegen; er moet altijd, hoe kort ook, aan de beweging een begin of einde zijn, en dus een tijdsverloop.

Mr. Zeer wel, jongen! maar laat mij u vooraf eenige nadere bepalingen en omschrijving opgeven.

Ruimte is de niet aaneenligging van twee of meer zaken; dus is de ruimte van deze kamer de niet aaneenligging van den eenen muur en den anderen, van den zolder en den vloer. Vult men deze ruimte van de kamer met zand, dan is dezelve gevuld en geene andere ruimte in dezelve over dan die, waar de zanddeeltjes of korreltjes niet aaneenliggen; dat is, de holligheden tusschen de deeltjes in: neemt men de zaken, dat zijn hier de muren en de zandkorreltjes, weg, dan is ook deze bepaalde ruimte verdwenen.

Plaats is dat gedeelte van de ruimte, waarin zich een ligchaam bevindt, tegelijk met andere lichamen. Zoo is deze stoel, waarop ik zit, de plaats, waar ik mij in deze kamer bevind, als het deel der ruimte uitmakende, waar ik ben

en gij ook, die tafel, enz. Van de eene plaats tot de andere overgaande, is dus zich *bewegen*.

Tijd is eene gedurige opvolging van zaken; bij voorbeeld, de tijd van het eene uur tot het andere is eene gedurige opvolging van minuten, sekonden, enz. Wanneer wij den tijd op het horologie afmeten, is ieder deel waarlijk even groot; iedere minuut, ieder kwartier hetzelfde; maar wanneer wij denzelven afleiden naar denkbeelden, bij ons verkregen, is hetzelfde uur dan eens kort en dan eens lang: bij voorbeeld, als men met aandacht op eene zelfde zaak siendeert, wordt de tijd, zoo als men ook met reden zegt, zeer kort; doch ergens heengaande, of in eenzaamheid zittende, zoodat de geest, vooral in het laatste geval, eene reeks van verscheidene denkbeelden verkrijgt, zoo noemt men den tijd lang, omdat vele denkbeelden elkander hebben opgevolgd.

Dit spreken over den tijd brengt mij op het denkbeeld, om u ook iets van de *Tijdrekening* te zeggen. Zeg mij eens, Heintje! weet gij wel, hoe men den *Tijd* verdeelt: dat is te zeggen, het tijdsverloop, waarin wij leven?

Heintje. Ja, *Meester!* in *Jaren* en *Maanden*: bij voorbeeld, ik ben nu 9 maanden over de 12 jaren.

Mr. Zoo is het; maar ook nog in andere deelen, als in *Eeuwen*, *Jaren*, *Maanden*, *Weken*, *Dagen*, *Uren*, *Minuten*, *Sekonden*. Eene Eeuw bestaat uit 100 jaren; een Jaar uit 365 of 366 dagen; eene Maand uit 28, 29, 30 of 31 dagen; eene Week uit 7 dagen; een Dag, dat is eigenlijk een dag en nacht, uit 24 uren; een Uur uit 60 minuten, en eene Minuut uit 60 sekonden.

Heintje. Dat de maanden ongelijk van dagen zijn, wist ik; maar de jaren ook, hoe komt dat?

Mr. Ik zal het u zeggen, mits gij u wel herinnert, wat ik van de beweging der aarde om de zon gezegd heb. Ons Jaar is eigenlijk om, als de aardbol juist zijnen weg om de zon volbragt heeft; en dus zijn wij heden over een half jaar zoo ver aan den anderen kant van de zon, als wij thans aan deze zijde zijn, en over een jaar wederom, nagenoeg, op dezelfde plaats, als nu. Wanneer het nu waar was, dat de aardbol juist 365 dagen werk had, om dien weg om de zon af te leggen, dan zou ook ieder Jaar, zonder verandering, 365 dagen tellen. Doch dit is zoo niet: de aardbol besteedt daartoe, met betrekking tot de zon, 365 dagen, 5 uren en 49 minuten; dat is alle jaren omtrent 6 uren meer dan 365 dagen. Dit verschil had in de Jaartelling der Ouden reeds veel verwarring gemaakt; waarom Julius Cæsar, 45 jaar vóór de geboorte van onzen Zaligmaker Jezus Christus, ondernam, met behulp van den *Egyptischen* Wiskundige Sosigenes, het Jaar op eenen vasten voet te brengen, stellende hetzelfde op 365 dagen, doch, voor de 6 jaarlijks overschietende uren, om de 4 jaren, één' dag meer, en dus 366 dagen; hetwelk men nog heden volgt, en dat Jaar, van één' dag meer, een *Schrikkeljaar* noemt, hebbende alsdan de maand Februarij 29, in plaats van 28 dagen. Naardien er nu van elk jaar niet volle 6 uren overschoten, maar 11 minuten minder, zoo begrijpt gij ligt, dat dit verschil van 11 minuten, door verloop van vele jaren, een merkbaar verschil in deze Tijdteeling maken moest, en in het oog beginnen te loopen. Zoo als het ook in het Jaar

1512

1512 werd opgemerkt door Paus Gregorius, die de *Almanakken* verbeterde, en, door eene wel-uitgedachte tijdverdeeling, eens voor al, dergelijke misslagen voorkwam. Het Jaar reeds 10 dagen terug zijnde, door dit verschil veroorzaakt, stelde hij vast, dat men op eenmaal 10 dagen meer zou tellen, en dus niet 5, maar 15 October, zoo als het op dien tijd was, schrijven; en om in het vervolg deze misrekeningen eens voor al te verhoeden, bepaalde hij, even als Julius Cæsar, om de 4 jaren een' dag meer; doch uit hoofde dat 11 minuten in 100 jaren 18 uren bedragen, alsdan geen Schrikkeljaar te nemen, nemende die 18 uren voor een' dag; maar alle 100 jaren nu 6 uren te kort komende, welke in 400 jaren weder eenen dag maken, zoo moet om de 400 jaren wederom een dag meer, dat is, een Schrikkeljaar genomen worden. Op deze waarlijk vernuftige wijze de tijd verdeeld zijnde, kan er, in het tijdsverloop van 7200 jaren, naauwelijks een verschil van éenen dag plaats hebben.

Heintje. Wel, *Meester!* dat is waarlijk aardig en vernuftig uitgedacht!

Mr. Ja, voorzeker; en evenwel zijn er nog volken in *Europa*, welke, alleen uit te groote gehechtheid aan het oude, zich nog naar den ouden *Juliaanschen* en niet naar dezen *Gregoriaanschen* Stijl (zoo als men het in de wandeling noemt) schikken: bij voorbeeld, de *Russen*; wanneer die schrijven 17 September, dan is het bij ons, in deze Eeuw, 12 dagen meer, en dus 29 September; als gebruikende zij den *Juliaanschen* of Ouden Stijl.

Jantje. *Meester!* daar wij thans toch van den Almanak spreken, zoo zij het mij geoorloofd

A 4

te

te vragen, wat die woorden beduiden, welke men vooraan in den Almanak vindt: als, bij voorbeeld, in het Jaar 1810, vind ik *Zonnecirkel* 27, *Guldengetal* 6, *Epacta* 25, *Zondagsletter* G.

Mr. Daar ik eigenlijk voorhad met u over de beweging te spreken, zou ik met deze uitweiding over de Tijdrekening al te ver van het spoor dwalen. Doch om evenwel eenigzins aan uwen weetst te voldoen, zal ik er u met weinig woorden een ruw denkbeeld van trachten te geven. Let dan wel op.

Daar het Jaar, strikt genomen, geen 52 weken, dat is 364, maar 365 dagen, lang is, en het Schrikkeljaar 366, dat is, 1 of 2 dagen meer, zoo kan elk jaar niet met denzelfden dag der week beginnen, en dus kan heden de 17^{de} September niet zijn dezelfde dag, die in het verleden Jaar de 17^{de} September was. Maar na verloop van 28 jaren gebeurt het, dat de dagen der week weder op denzelfden datum komen. Dit tijdsverloop van 28 jaren noemt men een' *Zonnecirkel*. En wanneer gij nu in den Almanak vindt 27, zoo wil het zeggen, dat het thans is het 27^{ste} jaar na dat jaar, waarin de dagen der week gelijk waren met het 9^{de} jaar vóór Christus geboorte; alswanneer de telling van dat getal begonnen is.

Guldengetal bestaat in eene ontdekking, door Méton, omtrent 430 jaren vóór Jezus Christus, gedaan, namelijk, dat na verloop van 19 jaren de maan weder op dezelfde plaats in den *Zodiak* verschijnt: dat is, dat het op denzelfden dag Nieuwe Maan wordt. Deze ontdekking werd in *Griekenland* voor zoo gewichtig aangezien, dat men de berekening derzelve met gouden letteren schreef, en dezelve daarom nog *Guldengetal* heet. Wanneer

neer gij nu, in 1810, 6 vindt, zoo wil dit zeggen, dat het nu het 6^e jaar is na dat jaar, waarin de Nieuwe Maan op denzelfden dag kwam als het Jaar 1, of het Jaar van Christus geboorte.

Epacta (dit woord wil zooveel zeggen als: *Ik tel bij*) is het getal, dat aanwijst, hoe oud de maan bij het begin van dat Jaar geweest is.

Jantje. *Meester!* dat ik u nu in de rede val! Is de maan, even als wij, ook jaren en dagen oud? Zeg ons dan eens haren ouderdom.

Mr. Ja, jongenlief! maar niet zoo als wij; de ouderdom der maan bestaat in niet anders dan in de dagen, op welke zij schijnt: bij voorbeeld, van Nieuwe Maan af telt men den ouderdom 1, 2 dagen, enz. tot aan de andere Nieuwe Maan toe, en dan alwederom van het begin af aan. Dus, als ik zeg: de maan is 10 dagen oud, dan wil ik zeggen, het is 10 dagen na Nieuwe Maan. Men zou derhalve beter doen van te zeggen, de ouderdom van den maneschijn, en niet der maan zelve. Dus begrijpt gij nu, dat de *Epacta* aantoont, hoe veel dagen er bij den aanvang van dit Jaar verlopen waren, sedert de laatste Nieuwe Maan: zoo vindt gij in 1810, *Epacta* 25; ziet den Almanak na, gij vindt in 1809, den 7 December, Nieuwe Maan; dus met 31 December, 1809, 24 dagen oud.

In het begin van eene eeuw geeft men de dagen der week algemeene letters, als van A tot G toe. Nu, die letter, welke op die wijze voor elk jaar den zondag aanwijst, noemt men *Zondagsletter*. En dewijl in een Schrikkeljaar de maand Februarij één' dag meer heeft, zoo moet ook, na die maand, de Zondagsletter

een dag verschuiven; waarom het Schrikkeljaar twee Zondagsletters heeft: de eerste tot den laatsten Februarij, en de tweede van 1 Maart tot den laatsten December. Zietdaar, leergierige jongelingen! aan uwe begeerten voldaan; rusten wij nu eens tot eene volgende gelegenheid.

T W E E D E Z A M E N S P R A A K .

Verklaringen, ten vervolge van het voorgaande.

Mr. Wel, lieve kinderen! hebt gij nog al wat onthouden van hetgene wij laatst behandeld hebben?

Heintje en Jantje. Ja, *Meester!* zeer veel.

Mr. Zegt mij dan maar eens de stukken of zaken, waarvan wij gesproken hebben.

Heintje. *Meester!* gij hebt ons geleerd, dat alle verandering *beweging* is, en dat daartoe behoort *ruimte*, om in te bewegen, *plaats*, om van de eene tot de andere over te gaan, en *tijd*, om zulks te verrigten.

Mr. Zoo, dat is zeer wel. Nu heeft bij de beweging nog iets plaats: bij voorbeeld, wanneer gij een' stuiters of kaatsbal, of wat het ook zijn moge, van u afwerpt, zoo beweegt het zich, en dan beweegt het zich in eene *ruimte*, dat is, van u tot aan de plaats, waar het neêrvalt; het *verandert gedurig van plaats* in den voortgang, en het besteedt eenen zekeren tijd, hoe klein die ook zijn moge; — maar daar is nog iets bij; wat dunkt u?

Hein-

Heintje (*na eenige bedenking*). Ik weet het niet, *Meester!* of het moest zijn *het* in de lucht voortloopen.

Mr. Juist, lieve vriend! dat voortloopen, hetzij in de lucht of over den grond, geschiedt immers met eene zekere vaart; naar mate men iets voortwerpt, gaat het langzaam of snel. Deze voortgang nu van een bewegend ligchaam, noemt men *snelheid*. De snelheid van een ligchaam verdient al onze oplettendheid: het bepaalt den *tijd*, om eenen zekeren weg af te leggen, en ook de *kracht*, welke een ligchaam uitoefent op een ander ligchaam, waartegen het geworpen wordt: bij voorbeeld, wanneer ik dezen stuiters met eene zekere snelheid doe voortgaan tegen dien muur, dat is van hier eene lengte van 12 voet, en ik vervolgens den stuiters eenmaal sneller voortwerp, zal hij ook slechts de helft van den tijd onderweg zijn, *dien* hij te voren was. Wij zullen dit nog duidelijker maken: wanneer Jantje den weg van *Amsterdam* naar *Sloterdijk* (dat is de ruimte, die wij ons voorstellen) afloopt in drie kwartier uurs (dat is de tijd), en Heintje dien zelfden weg eenmaal zoo snel afloopt, dat is, met tweemaal zooveel snelheid als Jantje, zoo zal hij immers slechts den halven tijd, dat is $1\frac{1}{2}$ kwartier, daartoe noodig hebben? Begrijpt gij dit wel?

Heintje. Ja, *Meester!* zeer klaar. Het is immers natuurlijk, als ik van mijn huis naar school een zoo schielijk loop als mijn broertje, dat ik dan ook maar de helft van den tijd onderweg ben, dien hij daartoe besteedt, mitsdat wij den zelfden weg loopen.

Mr. Zoo is het, Indien wij nu in ons voorbeeld

beeld de *ruimte* nemen gelijk aan den weg van *Amsterdam* naar *Sloterdijk*, den *tijd* op 3 kwartier, en de *snelheid* van Jantje, bij voorbeeld, op 1 genomen hebben, zoo was die van Heintje 2; of die van Jantje op een ander getal, als, bij voorbeeld, 3, zoo was die van Heintje 6 — het doet er niet toe, wat men voor zulk een getal neme, dewijl het slechts om te vergelijken is — dus neemt men altijd de minste snelheid op 1, en de overige dan zooveel meer als het geval, dat men behandelt, medebrenge. Hieruit ziet men, dat de ruimte en snelheid den tijd uitmaken, dat is, wanneer men de getallen, die ruimte en snelheid uitdrukken, met elkander vermenigvuldigt, en dan met andere vergelijkt, zoo zijn ze gelijk aan het getal, dat den tijd uitdrukt, welke bij deze ruimte en snelheid behoort. Gelijk, bij voorbeeld, in de zoo even gezegde gevallen, was de ruimte de weg van *Amsterdam* naar *Sloterdijk*; de tijd, in het eerste geval, 3 kwartier, en de snelheid gerekend op 1, dat is dus, R voor de ruimte nemende, R gelijk aan 3 kwartier, met 1 vermenigvuldigd, blijft 3 kwartier. Nu is, in het tweede geval, weder de ruimte R, de snelheid 2 en de tijd $1\frac{1}{2}$ kwartier; 2 met $1\frac{1}{2}$ kwartier vermenigvuldigd, geeft weder 3 kwartier, als boven: derhalve altijd, in vergelijking met andere gevallen, de doorgeloopene ruimte gelijk aan de snelheid met den tijd vermenigvuldigd. Insgelijks, zeiden wij, bepaalt de snelheid ook de kracht, welke een zelfde ligchaam op een ander kan uitoefenen, welke kracht, gemeenlijk, *beweegkracht* genoemd wordt.

Ziethier een stuk glas: wanneer ik daar den stuijer zachtens, dat is met weinig snelheid,

tegehaan rol, zoo zal het nog niet breken; maar wanneer ik die snelheid 10 maal grooter maak, zal de stuijer ook met 10 maal meer kracht tegen het glas stooten en hetzelfde gemakkelijk verbrijzelen. De beweegkracht, welke een ligchaam, in vergelijking van een ander ligchaam, dat zich even snel beweegt, oefent, staat gelijk met het gewigt van het ligchaam; en wanneer de lichamen evenveel wegen, staat de kracht gelijk met de snelheid, en in alle gevallen staan de beweegkrachten der lichamen, in vergelijking met elkander, als derzelver snelheden met hunne gewigten vermenigvuldigd; doch als een bewogen ligchaam tegen een ander ligchaam aanstoot, dan zijn de uitwerkselen dier krachten gelijk aan de vierkanten der snelheden, dat is de snelheid met zich zelve vermenigvuldigd, en dan met het gewigt, omdat de snelheid en de tijd beide in aanmerking komen. Men doet zooveel te meer kracht met een ligchaam, als het zwaarder is en sneller bewogen wordt; zoodat eigenlijk *gewigt* en *snelheid* uitmaken de *beweegkracht* van het ligchaam. Dat is, weder in vergelijking met andere, K voor kracht nemende, gelijk aan het gewigt met de snelheid vermenigvuldigd. Bij voorbeeld: wanneer een kanonskogel, die 10 p weegt, uit een geschut geschoten wordt met eene zekere snelheid, die wij 1 noemen, zoo is de kracht gelijk aan 10, met 1 snelheid vermenigvuldigd, maar als een andere kogel, die 20 p weegt, met 6 maal meer snelheid geschoten wordt, zoo is de kracht gelijk aan 6 snelheden, vermenigvuldigd met 20, of 120; op deze wijze het gewigt en de vergelijking der snelheden kennende, is men altijd in staat de beweegkrachten te be-

palen, mits men, om het uitwerksel te kennen, altijd het vierkant der snelheid neme. Zoo zal een gewone hamer, zonder beweging op den kop van eenen spijker gelegd, denzelven niet in het hout drijven; doch met groote snelheid er op geslagen, wordt de kracht sterk genoeg, om dit te doen.

Jantje. Dit begrijp ik, *Meester!* want als de hamer stil op den spijker ligt, dan is zijne kracht alleen maar het gewigt zonder snelheid; maar sla ik zeer snel op den spijker, dan is het gewigt met snelheid vermenigvuldigd, en daar het indrijven van den spijker het uitwerksel is van de kracht, dan komt daartoe het vierkant der snelheid in aanmerking.

Mr. Wel begrepen. Nu moet ik nog aanmerken, dat de *snelheid*, waarmede een ligchaam zich beweegt, kan zijn *gelijk* en *ongelijk*.

Zij is *gelijk* bij een' mensch, een paard, of wat het ook zijn moge, dat altijd even hard of zacht loopt; *ongelijk*, wanneer het dan eens hard, dan eens zacht voortgaat. Hierdoor ontstaat eene *gelijkmatige* of *ongelijkmatige* beweging, en als de snelheid gedurig toeneemt, zoo noemt men de beweging *versnellende*, en wanneer de snelheid gedurig afneemt, *vertragende*. Maar, lieve kinderen! hebt gij er wel ooit eens om gedacht, hoe wonderlijk het is, dat, wanneer gij een' bal uit uwe hand wegwerpt, dezelve dan in de lucht voortgaat? Wanneer de bal of iets anders op de tafel of op den grond ligt, en met de hand voorgeduwd wordt, zoodanig als ik nu deze snuifdoos doe, dan begrijpt ieder, dat de hand meer kracht op de doos oefent dan de doos tegenstand biedt; maar als ik die doos, of een' bal,

bal, in mijne hand neem en wegwerp, hoe komt het dan toch, dat hij voortgaat?

Jantje. o, Heintje! daar komen wij nu aan hetgene *Meester* ons beloofde, dat hij ons zou zeggen, waarom onze kaatsbal in de lucht voortvliegt.

Mr. Ja, kinderen! het is opmerkelijk; doch vooraf moet ik u eenige vaste regelen voorstellen, welke in de Natuur onveranderlijk plaats vinden bij de beweging der ligchamen, en door den zeer beroemden Natuurkundige Izaak Newton, in *Engeland*, het eerst zijn opgemerkt; doch besparen wij dit tot een volgend gesprek.

DERDE ZAMENSPRAAK.

Over de vrije beweging der ligchamen, den regtstandigen val en de afdaling langs eene helling.

Mr. Brave leerlingen! zijt nu geheel aandacht, en let wel op de wetten van beweging, welke ik u verklaren of liever noemen zal, voor zoverre ik die voor u geschikt oordeel.

1. Newton merkte op, dat, wanneer een ligchaam eens in *rust* is, hetzelfde niet uit zich zelf bewegen kan, maar er altijd eene andere oorzaak of kracht komen moet, die het in beweging brengt, en dat een ligchaam, eens in beweging zijnde, altoos zal voortgaan met eene zelfde snelheid, in dezelfde lijn, en niet tot rust
ko-

komen zal, totdat het door eene andere oorzaak daarin verhinderd wordt. Bij voorbeeld: dezen bal heb ik in mijne hand; nu wil ik hem wegwerpen: wat doe ik nu? Met mijne hand hem vasthoudende, beweeg ik hem een eind wegs, en laat hem dan los; alsdan doet hij niet anders dan voortgaan met die zelfde beweging, welke hij in mijne hand, te zamen met dezelve, reeds had, en hij zou dus, zonder ophouden, in die rigting voortgaan, indien de zwaartekracht, waarvan wij in de Achtste Zamenspraak van het Eerste Deel gesproken hebben, den bal niet verhinderde voort te gaan en hem op den grond deed vallen; dus is alle voortwerping wel in den beginne in eene regte lijn, maar wordt door de zwaartekracht allengs daarvan afgetrokken, totdat het ligchaam geheel en al op den grond valt.

2. Alle verandering van beweging eens ligchaams is altijd evenredig aan de ingedrukte kracht, waardoor het bewogen wordt, en de beweging geschiedt altijd in die regte lijn, langs welke de kracht werkt.

3. Alle werking is gelijk aan hare tegenwerking; zoodat er geene werking is, of dezelve moet eenen gelijken tegenstand hebben, waartegen dezelve werkt, bij voorbeeld: wanneer een paard de slede trekt, zoo trekt ook de slede het paard even zooveel terug. Dit blijkt klaar, als men de touwen, waarmede men iets trekt, aan stukken snijdt; want alsdan zullen de einden aan beide zijden terugspringen. Vanhier ook zoo vele andere werkingen, die men door deze wet verklaren kan, en welke gemeenlijk die van *reactie* of wederwerking genoemd worden.

Hein-

Heintje. *Meester!* thans begrijp ik de oorzaak, waarom mijn bal buiten de hand voortgaat; als ik de gooi doe, beweeg ik mijne hand met den bal er in; nu laat ik de hand los, en de bal gaat, met de snelheid in de hand verkregen, voort; hij valt alleen, omdat de aarde hem door de zwaartekracht tot zich trekt.

Mr. Zeer wel begrepen. Wanneer men een bal lijnrecht in de hoogte werpt, loopt dezelve juist tegen de trekking van de zwaartekracht in, en dus volgt natuurlijk, dat de snelheid al minder en minder moet worden, en zoodanig, dat er eindelijk een punt van oogenblikkelijken stilstand komt, doch ook, dat alsdan de bal wederom begint te vallen met eene snelheid, welke gedurig, van oogenblik tot oogenblik, vermeerdert, naar mate hij nader aan de aarde komt; en vandaar is het, dat een vallend ligchaam zoo veel kracht heeft, dewijl het in den val alle oogenblikken meer snelheid verkrijgt. Ziehier, hoe men door waarnemingen en wiskundige berekeningen den val der lichamen bepaalt. Wanneer in den eersten tijd een ligchaam eene zekere ruimte doorloopt, dan is die ruimte in den tweeden tijd 3 maal, in den derden tijd 5 maal zoo groot, enz., dat is, in den eersten tijd 1 zekere ruimte, in twee volle tijden 4, en in drie volle tijden 9 ruimten, enz.; wil men dit nu nader toepassen, dan zegt men: in de eerste sekonde tijds valt een ligchaam (indien het zwaar genoeg is, om niet veel door de lucht tegengehouden te worden) eene hoogte van omtrent 15 voeten Rijnl., naauwkeuriger, 4 el en 9 palm; in de tweede sekonde 45 voeten; in de derde sekonde 75 voeten; in de vierde sekonde 105 voeten, enz. dit maakt in den tijd van

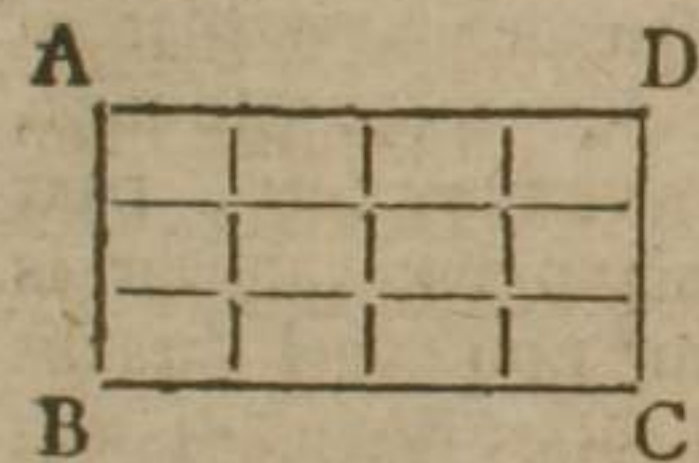
II. DEEL.

B

I se-

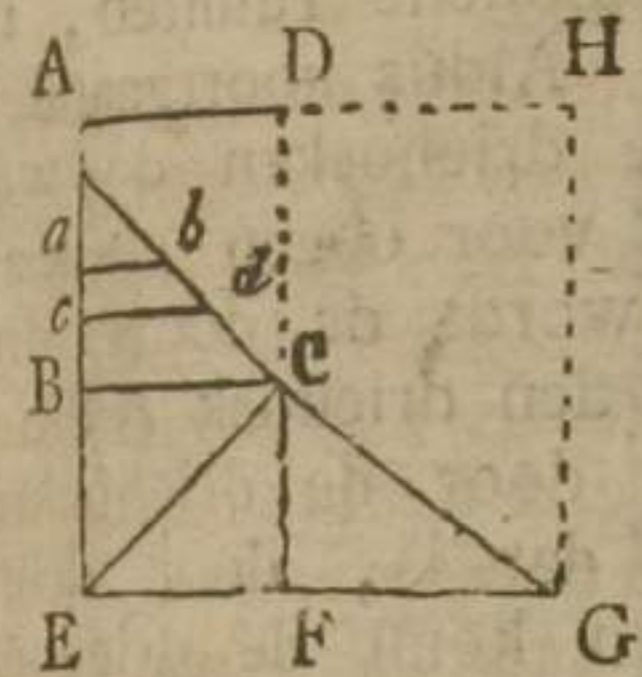
1 sekonde 15 voeten of 1 ruimte
 2 sekonden 60 — of 4 ruimten of 4 maal 15 voeten
 3 — 135 — of 9 — of 9 — 15 —
 en dus zijn, naar dezen regel, de doorgeloopene ruimten, als de vierkanten der tijden.

Men kan dezen regel verklaren, wanneer men wel let op hetgene wij gezegd hebben in de vorige Zamenspraak, bladz. 12; de ruimte, welke een ligchaam doorgeloopt heeft, is gelijk aan den tijd, vermenigvuldigd met de snelheid, dat is, om het figuurlijk uit te drukken: als de lijn AB den tijd voorstelt, en BC de snelheid,



dan stelt de geheele figuur ABCD de ruimte voor; want het is bekend, dat, wanneer men de lengte der lijn AB met die van BC vermenigvuldigt, de uitkomst de grootte van de geheele figuur geeft; tel slechts de ruitjes, en de zaak zal zonneklaar zijn: de ruiten, welke men op AB heeft, zijn 3, en op BC 4; vermenigvuldig dit te zamen, 3 met 4, is 12 ruiten voor de geheele figuur, zoo als gij bij natellen ook bevinden zult: dus is AB, vermenigvuldigd met BC, gelijk aan de geheele figuur; en daar wij nu AB voor tijd en BC voor snelheid stellen, zoo moet ook de geheele figuur de ruimte aantoonen; gaan wij nu na deze voorbereiding tot het bewijs zelf over.

Stelt



Stelt dan, dat van een vallend ligchaam de tijd van den val uitgedrukt worde door de lijn AB, en de snelheid, ten einde van dien val, door de lijn BC, regthoekig op AB, dan zou de doorgeloopene ruimte aangetoond worden door de ruit ABCD, bijaldien het vallend ligchaam, van het begin des vals tot aan het einde daarvan, eene en dezelfde snelheid had gehad; doch daar dit zoo niet is, omdat een ligchaam met geene snelheid begint, maar dezelve van oogenblik tot oogenblik verkrijgt, zoo kan ook de ruit ABCD niet, even als in het vorige geval, de doorgeloopene ruimte uitdrukken, want bij het begin des tijds in A, was de snelheid nul; een weinig verder, iets meer; een weinig verder, alwederom iets meer; zoodat deze snelheid eerst ten einde van dezen tijd, in B, de volle lijn BC uitmaakt. Wanneer nu deze snelheid, van A af tot B, alle oogenblikken regelmatig aangroeit, zoodat zij eerst in B tot C komt, dan moet zij voortgaan volgens de lijntjes ab en cd, altijd stuitende tegen de lijn AC, zoodanig dat de doorgeloopene ruimte voorgesteld wordt door ABC, de helft van de ruit ABCD. Gaan wij nu voort tot den tweeden tijd BE, dan zal de snelheid BC aangroeijen tot EG, gelijk tweemaal BC al langs de lijn CG, even als dezelve in A begonnen was, en de doorgeloopene ruimten voorgesteld worden door de figuur BEGC, gelijk aan drie driehoeken, ieder zoo groot als ABC; en de

B 2

drie-

driehoek AEG zal de afgeloopene ruimten, in twee volle tijden, aantoonen. Aldus voortgaande, zal de figuur der toenemende driehoeken de wet der vallende lichamen klaar voor oogen stellen: in den eersten tijd, AB, wordt de doorgeloo- pene ruimte voorgesteld door den driehoek ABC, in den tweeden tijd, BE, door de driehoeken BCE, CEF en CFG, dat is, door drie, en in de volle twee tijden komt de driehoek ABC er nog bij; dus door vier driehoeken, juist hetgene de regel zegt.

Heintje. Nu ik dit van u hoor, *Meester!* herinner ik mij, met mijn' bal of palet spelen- de, dikwijls dien langzamen voortgang in de hoog- te en snelle nederdaling gezien te hebben.

Mr. Ongetwijfeld kunt gij dit duidelijk zien; maar ik zal het u nog duidelijker maken. Ik heb hier eene ligt bewegende katrol; daarover zal ik eene koord doen, en aan beide einden juist even zwaar wegende schaaltes plaatsen, als in *Fig. 1*; aldus hangen die schaaltes B en C, over de katrol A loopende, in evenwigt; doch nu leg ik in de schaal B een gewigtje, en da- delijk wordt het evenwigt verbroken, en het schaalte B valt, langs den maatstaf DE, naar beneden, echter vrij langzaam. Maar ziet nu eens, hoe deszelfs beweging, of val, van oogenblik tot oogenblik versnelt. (*De Meester doet proe- ven met dit werktuig.*)

Jantje. Dat zie ik zoo duidelijk, als ik het nog nooit gezien heb. Maar waarom gebruikt gij die twee schaaltes? Gij kunt immers het eene terstond laten vallen?

Mr. Ja! maar dan gaat het zoo snel, dat er geen oog op te houden is; ziet maar eens! (*Hij laat*

laat er één alleen vallen.) Doch als men aan de andere zijde een gewigt heeft, zoo wordt de kracht van vallen, en dus ook de snelheid gebroken; zij wordt dus zoo veel minder, als dat overwigt een gedeelte is van beide de schaal- tes; want het eene schaalte valt door deszelfs over- wigt, volgens de wet der zwaartekracht; maar ook het andere moet, tegen de zwaartekracht in, op- getrokken worden. Op deze wijze heeft zekere Atwood, in *Engeland*, een werktuig uitgevon- den, waardoor men alles, wat bij eene vallende beweging plaats heeft, waarnemen kan; ziehier hoe men daarmee werkt:

Men stelle, dat de schaal B wege 6 kwart-on- cen, de schaal C 6 kwart-oncen, en de wederstand en wrijving van het rad A 8 oncen zij. Legt men nu in B en C, in elke, $21\frac{1}{2}$ kwart-oncen, dan weegt iedere schaal, de schaal zelve, met het daarin zijnde gewigt, medegerekend, $27\frac{1}{2}$ kwart- oncen, dat is te zamen 55
hierbij de tegenstandbieding van het rad 8

dan moeten er bewogen worden 63 kwart- oncen. Legt men voorts op de schaal B 1 kwart- once meer, dan is de geheele som der gewigten 64, te weten: B $28\frac{1}{2}$ en C $27\frac{1}{2}$ en het rad 8; zoodat er dan in B slechts een overwigt is van $\frac{1}{4}$ van het geheel, dat bewogen wordt; het da- lende ligchaam in B wordt dan, door het op te trekkene gewigt in C, met $\frac{63}{84}$ tegengehouden en slaat slechts met $\frac{1}{4}$ door; waarom die schaal B ook slechts $\frac{1}{4}$ van hare volle snelheid hebben kan.

Nu loopt een ligchaam, als het vrij valt, in de eerste sekonde 192 Engelsche duimen af (in welke duimen een maatstok, aan het werktuig vast-

gemaakt, gemeenlijk verdeeld is), en daar de snelheid niet meer dan $\frac{1}{4}$ van die des vrijen vals is, zal het ook slechts afloopen $\frac{1}{4}$ van 192, of 3 duimen; derhalve zal de schaal B, aldus toegerust, in de eerste sekonde slechts 3 duimen, in 2 sekonden 12 duimen, en in 3 sekonden 27 duimen afloopen.

Zietdaar eene zeer korte schets van dit uitmuntend werktuig, waardoor men, met het grootste gemak, deze wet der vallende lichamen zoo klaarblijkelijk kan aantoonen. Nu moet ik nog, ten besluite hiervan, er het volgende bijvoegen:

1. Dat een vallend ligchaam, na verloop van zekeren tijd, ophoudende te vallen, en alsdan, op eene vlakke, in eene regte lijn voortlopende met die zelfde snelheid, welke hetzelfde door dien val verkregen heeft, in denzelfden tijd, eenen weg zal afleggen eenmaal zoo groot als den reeds afgevallen' weg; en dat, als de snelheid blijft EG en de tijd wederom AE, de ruimte, die doorgelopen wordt, dan zijn zal AE vermenigvuldigd met EG, dat is, de geheele figuur AEGH; welke figuur gelijk is aan tweemaal de te voren doorloopene ruimte AEG.

2. Dat al hetgene ik u hier gezegd heb, ook aldus op dezelfde wijze plaats heeft, wanneer een ligchaam afrolt langs eene schuinte, welke men een hellend vlak noemt. Zoodat uw stuiters, als gij hem langs eene schuins liggende plank, of schuinen grond, laat afrollen, ook al sneller zal voortloopen; doch dewijl hij over de schuinte heenloopt, en dus niet vrij valt, maar door de zwaartekracht gedurig daartegen aangedrukt wordt, kan hij zekerlijk, in dien zelfden tijd,

zoo

zoo veel niet afloopen, als hij doen zou van boven naar beneden, geheel zonder die aandrukking, vallende. Zie hier hoedanig dit verschil is in Fig. 2. Wanneer ik een' bal in A loslaat, om regt en vrij naar beneden te vallen tot in B, en dezelve daartoe eene sekonde tijds noodig heeft, zoo zal een bal, in A losgelaten, en vallende langs de schuine plank AC, in die sekonde, niet verder dan tot D komen. Wil men nu deze plaats D vinden, zoo maakt men eene lijn BD, welke juist op die schuinte A-C, winklehaaks, regthoekig of *perpendiculair* staat, zoo als men het noemen wil, dat is, lijnregt op AC, zonder naar de eene of andere zijde over te hangen.

Eindelijk moet ik u nog doen opmerken:

3. Dat het volstrekt hetzelfde is, of er een stuk lood, of wat het ook zijn moge, of eene veër valt; de zwaartekracht werkt op beide even sterk, en zij zullen met dezelfde snelheid naar beneden moeten vallen, mits zij niet door iets anders verhinderd worden.

Heintje. Wel, *Meester!* mij dunkt, dat is onmogelijk. Ik heb dikmaals eene veër zien vallen, en dat gaat zeer langzaam, daar een steen of turf al vrij snel valt.

Mr. Daar hebt gij groot gelijk in; hebt gij niet gehoord, dat ik gezegd heb, dat alle lichamen, welke het ook zijn mogen, *even snel* naar beneden vallen, hoe zwaar ook het eene, of hoe ligt ook het andere zijn moge, *mits zij niet door iets anders verhinderd worden?* Nu heb ik u reeds voorheen gezegd, dat onze aardbol geheel omringd is van eene vloeistof, welke wij *lucht* noemen. Welnu, deze vloeistof moet immers lichamen, welke vallen, tegenhouden;

B 4

want

want zij moeten die stof doorklieven en uit den weg stooten? Naar mate nu een ligchaam zwaarder is, of liever meer gewigt heeft, heb ik u reeds onlangs gezegd en aangetoond, heeft het meer kracht, en kan dus die lucht gemakkelijker uit den weg stooten, en wordt daarom vrij minder in deszelfs val gehinderd, dan een ligter ligchaam; dit is de reden, dat eene ligte veer, door de lucht tegengehouden, al golvende nederdaalt, terwijl een looden kogel, of een steen, de lucht met meer kracht wegstoot, en dus sneller naar beneden valt. Wilt gij hiervan een bewijs zien, let maar eens op iets, dat door het water valt, hetgene hetzelfde is. Werpt in het water een' zwaren looden kogel of een' steen; dezelve vallen plotseling naar den grond; doch neemt een stukje lei, of een ligt steentje, en ziet dan eens hoe langzaam dat naar beneden gaat. En wanneer gij gelegenheid zult hebben, om eens eene luchtpomp te zien, dan zal men u toonen, dat, als men onder eene glazen stolp, waaruit de lucht is weggepompt, een' dukaat, welke een ligchaam van de zwaarste soort is, en een pluimpje dons, dat van de ligste is, tegelijk laat vallen, zij beide even spoedig op den grond zijn. (*De Meester doet deze proef, indien hij eene luchtpomp en toestel heeft.*)

Jantje. Wel, Meester! dat is verwonderlijk, nu begrijp ik ook, waarom de kuif van mijne palet met veren bestoken is; dat is zeker om dezelve langzamer te doen dalen, opdat ik er te beter mede spelen kan.

Mr. Zoo is het juist. Nu nog iets, en dan zullen wij dit gesprek besluiten.

Onze aardbol is niet geheel kogelrond, maar
bij

bij de Noord- en Zuidpool wat ingedrukt. Dus volgt, dat de lichamen, welke dicht bij de Polen vallen, zoo als hier en in *Noorwegen* of *Lapland*, wat nader bij het middelpunt (waarin de kracht van aantrekking zich vereenigt) zijn, dan die, welke onder of bij de Evennachtslijn, als in *Peru*, de *Kust van Guinea*, *Borneo*, enz. Daarom worden de lichamen bij de Polen sterker getrokken, dan bij de Evennachtslijn, en vallen dus spoediger. De ondervinding heeft dit bevestigd, en men heeft bevonden, dat in *Lapland*, bij de Noordpool, een ligchaam in eene sekonde valt de hoogte van $15\frac{117}{1000}$ Fransche voeten, terwijl hetzelfde ligchaam in *Peru*, of bij de Evennachtslijn, in eene sekonde slechts $15\frac{515}{1000}$ Fransche voeten afloopt.

Heintje. Wel dat scheelt toch niet veel! Men zou zeggen, hoe het mogelijk geweest is, zulks zoo naauwkeurig waar te nemen.

Mr. Dat dit u zoo voorkomt, is klaar; maar gij zult in de volgende Zamenspraak zien, dat deze naauwkeurigheid toch zeer mogelijk is. Onthoudt dit wel en zijt gegroet tot wederziens!

VIERDE ZAMENSPRAAK.

Over de nederdaling der lichamen in rechte en kromme lijnen, toegepast op de beweging der Slingers.

Mr. Komt, brave leerlingen! vervolgen wij onze vorige les. Doch zijt er op bedacht,
B 5 dat

dat ik heden uwe aandacht en opmerking meer dan ooit noodig heb; want ik moet met u van zoodanige zaken spreken, welke u in den eersten opslag wel zeer moeilijk om te begrijpen zullen voorkomen, doch echter van eene ongemeene nuttigheid zijn. Ik bid u dan, let wel op!

Heintje. Wij zullen ons best doen, *Meester!* in vertrouwen, dat gij het ons vatbaar genoeg zult maken.

Mr. Welaan, laat ons dit beproeven! In de vorige Zamenspraak heb ik u verklaard, hoedanig de lichamen regtstandig, in de lucht, en ook langs eene helling, nederdalen: weet gij nu nog wel, hoedanig de wet der snelheid is van een lichaam, dat, regtstandig, vrijelijk uit de lucht nedervalt?

Heintje. Ik geloof ja, *Meester!* Het vallend lichaam daalt hoe langer hoe sneller, en wel zoodanig sneller, dat het in twee sekonden viermaal meer wegs afloopt, dan in ééne sekonde; in drie sekonden negenmaal meer, en in vier sekonden zestienmaal meer dan in ééne sekonde; en als het vallend lichaam, beneden gekomen zijnde, ten einde van zijnen val, op eenen vlakken vloer, regtuit, konde voortloopen, dan zou het in denzelfden tijd, waarin de val geschied was, op dien vloer voortloopen tweemaal de lengte van de hoogte van den val.

Mr. Zeer wel onthouden. Laat ons deze wet nog eens op den val der lichamen, langs hellende vlakten, toepassen; want daarbij heeft dezelfde wet plaats; zoodanig, dat een bal, langs eene schuins liggende plank afrollende, juist even zoo, sneller en sneller naar beneden loopt, alsof hij regtstandig van boven nederviel; alleen met

met dit onderscheid, zoo als gij ook wel zult kunnen denken, dat de daling niet zoo snel is, als die van eenen vrijen regtstandigen val; en let nu op dit onderscheid: Laat, zoo als in *Fig. 2*, een' bal vallen van A tot C, terwijl een andere tegelijk regtstandig valt van A tot B (de hoogte van de helling), dan zal, zoo als wij dit in de vorige Zamenspraak gezien hebben, de bal, die regtstandig valt, reeds op den grond in B zijn, terwijl de andere eerst tot in D is gekomen; maar als de bal, dus langs de helling voortlopende, gekomen is in C, dan zal zijne snelheid juist even groot zijn, als die van den regtstandig vallenden bal in B. Wanneer nu de regtstandig vallende bal van A tot B dien weg aflegt in ééne sekonde, zoo zal dezelve eene snelheid verkregen hebben, genoegzaam (zoo als gij mij aanstonds zeydet) om wederom in ééne sekonde op eenen vlakken vloer, die waterpas of horizontaal ligt, af te loopen eenen weg tweemaal AB lang; derhalve zal de bal, die langs de helling loopt van A tot C, bij voorbeeld in drie sekonden, beneden in C gekomen zijnde, eene snelheid hebben verkregen, om, even als de regtstandig gevallene bal, ook in ééne sekonde, op eenen vlakken vloer, af te loopen de lengte van tweemaal AB; wanneer nu de rechte helling AC eens was eene kromme, hol-gebogene goot, zal die zelfde wet ook nog plaats hebben, omdat men eene kromme lijn kan aanmerken, als te zijn eene verzameling van vele rechte lijntjes, en dus de bal, langs die kromme goot vallende, in C gekomen zijnde, ook wederom eene snelheid hebben, om in ééne sekonde (den tijd, waarin de bal de regtstandige hoogte AB valt) af te loopen, op eenen

eenen vlakken vloer, tweemaal de hoogte AB. Of dan de helling regt, krom, meer of minder ingebogen zij (zoo dezelve den val niet stuit), zal de snelheid van den bal, langs de helling, of langs de ingebogene goot, als de val geëindigd is, altijd gelijk zijn met de snelheid van den regtstandig vallenden bal, wanneer die in B op den grond is gekomen. Men kan u dit door proefneming aantoonen, door planken met verschillende holle en rechte goten, beschreven en afgebeeld bij 's Gravesande, in zijne *Grondbeginselen der Natuurkunde*, Plaat XV en XVII. Maar zeg mij eens, Heintje! hebt gij wel ooit met opmerking een' *slinger* beschouwd, zoo als men dien in de nurwerken aantreft?

Heintje. Ja, *Meester!* ik heb denzelven wel gezien, doch met geene genoegzame opmerking.

Mr. Welnu, die slinger bestaat, gemeenlijk, uit eene koperen staaf, waaraan van onderen een dikke koperen bol of schijf is vastgemaakt; hangende de koperen staaf van boven aan eene pen, waaraan zij slingert, en dit noemt men het *beweegpunt*, en zulk een' slinger heet men *zamengefeld*; doch ik zal u eenen eenvoudigen slinger maken, en daarbij zullen wij ons alleen bepalen. Zie hier heb ik een' koperen of looden bal, van matige zwaarte; dien zal ik, aan eenen dunnen draad, aan deze pen hangen, zoodanig toegerust, dat het gewigt van den draad als niets kan geacht worden bij het gewigt van den kogel, en dan noemt men het eenen *enkelyoudigen* slinger. Let nu wel op, hoe dezelve slingert. Elke nederdaling en opklimming van den slinger noemt men eene *schommeling*, dat is, het ligchaam des slingers, dat hier de bal is, eens nedergedaald en

eens

eens opgeklimmen zijnde, doet eene geheele schommeling. Het middelpunt van zwaarte van het ligchaam, dat aan den draad hangt, bij voorbeeld, het middelpunt van den bal, noemt men het *schommel- of slingerpunt*, en de *lengte des slingers* wordt bepaald door den afstand tusschen het beweeg- en slingerpunt. Onthoudt deze benamingen wel; zij zullen zeer te pas komen. — Ziet gij nu niet, bij dit heen en weder slingeren, dat de bal niet anders doet, dan vallen, en dan weder rijzen door zijne verkregene snelheid; zoodanig, dat, wanneer er geene wrijving, of eenige tegenstand van lucht, enz. was, de opklimming zoo hoog zoude zijn als de nederdaling, en dus altijd eeuwigdurend zoude voortbewegen zonder ophouden?

Heintje. Ja, *Meester!* ik zie duidelijk, dat de slingerende bal gedurig daalt, alsof hij langs eene kromme ingebogene goot liep.

Mr. Juist zoo. In plaats, dat in eene goot de bal door de goot zelve wordt opgehouden, zoo wordt dezelve hier opgehouden door het beweegpunt, waaraan hij hangt; de wetten zijn dan dezelfde, als van de langs de goot vallende lichamen: bij voorbeeld, wanneer men, in *Fig. 2*, op de lijn AB, uit het midden derzelve, in E een' halven cirkel met den passer maakt, dan zal die halve cirkel altijd gaan door het punt D, en men kan dus altijd weten, hoe ver een bal op een hellend vlak, of in eene holle goot, zal voortloopen, terwijl de andere bal van A tot B nedervalt, door alleen dezen halven cirkel te maken, en waar die de helling raakt, zoo als hier in D, zal dit de plaats zijn. Keert deze figuur nu eens in uwe gedachten om, en verbeeldt u, dat in E eene pen zit, waaraan een

sling-

slinger EA is vastgemaakt, die, opgetild wordende tot D, valt van D tot A, en dus eene halve schommeling volbrengt. Wat is er nu straks gezegd van den weg, dien een vrijvallend ligchaam viel, terwijl een ander langs A tot D, of nu, in dit geval, dat toch hetzelfde is, van D tot A liep?

Jantje. Ik geloof, dat ik het nu weet: terwijl een bal valt van A tot D, valt een ander ligchaam regtstandig van A tot B.

Mr. Regt-zoo. Dus leeren wij daaruit, dat, terwijl een slinger valt van zijn punt, waartoe men hem heeft opgetild, en daar loslaat (dat hier voorondersteld is in D te zijn) tot het laagste punt, dat hier A is, en aldus eene halve schommeling uitmaakt, een ander ligchaam vrijelijk valt bijna de hoogte AB, dat is, tweemaal AE of tweemaal de lengte des slingers; zoodat dan *een slinger zijne halve schommeling volbrengt in denzelfden tijd, dat een ander ligchaam vrijelijk valt bijna tweemaal de hoogte of lengte des slingers.*

Heintje. Waarom, *Meester!* zegt gij van *bijna* tweemaal de lengte des slingers? Een vrijvallend ligchaam valt immers juist de hoogte AB, dat is, tweemaal de lengte des slingers, terwijl de slinger valt van D tot A?

Mr. Gij zoudt gelijk hebben, lieve vriend! wanneer de slinger juist liep langs de rechte lijn AD, of de schuine helling zelve; maar dit is immers het geval hier niet; dewijl het van zelf spreekt, dat de slingerbal van D tot A gaat in eene kromme lijn of boog, en daar een klein verschil maakt, zeide ik, om die reden, *bijna* tweemaal de lengte des slingers. Het wezenlijke verschil is bevonden te zijn aldus: dat een slinger,

uitgerekend naar de rechte lijn, bij voorbeeld, voor ééne sekonde, slechts $\frac{1}{4}$ deel van eene sekonde slingert. — Maar zegt mij nu eens, opletende jongelingen! van welk eene hoogte zou een ligchaam regtstandig vallen, terwijl de slinger eene geheele schommeling volbrengt?

Jantje. Wel, *Meester!* dat is duidelijk, van viermaal de hoogte des slingers.

Mr. Neen, vriendje! dat is te spoedig geantwoord. Weet gij dan niet, dat een vallend ligchaam, in twee sekonden, van viermaal groter hoogte valt, dan in ééne sekonde? Stel eens, dat een slinger de halve schommeling doe in ééne sekonde, dus de geheele in twee sekonden, nu is de halve schommeling in ééne sekonde gelijk aan den val van een ligchaam, in ééne sekonde, tweemaal de lengte des slingers; doch in twee sekonden viermaal meer wegs afvallende, is immers achtmaal de lengte des slingers; derhalve: *een slinger volbrengt zijne geheele schommeling in denzelfden tijd, dat een ander ligchaam vrijelijk valt van eene hoogte, gelijk aan achtmaal de lengte van den slinger.* Berekenen wij eens, ten voorbeelde, de lengte van eenen sekonde-slinger, dat is, een slinger, die in ééne sekonde eene geheele schommeling volbrengt. Stellende, dat een ligchaam, vrijelijk vallende, eene hoogte van 4 el 9 palm, of 49 palmen, in de eerste sekonde, afloopt, zoo doet nu de slinger eene halve schommeling in den tijd, dat een ligchaam valt tweemaal de lengte des slingers, en eene geheele schommeling, dat is, twee halve in achtmaal de lengte, enz. zoo als wij zoo even gezien hebben; dus moet de slinger zijn $\frac{1}{8}$ gedeelte van 49, is 6 palm 1 duim, of 61 duimen, en

en naar de kromme lijn berekend, aldaar $\frac{121}{196} : 1 = 61$ sek. sek. duim tot de ware lengte des slingers: als men de sekonden kwadrateert, omdat de ruimten (hier de duimen) evenredig zijn aan de vierkanten der tijden, zoo geeft het deze evenredigheid:

$$\frac{121}{196} : 1 = 61 \text{ tot de lengte des slingers}$$

$$121 / 11956 / 988 \text{ strepen, of } 9 \text{ palm } 8 \text{ duim en } 8 \text{ streep, ruim.}$$

Hieruit leert gij dan, hoe lang een slinger zijn moet, om juist eene geheele schommeling, in ééne sekonde, te volbrengen, en tevens ziet gij daaruit, dat men den val der lichamen bij de schommelingen van den slinger af kan meten; want, daar een ligchaam achtmaal valt de lengte des slingers, terwijl de slinger eene geheele schommeling volbrengt, zoo spreekt ook van zelf, dat op die plaatsen, waar een ligchaam sneller of langzamer valt, dan hier, de slinger ook meer of minder schommelingen in eenen bepaalden tijd volbrengen moet, en dit was nu ook het middel, waarvan men zich bediende, om te onderzoeken, of de val der lichamen, bij de Polen, anders ware, dan onder de Evennachtslijn; men nam zeer nauwkeurig en met veel behoedzaamheid waar alle omstandigheden van uitzetting en inkrimping der metalen, in acht nemende, hoe veel schommelingen de slingers van gelijke lengte volbragten in den tijd van één, twee of meer uren bij de Polen en onder de Evennachtslijn, en men bevond, dat de slingers bij de Polen altijd sneller slingerden, en dus in den

denzelfden tijd meer schommelingen volbragten, dan onder de Evennachtslijn; waarom dan ook de lichamen bij de Polen sneller moesten vallen, dan op de andere plaatsen van den aardbol. De evenredigheid der sekonde-slingers tot elkander, op onderscheidene breedten, is als de vierkanten van den sinus dier breedten. Doch laat ons nu rusten van deze les, in de hoop, dat gij dezelve wel zult begrepen hebben; haar nut in de toepassing is zeer groot. Vaartwel! tot wederziens!

L E E R I N G E N .

Uit hetgene wij in de vorige Zamenspraken van de zoo sterk versnellende beweging der vallende lichamen gezegd hebben, blijkt:

Waarom men, van eene hoogte vallende, zich gemeenlijk meer bezeert, dan men vooraf vermoeden zoude.

Uit hetgene wij van de nederdaling van lichamen langs hellingen, en van de tegenstandbieding der lucht, zeiden, blijkt het:

Waarom men zich veiliger langs eene helling, dan lijnregt, naar beneden laat dalen, en

Waarom aan de vallende hagelsteenen niet, naar mate van de hoogte des vals, eene versnellende beweging wordt bespeurd.

Uit de verklaring der slingers is het blijkbaar geworden:

Dat de slinger den gang van het uurwerk regelmatig houdt, en

Waarom men den bol van eenen slinger naar boven moet schroeven, als het uurwerk te langzaam gaat, en in het tegengestelde geval, naar beneden.

 VIJFDE ZAMENSPRAAK.

Over de zamengestelde beweging.

Heintje en Jantje. Geachte Meester! hier zijn wij weder, om uwe lessen, die ons hoe langer hoe meer verwonderen en aangenaam zijn, met nieuwsgierigheid te hooren.

Mr. Zeer goed, brave kinderen! Hebben wij voorheen van uwen kaatsbal en stuiiter gesproken, thans zal de vlieger eene beurt hebben.

Jantje. De vlieger! dat is goed! wat zal ik oplettend zijn!

Mr. Nu, luistert dan naar mijne redenen.

Een ligchaam, bij voorbeeld dezen bal, kan ik voortstooten met ééne hand, dat is met ééne kracht; maar ook met twee handen of meer zaken, dat is met twee of meer krachten. Ziet eens: als ik den bal A, *Fig. 3*, stoot met ééne hand, regtuit, tot naar B, dan loopt die langs de regte lijn AB; maar als ik hem stoot, als in *Fig. 4*, met ééne hand aan de eene zijde, en ééne hand aan de tegenoverstaande zijde, even hard, dan blijft hij op zijne plaats: ziet slechts. Doch wanneer ik, als in *Fig. 5*, den bal A stoot met de ééne hand van A tot B, zoodat hij in ééne sekonde tot naar B loopt, en met de andere hand van A tot C, zoodat hij ook in ééne sekonde naar C loopt, zoo zal die bal niet gaan van A tot B, ook niet van A tot C, maar tusschen beide door, van A tot D, en dat wel zoodanig, dat als ik de lijnen AB en AC

AC geteekend heb, en dan eene lijn CD maak, evenwijdig aan AB, en eene lijn BD, evenwijdig aan AC, dan zal de bal A, in ééne sekonde, juist komen in het punt D, en dus de schuine lijn AD doorloopen. Zie hier er de redenen van: Laat op een liniaal, in vier deelen verdeeld, een diertje uit A naar C kruipen (zie *Fig. 6*), terwijl ik te gelijker tijd het liniaal doe zakken tot in B, dan zal het diertje, voortgekropen zijnde tot 1, en het liniaal gezakt tot 1, gekomen zijn in D; het diertje, alverder voortkruipende tot 2, is het liniaal ook gezakt tot 2, en het diertje in E; nog verder voortkruipende tot in 3, is ook het liniaal tot in 3 gezakt, en het diertje is in F; hetzelfde eindelijk voortgekropen zijnde tot in C, of 4, en het liniaal gezakt tot in 4, zoo is het diertje in G, juist de schuinsche lijn AG, even als in het voorgaande geval. Derhalve volgt een ligchaam, door twee krachten bewogen, welke onderscheidenlijk werken, altijd de hoeklijn tusschen de twee krachten. (*De Meester heldert dit nader op, en doet, om het voorgaande te bewijzen, deze proef: Hij neemt een tamelijk zwaar looden gewigt, maakt daar twee touwen aan vast, trekkende met één touw aan het gewigt, dat men zich in A (Fig. 5) moet voorstellen te liggen, naar AB, en met een ander touw te gelijker tijd naar AC, zoo zal het gewigt de lijn AD volgen.*)

Dus zegt men: Twee krachten, uitgedrukt door de lijnen AC en AB, te zamen op één ligchaam A werkende, zijn gelijk of even groot als de lijn AD, welke zij beide voortbrengen. Dewijl nu AB even zoo groot is als CD, zoo

C 2

is,

is, in een' driehoek ACD , AD , eene kracht zijnde, die werkt, altijd gelijk aan twee andere krachten, welke de rigting van de overige AC en CD hebben: en men kan dus, als eene kracht schuins op een ligchaam werkt, hierdoor altijd weten, hoe veel dezelve zoodanig ligchaam naar den eenen, en hoeveel naar den anderen kant wegstoot; bij voorbeeld: Laat, *Fig.*, 7, AB den schuinschen stand van een' vlieger zijn in de lucht, zoo blaast de wind (als eene kracht) daarop regt heen langs de lijn CD ; laat nu eene zekere lijn CD (welke de rigting van de werkende kracht heeft, en die men zoo groot en zoo klein kan nemen als men wil, dewijl het alleen maar op de vergelijking met de andere lijnen aankomt) de kracht van den wind voorstellen, zoo maakt men den regten hoek CED , en dan is de kracht CD gelijk aan CE en ED te zamen, waarvan de stand of rigting der lijn ons leert, dat ED het vermogen is, hetwelk den vlieger schuins op naar boven houdt, en hij daarom in de lucht omhoog blijft; CE gaat langs den vlieger en valt weg. Laat mij dit nog wat ophelderen: ziethier, in *Fig.* 8, een liggend stuk hout AB ; drukt men daar, in het midden, C met een' stok CD tegen, welk drukken dus eene kracht is, even als de wind bij den vlieger, zoo gaat dat hout AB , immers, regtuit voort naar E , langs de lijn CE , met de volle kracht CD ; maar wordt dat zelfde stuk hout, als in *Fig.* 9, gedrukt met een' stok CD in het midden C , doch in eene schuinsche rigting als CD aanwijst, dan is de kracht CD even zoo veel als de krachten CE en ED te zamen; zoodat de kracht CE alleen aanduidt, hoe veel het hout

naar

naar F bewogen wordt, en ED langs het hout gaat verloren, wanneer het hout geen' anderen weg dan naar F kan nemen; anders toont ED de kracht, waarmede het naar A wordt voortgestooten; zoodat hier, met zoodanig eene schuinsche kracht om hetzelfde naar F te stooten, in plaats van de volle kracht CD , niet meer gedaan wordt, dan of er eene enkele kracht CE op werkte. Keeren wij nu nog eens tot den vlieger (*Fig.* 7), en trekken wij de lijn EF , regt te lood op CD , dan zijn EF , FD , als krachten beschouwd, wederom gelijk aan de op den vlieger werkende kracht ED . De stand of rigting der lijnen leert ons, dat dus EF de kracht is, waarmede de vlieger naar boven rijst, en FD de kracht, waarmede hij achteruit drukt.

Aldus verklaart men de werking van den wind op de zeilen, van het water op de roeren der schepen, van den stroom op de gierbruggen, enz. (*De Meester maakt dit met andere voorbeelden nog duidelijker.*)

Heintje. *Meester!* dat begint mij wat hoog te loopen; evenwel heb ik er iets van begrepen.

Mr. Ik geloof het zelf, jonge vrienden! dat ik wat te ver ben gegaan; doch de zaak is zoo nuttig, en van zoo veel toepassing in de zamenleving, dat ik dezelve onmogelijk onaangeroerd konde laten; ook zult gij bij verdere oefening alles duidelijker bevatten.

Wanneer gij slechts oplet, dat eene lijn, of lijnen, volmaakt kan, of kunnen uitdrukken de krachten, welke op een ligchaam werken: bij voorbeeld, wanneer, als in *Fig.* 10, een bal, door de eene hand van D komende, met zulk eene kracht gestooten wordt, dat hij in ééne se-

C 3

kon-

konde tot aan C loopt, en weder eene andere hand van E denzelfden bal met zulk eene kracht stoot, dat hij in ééne sekonde de lijn AB afloopt, zijn dan deze lijnen AC en AB niet gelijk in uitdrukking aan de krachten, omdat zij de wegen aantoonen, die in eene zelfde sekonde zijn afgelopen? Naar mate nu een ligchaam met meer kracht geslagen wordt, zoo loopt het zoo veel verder, en de lijn, welke de krachten uitdrukt, wordt ook zoo veel grooter. Derhalve toonen immers de lijnen volmaakt de krachten aan, en men kan krachten niet anders afmeten dan met vergelijkingen uit de afgelopene wegen. Bij voorbeeld, *Fig. 11*, de bal A, zegt men, wordt door Jantje geslagen met eene kracht, zoodat hij de lijn AB afloopt, dan is AB de kracht van Jantje. Maar Heintje slaat denzelfden bal in denzelfden tijd eens zoo ver, dat is dus met éénmaal meer kracht, zoodat hij loopt CD gelijk tweemaal AB; derhalve de kracht CD ook tweemaal AB. Gaan wij nu over tot de bewegingen, welke vrijelijk in de lucht geschieden, doch niet regtstandig op en neder, zoo als wij reeds behandeld hebben. Maar zeg eens, Heintje! wanneer gij over eene vlakke tafel met eenen knikker knikkert, zoodat dezelve over het einde van de tafel heenloopt, wat gebeurt er dan?

Heintje. Wel, *Meester!* dan valt de knikker op den grond.

Mr. Dat is zoo; doch hebt gij wel opgelet hoedanig? Niet dadelijk, maar hij valt met eenen boog naar beneden. Zie hier den knikker; let nu eens op hoe hij van de tafel loopt.

Jantje. Ik zie het duidelijk, *Meester!* het is een heele boog, met welken hij afspringt.

Mr.

Mr. Ja; en de reden daarvan is zeer klaar. De knikker wordt door twee krachten voortgedreven, zoodra hij van de tafel is: de eene kracht werkte in het punt A, zie *Fig. 12*, welke hem heeft voortgeworpen, en dus volgens KC regtuit voort deed loopen naar L; maar in C van de tafel af zijnde, trekt de zwaartekracht hem naar beneden, en wel met eene kracht, die alle oogenblikken toeneemt, zoo als wij hiervoor gezien hebben. Stel nu, dat de knikker zoodanig regtuit voortgeworpen is, dat hij in vier sekonden vier roeden afliep, en dus van C tot L zou gekomen zijn, wat is dan het geval?

In de eerste sekonde zal hij dan, altijd even snel, zoo als het geval is, van C tot L voortgaande, met de voortwerpene kracht komen tot 1*; maar stel, dat ook de zwaartekracht hem in die zelfde sekonde trekt naar beneden van C tot 1, dan zal de knikker (volgens het hiervoor verklaarde) loopen de hoeklijn CM, en in M gekomen zijn. Aldaar in M zijnde, blijft de voortwerpene kracht van de hand voortgaan met dezelfde snelheid, om den knikker in de tweede sekonde in Q te brengen, maar de zwaartekracht doet hem nu dalen drie deelen, tegen de eerste sekonde één deel, en zou hem tot R doen dalen; de knikker moet dus alweder de hoeklijn volgen, tusschen MQ en MR in, dat is, van M in N komen. Aldaar zijnde, blijft de voortwerpene kracht altijd even sterk, en dezelve zou den knikker in de derde sekonde voeren tot in S; maar de zwaartekracht trekt hem nu vijf deelen van die, welke in de eerste sekonde één was, en hij zou dus in T komen; de knikker moet dan alweder de hoeklijn tusschen

beide in, namelijk NO, nemen, en in O komen; van daar gaat hij met de voortwerpene kracht in de vierde sekonde alweder voort, om in V te komen; doch de zwaarte doet hem nu zeven deelen vallen, waarvan de eerste één was, en zou hem dus in U brengen; de knikker is dan genoodzaakt weder de hoeklijn OP te volgen, en in P op den grond te vallen. Daar nu de punten M, N, O, P, door duizend andere kleine punten, tusschenbeide komende, op de voorgestelde wijze voorondersteld kunnen worden gevuld te zijn, zoo maken deze tallooze regte lijnen, als C, M, N, O, P, enz. ééne kromme lijn CMNOP, die men in de Wiskunde *parabool* noemt. Dat de zwaartekracht den knikker in de eerste sekonde één, in de tweede sekonde drie, in de derde vijf, in de vierde zeven gelijke deelen van de lijn C 16 dalen doet, hoop ik, dat gij begrijpen zult, dewijl ik het u verklaard heb in de Derde Zamenspraak.

Op deze wijze gaat het ook met een schuins in de lucht voortgeworpen ligchaam, zoo als den kogel van een kanon, of de bom, zie *Fig. 13*; deze wijkt door de zwaartekracht hoe langer hoe meer van de rigting of streeklijn AC af, en beschrijft, opklimmende tot D, vertragende, en weder dalende van D tot E versnellende in loop, de geheele parabolische lijn ADE, welke wiskundig te berekenen, en dus de worp der bom of kogel te bepalen is; ja volkomen zou te bepalen zijn, zoo niet de lucht te veel hinderlijk en tegenhoudende was. — In de Derde Zamenspraak verklaarde ik u de reden van dezen vertragenden loop naar boven en voortsnellenden naar beneden; leest die dan nog eens na.

Hein-

Heintje. Ik had weleens van mijn' vader hooren zeggen, dat men een' kogel of bom schietende, vooraf kon berekenen, hoe men de schuinsche rigting AC nemen moest, om een gebouw of toren te treffen; nimmer heb ik dit kunnen begrijpen; doch nu zie ik, dat men den weg van den kogel ADE kent, en begrijp dus min of meer, hoewel nog duister, dat het te berekenen is.

Mr. Ja zeker, en, zoo de lucht door hare tegenstandbieding niet te hinderlijk was, volkomen. Ziehier hoe men door eene figuurlijke bewerking den hoek of de schuimte bepalen kan, om eene bom ergens op te werpen.

Laat A de plaats van den mortier of de bom, en E den toren zijn; nu moet men weten den afstand AE, en AB, de hoogte, welke de bom met eene zekere bepaalde hoeveelheid kruid regtop in de lucht zoude kunnen geschoten worden: deze twee zaken wetende, zoo stelt men naar die mate de lijnen AE en AB. Beschrijft nu op AB uit F een' halven cirkel, en deelt AE in 4 deelen, trekt een' perpendiculair of loodlijn uit het eerste deel 1, welke den halven cirkel in N snijdt of raakt, dan zal AC, door het raak- of snijpunt N getrokken, de schuine rigting zijn, langs welke men den toren E zal kunnen treffen. In dit geval hebben wij genomen AE gelijk aan 2 maal AB, of 4 maal FN, dat is de verste worp; doch stellen wij nu eenen toren in G, terwijl wij AG weder in 4 deelen deelen, waarvan AH een vierde deel is, en trekken wij dan uit H loodrecht de lijn HI, zoo zal de schuine lijn AO, door dat snijpunt I getrokken, de rigting van het geschut aantoonen, en ALG de weg der
C 5 bom

bom zijn; het punt I is altijd gelijk aan het hoogste punt L van den weg der bom; eene andere lijn Aq, door het benedenste snijpunt P getrokken, wijst ook de rigting aan om den toren G te treffen; de eerste rigting is voor die der bom, deze laatste voor den kanonskogel. — Gaan wij nu een weinig rust nemen van spreken en denken, om het verhandelde met vrucht in eenzaamheid te overwegen.

L E E R I N G E N.

Uit hetgene wij in deze Zamenspraak gezegd hebben van de zamengestelde beweging, en van dezelve op den vlieger toegepast, leeren wij:

Waarom iemand, die van eenen voortrijdenden wagen achter afspringt, gemeenlijk valt, en waarom iemand, die uit eene nog langs den wal voortgaande schuit stapt, altijd vooruit moet stappen.

Waarom men een' bal, die langs den mast van een snelzeilend schip nedervalt, ook onder aan den mast ziet nederkomen; en waarom een bal, op een snel voortgaand schip, regt in de hoogte geworpen, wederom in de hand van den werper nederkomt, alshoewel het schip intusschen van onder den bal voortgaat.

Dit alles leert ons dan ook:

Waarom een kanonskogel, op dezen zoo snel wentelenden aardbol, regt in de hoogte geworpen, weder in of bij het geschut moet nedervallen.

Waarom men een' kersensteen, tusschen duim

duim en vinger gedrukt, regtuit kan voortwerpen.

Waarom men met denzelfden wind schepen naar verschillende wegen kan sturen, en, door zekeren stand van roer en zeil, men een schip genoegzaam tegen den wind in kan doen voortgaan.

Waarom eene schuit, door het heen en weer bewegen van het roer, of eenen, in deszelfs plaats gebezigen riem, en een visch, door het heen en weder slaan van den staart, regt vooruit kunnen gaan.

Uit hetgene wij aanhaalden omtrent de voortgeworpene lichamen, blijkt:

Dat men, om op een' verren afstand iets met een geschut of geweer te treffen, altijd hooger en als over het voorwerp heen moet aanleggen.

Daar de bom, door haren val, de daken der gebouwen moet verbrijzelen, zoo ziet men de reden:

Waarom men haar langs de hoogste rigting laat bewegen, terwijl men het kanon de laagste volgen doet.

Z E S D E Z A M E N S P R A A K.

Over de middelpuntskrachten.

Mr. Wel, lieve kinderen! reeds heb ik u aangetoond, hoedanig de wegen zijn van een lichaam

chaam in de lucht voortlopende; bezien wij nu eens, of wij ook de beweging van de planeten, kometen en onze aarde om de zon kunnen verklaren, waarvan wij almede gesproken hebben.

Heintje. Als het u belieft, *Meester!* wij zijn zeer nieuwsgierig dit te weten.

Mr. Let dan wel op. Hebt gij wel ooit met een' slinger een' steen weggeworpen?

Jantje. Ja, *Meester!* ik wel, en hoe harder ik dan in de rondte slingerde, hoe verder de steen vloog, als ik het voorste touwtje losliet.

Mr. Zie hier hoe dit gaat. In *Fig. 14* zij AB de slinger, waarin de steen C ligt; als dezelve dan in den cirkel is rondgeslagen, en men in B de voorste koord loslaat, zoo gaat de steen voort langs BD zoodanig, dat AB en BD eenen zuiveren winkelhaak of regten hoek maken. Dus zegt men, dat de steen van een' slinger of eenig ligchaam, slingerend bewogen, losgelaten wordende, langs de raaklijn van het punt B der loslating, voortvliegt. [Zoodanig noemt men in de Wiskunde de lijn DB, die regthoekig op AB is.] Gaan wij nu eens de werking na in het aangehaalde voorbeeld, zie *Fig. 15*. Als de slinger begint te bewegen in B, geeft men den bal of steen eene neiging, om in BD voort te gaan, zoo als ook geschieden zou, indien het touw AB denzelven niet vasthield; derhalve werken hier twee krachten: eene, om voort te gaan langs BD, en eene, die trekt naar AB; de bal blijft dus tusschenbeide, en beschrijft, van tijd tot tijd, de hoeklijnen BC, die den cirkel uitmaken.

Men noemt dus ook eigenaardig de kracht van B

B naar A werkende, *middelpunttrekkende*, of *aantrekkingskracht*, terwijl men die kracht, welke door de beweging van B naar D veroorzaakt wordt, en even zoo veel trekt, om regtuit zich van het middelpunt A te verwijderen, als de aantrekking, of hier de koord daarnaar toe trekt, de *middelpuntvliedende* kracht noemt. Deze laatste kracht is oorzaak, dat, als men een' bal aan eene koord rondslingert, het touw *spant*, en zelfs zoo voelbaar trekt, dat als de koord wat dun is, dezelve breekt, wanneer men den bal eene groote snelheid geeft, en gij ziet die niet alleen in den slingerlap, maar in alles, wat in de rondte beweegt. Vandaar, dat de wielen van rijtuigen, die door modderige wegen gaan, den modder van zich afwerpen of weg doen vlieden. Zie hier een bierglas ter helft met water gevuld: ik zal om hetzelfde een touw zoodanig vastmaken, dat ik het regtop kan houden: nu kan ik het veilig in de rondte slingeren zonder storten.

Jantje. Wel, *Meester!* dat is wonderlijk! het glas keert geheel het onderste boven, en het water loopt er niet uit!

Mr. Maar, jongenlief! daar is niets wonderlijks in: het water kan er niet uitloopen. Zeide ik niet zoo even, dat door het in de rondte bewegen, het ligchaam eene kracht verkrijgt, om van het middelpunt weg te vlieden? Welnu, zoo is het ook met dit water; het wil van het middelpunt, dat mijne hand is, wegvlieden, drukt daardoor gedurig tegen den bodem van het glas aan, en zoodra die kracht sterker dan de zwaartekracht is, kan het nooit naar beneden vallen.

Ik moet u evenwel, alvorens hiervan af te gaan, de regelen opgeven, waarnaar men de middelpuntskrachten kan berekenen.

Als twee lichamen op denzelfden afstand ieder om een middelpunt geslingerd worden, en de omloopstijden ook gelijk zijn, dat is, in dit geval, dezelfde snelheid hebben, dan zijn de middelpuntskrachten tot elkander, als derzelver gewigten of hoeveelheden stofs. Bij voorbeeld: de ééne bal woog 6 en de andere 12 lood, dan zijn de krachten als 6 tot 12, dat is, de eene zal eens zoo veel kracht als de andere hebben.

Als twee lichamen van hetzelfde gewigt, in gelijke omloopstijden, ieder om een middelpunt geslingerd worden, dan zullen hunne krachten zijn evenredig aan ieders afstand van zijn middelpunt: dat is, hetgene aan eene eens zoo lange koord, als het andere, geslingerd wordt, zal ook eens zoo veel middelpuntskracht hebben.

Wanneer in het laatste geval de omloopstijden wel gelijk, maar de gewigten ongelijk zijn, dan zullen de krachten overeenkomen met de vermenigvuldiging van ieders afstand van het middelpunt met zijn gewigt.

Wanneer twee lichamen van gelijk gewigt en op denzelfden afstand ieder om een middelpunt geslingerd worden, dan zijn de krachten tot elkander in de omgekeerde vierkantsrede der omloopstijden. Bij voorbeeld: neemt twee ballen, ieder van welke één lood weegt, en op een voet afstands staat van het punt, doch de eene rondloopt in ééne sekonde, terwijl de andere er twee toe besteedt: dan zal de eerste vier krachten hebben, het vierkant van den omloopstijd des tweeden; terwijl de tweede slechts ééne kracht

kracht heeft, het vierkant des omloopstijds van den laatsten.

Naar deze wetten geschiedt de beweging van de planeten en de aarde om de zon, van de maan om de aarde, enz. De alleen-wijze GOD heeft, in plaats van het slingertouw AB, eene aantrekkingskracht in alle lichamen gelegd, zoo als ik u reeds verklaard heb. Daar nu de zon zoo verbazend veel grooter is dan de planeten, zoo spreekt het van zelf, dat zij dezelve alle in aantrekking overwint, en dus alle tot zich trekt; derhalve zouden, op die wijze, al de planeten in de zon vallen.

Jantje. Wel, *Meester!* zou dat gebeuren?

Mr. Voorzeker! maar luister slechts, en ik zal trachten het u duidelijk te maken. De groote wijsheid van GOD, waarover wij ons, gelijk gij al meer en meer bemerkt, niet genoeg verwonderen kunnen, dewijl zij overal blijkbaar is, heeft daarvoor gezorgd, door, even als in den slinger, twee krachten te zamen te laten werken; bij voorbeeld: laat, in *Fig. 16*, Z de zon zijn en P de planeet: wat is dan het geval? Door de aantrekkingskracht der zon wordt immers de planeet, langs de lijn ZP, tot de zon getrokken, en zou er dus ook in moeten vallen? Maar zoodra de Almagt deze *middelpunttrekkende* kracht, zoo als men haar noemt, daarstelde, gaf Zij ook tegelijk aan de planeten, enz. eene andere kracht, om regthoekig op ZP, langs PA, voort te gaan; derhalve werken er twee krachten op P: eene langs ZP, die wij zoo groot als de lijn PB zullen stellen, en eene langs PA, die wij ter grootte van PD nemen, waardoor de planeet, even als de slinger, de hoeklijn tusschen
bei-

beide in, als PC, de kromme lijn PCG, om de zon beschrijft, die derzelve loopbaan uitmaakt. Want in C gekomen, werkt wederom, als voren, eene kracht gelijk aan CE naar de zon toe, en eene gelijk aan CF, om langs de raaklijn weg te vlieden, waardoor de planeet de hoeklijn CG volgen moet; daar deze twee krachten van oogenblik tot oogenblik blijven werken, zoo wordt PCG eene kromme lijn. Gij begrijpt nu wel, dat het volstrekt hetzelfde moet zijn, of ZP een touw is, als de slinger, dan of er eene onzichtbare kracht bestaat, die hetzelfde doet, en de planeet P als vasthoudt, om niet langs PA voort te gaan. Daar wij nu vooronderstellen, dat de lijnen ZP en ZC zeer nabij elkander zijn, en daarin boog PC ook zeer klein, zoo zullen dan ook deze kleinere de cirkelvormige loopbaan kunnen uitmaken, en daarom ook CD en CA als even groot kunnen worden aangemerkt. Dewijl de middelpuntvliedende kracht de kracht is, waarmede het ligchaam van het middelpunt van Z, langs ZC, regtuit naar A poogt weg te vlieden, zoo drukt de lijn CA de middelpuntvliedende kracht uit; nu is, om de kleinte des boogs, CA gelijk aan CD en BE, welke de trekking naar de zon aanduiden, en dus gelijk zijn aan de wegvliedende kracht, en geen wonder, als deze krachten van aantrekking en wegvlieding niet gelijk waren, zou de planeet of verder afdwalen of nader bijkomen, en dus geen cirkel beschrijven, zoo als wij nu vooronderstelden: ondertusschen is het waar, dat deze middelpuntvliedende krachten dan eens toe- en dan weder afnemen; waarom de planeten ook niet eenen cirkel, maar een ovaal, of wel ellips, beschrijven om de zon.

Hein-

Heintje. *Meester!* als onze Lieve Heer nu eens die kracht van de zon, langs ZP of ZC trekkende, losliet, dan zou ook onze aarde en al de planeten, even als de slingersteen, langs PA of CF wegvlieden.

Mr. Voorzeker! doch GODS volmaakte schikkingen gedoogen geene wanorde, en vereischen, dat al de Natuurkrachten, tot onderhoud van het geheel, in dezelfde werking blijven; zoodat gij u nimmer behoeft te bekommeren: noch hierover, dat eene komeet de aarde zal botsen, wanneer dezelve dwars door ons zonnestelsel heen vliegt; noch dat er eenige planeet in de zon zal vallen; noch dat eene verwijdering, zonder einde, langs PA ons lot zal worden; noch eenige bedenking van dien aard. Alles is ten hoogste wijs en kunstig zamengeweven; en de eene Natuurkracht werkt op en met de andere, en bewaart daardoor eene standvastige en eeuwige orde.

Heintje. Ik kan, na dit alles geleerd te hebben, niet nalaten mij te verwonderen, als ik van kometen hoor spreken, dat er nog menschen in de wereld zijn, die zich verbeelden, dat GOD dezelve aan den hemel doet komen, ten voor-teeken van kwade gebeurtenissen op de aarde, daar de zon haar, zoowel als ons, om zich heen trekt.

Mr. Ja, lieve jongen! eer gij zoo verlicht waart, al gij nu reeds zijt, zoudt gij ook wel eens zoo dom kunnen gedacht hebben: erken dus wel dit voorregt, en tracht een' ieder, die met zulke of andere vooroordeelen bezet is, met bescheidenheid te overtuigen, dat alles naar vaste wetten werkt; dat de komeet, zoowel als de maan, door dezelfde krachten bestuurd en be-

II. DEEL.

D

wo-

wogen wordt; zoodat de verschijning van eene komeet, hoe zeldzaam en dus vreemder voor ons, even zoo min verwondering behoort te baren, als het zien der volle maan, derzelve eklipsen, de vaste sterren en meer andere hemellichten. God, die de goedheid zelve is, weet beter dan het zwakke mensdom, dat niets voor ons ongelukkiger zijn zou, dan vooraf te weten, wat ons zal overkomen. Hij houdt dus de toekomst diep voor ons verborgen, en zal die, noch door staartsterren, noch door vuurklompen, noch door het gehuil der honden, noch door het geschreeuw der uilen, en wat al andere sprookjes meer, aan ons kenbaar maken. Foei! het is zelfs Godonteerend, te denken, dat dat onbegrijpelijk groot en weldadig Wezen zulke middelen bezigen zoude. Vaartwel! tot wederziens!

LEERINGEN.

Uit hetgene wij omtrent de werking der middelpuntskrachten hebben opgemerkt, volgt:

Dat, wanneer men eene buis, gevuld met vloeistoffen van onderscheidene gewigten, rondslingert, de zwaarste naar het bovineinde en de lichtste naar onderen zullen wijken. Door deze kracht is het, dat een rijder, die snel in eenen kring rijdt, niet regt te paard kan zitten.

Ook even daaruit zien wij de reden:

Waarom de tol om zijne as beweegt en staande blijft.

Waarom het graan in de wan, bij de ronddraaijende beweging, naar den buitenrand, en het vuil naar het midden gaat.

Waar-

Waarom van schaatsenrijders, die, bij een troep, handopleggende, achter elkander rijden, de achterste, als zij schielijk omzwenken, de handen moeten loslaten, of groot gevaar loopen van te vallen.

Uit dit alles kan men ook leiden:

Dat een mensch, die zeer snel loopt, zoo veel middelpuntskracht verkrijgt, dat zijne beenen nauwelijks den grond drukken.

Alles, wat maar eenigzins in de rondte bewogen of geslingerd wordt, moet de regelen der middelpuntskrachten volgen; zoodat deze hare toepassing van eenen te grooten omvang is, om geheel hier op te geven; eene oplettende waarneming doet ons dagelijks deze verschijnselen zien.

ZEVENDE ZAMENSPRAAK.

Over het zwaartepunt der lichamen.

Mr. Zoo, lieve kinderen! zijt gij daar? Reeds verlangde ik naar uwe komst, om met onze beschouwingen voort te gaan. Hebt gij wel ooit eens eene pijp of een stokje op uwen vinger in evenwigt gelegd, zoo als dit, bij voorbeeld?

Jantje en Heintje. Ja, Meester! dat kunnen wij ook.

Mr. Zeer wel; maar laat ons eens zien, wat daarvan de reden zij. — Die stok of pijp ligt in evenwigt, en kan dus niet vallen; en

waarom niet? Omdat aan de eene zoowel als aan de andere zijde van den vinger evenveel deelen zijn; aan beide zijden ligt dus eene gelijke kracht van aantrekking of van zwaarte, en het eene kan niet vallen, of het andere moest naar boven gaan; derhalve belet de zwaarte van het eene het andere om te vallen, omdat dezelve aan weerskanten van den vinger, die het rust- of steunpunt is, dezelfde zwaarte hebben, hetwelk men *evenwigt* noemt. Nu hebben alle ligchamen zulk een punt, waaromheen al de deelen in evenwigt liggen; en dus, dit punt ondersteund zijnde, wordt het gansche ligchaam, even als de pijp of stok, belet te vallen. Zie hier, bij voorbeeld, een driehoekig plankje, *Fig. 17*, waarin dit punt *Z* is; stel nu eene punt van een mes in *Z*, zoo zal het plankje in evenwigt liggen, en dit punt noemt men het *zwaartepunt*. Het *zwaartepunt* is dan dat punt in eenig ligchaam, hetwelk, ondersteund zijnde, het ligchaam belet te vallen.

Jantje. *Meester!* ik heb dikmaals beproefd zulk een plankje op de punt van eene schaar in balans of evenwigt te stellen, doch ik heb dat punt nog nooit kunnen vinden; veel gemakkelijker is het met een' regten stok.

Mr. Dat geloof ik zeer wel, lieve jongen! want in uw plankje moest gij niet alleen het evenwigt zoeken, regts en links, maar naar alle hoeken, en dat gaat zeer bezwaarlijk; doch zie hier hoe men het doen kan. Laat (*Fig. 18*) *ABC* een plankje zijn, waarvan men het *zwaarte- of evenwigtspunt* vinden wil, zoo slaat men wel naauwkeurig in twee hoeken van dezelve, als *A* en *B*, spijkers of stifjes; nu hangt men het-

hetzelve eerst op aan het stiftje *B*, en plaats dan aan hetzelve een touwtje met een lood, schietlood genoemd, als *BD*. Dit lood toont, dat, zoo als het plankje daar vrijelijk hangt, het zwaartepunt zijn moet in de lijn *BD*, wijl dat de lijn is, die de zwaarte zelve in het schietlood aanwijst. Voorts hangt men hetzelfde plankje (na alvorens de lijn *BD* op hetzelfde geteekend te hebben) weder op (als in *Fig. 19*) aan het punt *A*, en laat weder de loodlijn uit *A* vallen, om de rigting der zwaarte te zien; als nu valt dezelve langs *AE*; derhalve ligt ook het zwaartepunt in de lijn *AE*, even zoo als het ligt in *BD*, volgens het eerste geval. Dus kan hetzelfde punt alleen daar plaats hebben, waar de eene lijn de andere raakt, namelijk in *Z*.

Wanneer men nu, op deze of eene andere wijze, het zwaartepunt van een ligchaam weet, zoo kan men altijd weten, tot welk eene schuinte men het kan overbuigen, alear het zal vallen.

Laat, bij voorbeeld in *Fig. 20*, *AB* een' balk zijn, waarvan het zwaartepunt in *Z* is, zoo onderzoekt men in dien schuinschen stand de loodlijn *ZD*, en zoo lang dezelve tot *D* en niet buiten den voet van den balk valt, kan hij ook niet vallen; want het zwaartepunt is ondersteund door het onderste van den balk. Doch maakt men dien balk langer, als *CE* in *Fig. 21*, zoodat er meer zwaarte naar boven is, en dus het zwaartepunt *Z* rijst tot in *G*, dan zal de loodlijn *FG* buiten den voet van den balk *EC* nederkomen, en de balk moet vallen. In *Italië* bevinden zich twee torens, als een te *Piza* en een te *Bologne*, welke men zegt, dat opzettelijk zoo schuins, als deze balk,

gebouwd zijn, zoodanig, dat de streeklijn ZD van het zwaartepunt juist op den hoek van den voet des torens valt, als in *Fig. 20*, en derhalve niet vallen kan; doch met het minste er op te plaatsen terstond vallen zoude.

Heintje. Ik zie dan, *Meester!* dat een toren nog al vrij schuins kan hangen, eer hij vallen zal.

Mr. o Ja! doch het is met onderscheid hoe de bouwing is; zijn zij van boven spits toeloope, en is dus de zwaarte in het onderste gedeelte, zoo als men veelal bouwt, dan kan de overhelling zeker vrij groot zijn; het hangt, gelijk gij gezien hebt, alleen van de zwaartelijn ZD of FG af, en daar, waar zich de meeste zwaarte bevindt, is ook het zwaartepunt het naaste bij. Gij begrijpt nu wel uit dit alles, dat het zwaartepunt in een ligchaam aanstonds verandert, zoodra er het minste af- of bijgedaan wordt. Bij voorbeeld: wanneer in eene ronde houten schijf (*Fig. 22*) het zwaartepunt juist in het middelpunt Z is, en men in C een stuk hout uithakt, en dat vol lood giet, zoodanig dat hetzelfde veel zwaarder dan de geheele schijf is, zoo volgt immers, dat het zwaartepunt niet meer in Z, maar in of bij het stuk lood C zal zijn. — Wanneer, in eenen kegelvormigen ledigen emmer (*Fig. 23*) B, het zwaartepunt Z is, en het hengsel, of de draagbeugel nagenoeg gelijk, doch even boven het punt Z is vastgemaakt, zoo zal, deze vol water gedaan zijnde, het punt Z komen in S, en de emmer van zelve omslaan, doordien het zwaartepunt geen steunsel heeft, en zich boven de steunpunten bevindt. — Deze kennis van het zwaartepunt geeft aanleiding tot allerlei aardigheden; zoo als kegels, wel-

welke tegen schuinten oploopen; schijven, die van zelve eene hoogte oploopen, als de schijf, zoo even aangehaald; de *Chinesche* duikelaars; alle balanseringen, die gij door koorddansers en dergelijke ziet verrigten; komende dit laatste geheel daarop neder, dat het zwaartepunt wordt ondersteund gehouden, en daardoor bevrijd van vallen kan blijven.

Jantje. Dat begrijp ik, *Meester!* en daarom hebben zij ook zeker dien zwaren stok in de handen, om met denzelven heen en weder te keeren, en het zwaartepunt van hun ligchaam boven de koord te houden. Maar zeg mij, als het u belieft, waar zit het zwaartepunt van het menschelijk ligchaam?

Mr. Het zwaartepunt van het menschelijk ligchaam bevindt zich in het laagste gedeelte van den onderbuik, tusschen de heupen. Wanneer een kind leert loopen, ziet gij hoe moeilijk het hem is, dat zwaartepunt altijd door de voetzolen ondersteund te houden, en hoe dikmaals zulks mislukt, en het valt.

Laat mij dit besluiten, met u, als een gevolg van deze leer, nog een kunstje te leeren.

Leg op eene tafel een' stok (als in *Fig. 24*) AB, waarin gij in D van onderen een keepje maakt; hang aan denzelven een' emmer met water, met het hengsel zoo dicht tegen de tafel als mogelijk is; neem dan een stokje of latje CD, zoo lang, dat, wanneer het in het keepje D valt, het andere einde tegen den hoek van den emmer C aandrukt, zoo sterk, dat de emmer iets terugwijkt; dit gedaan zijnde, kunt gij den

zwaarsten emmer met water gerust loslaten, als blijvende volkomen hangen aan den stok AB, welke los op de tafel ligt.

Jantje. *Meester!* dat is wonderlijk; aanstonds zal ik dat kunstje nadoen; doch zeg mij toch eens, hoe komt het, dat die emmer niet valt?

Mr. Dit komt daarvan, dat de emmer hangt aan den stok AB, en den daaraan stijf sluitenden stok CD, het zwaartepunt gesteld zijnde in Z. Wanneer nu de emmer vallen zoude, zoo moest hij ombuigen in de lijn ZE, en dus den stok AD doen van de tafel glijden; maar, om langs ZE om te buigen, moest het zwaartepunt Z van zelf rijzen, dat onmogelijk is (dalen is door de zwaartekracht de gedurige neiging); doch van zelf te rijzen is niet mogelijk, neen, maar ongerijmd; derhalve kan de emmer ook deze ombuiging niet doen, en ook niet vallen. — Nu, vaartwel! Wanneer gij intusschen dit kunstje nadoet, weest dan voorzigtig, om wel op mijne beschrijving te letten, of gij loopt gevaar, den emmer met water over de beenen te krijgen. Hierbij zullen wij het laten tot eene volgende samenkomst.

LEERINGEN.

De kennis van het zwaartepunt doet ons zien:

Waarom men vaster gaat, als men, zoo als gewoonlijk, de voeten op zijde, dan wel vóór elkander plaatst.

Waarom de watervogels, door het groote bovenlijf, eenen waggelenden gang hebben.

Waar-

Waardoor de duikelaars, van vlierpitten gemaakt, werken.

Wat men doet, als men iets op de hand balanseert.

Waarom men balansen kan met drie messen, waarvan het eene op de punt van eene naald rust, en de twee andere in het oog daarvan gestoken worden.

Waarom een mensch achterover loopt, als hij eenen zwaren last van voren draagt, of de eene hand uitsteekt, als de andere een emmer water draagt.

Waarom een bal, op de biljarttafel met het scherp der hand buiten het midden geslagen wordende, terugloopt, nadat dezelve eenigen tijd is voortgegaan: men lette hierbij ook op hetgene wij van de middelpuntskrachten gezegd hebben, en ook op den tegenstand van het laken der tafel.

Eindelijk leeren wij hieruit:

Dat hoe meer iets topzwaar is, hoe meer zich het zwaartepunt naar boven bevindt, en hoe eerder hetzelfde valt, en waarom dus een wagen met hooi beladen veel eerder omvalt, dan een zonder hooi daarop, eene chais, koets, of wat het zijn moge, op hooge, eerder omvalt dan eene op lage wielen; zoo als wij in het aangehaalde voorbeeld van de twee balken duidelijk geleerd hebben.

—————

ACHTSTE ZAMENSpraak.

Over de enkelvoudige Werktuigen, bijzonder den Hefboom.

Mr. Wel, jonge liefhebbers! hebt gij al braaf kunstjes gedaan met het zwaartepunt?

Jantje. Ja, Meester! dat met den emmer is zeer goed gegaan, en vader heeft mij beloofd nog het een en ander, daartoe betrekkelijk, te zullen koopen.

Mr. Zeer wel. Het wordt tijd, dat wij nu eens over de Werktuigkunde spreken, dat is, over dat gedeelte der Natuurkunde, waarin men de vermogens en werkingen der kunstwerktuigen leert, der zoodanige ten minste, welke wij dagelijks zien gebruiken, als *Koevoeten, Handspaken, Balansen, Windasfen, Katrollen, Takels*, enz., altemaal dienende om, of met veel vermogen iets met groote snelheid te doen bewegen, of, en dit wel meestendeels het geval is, met weinig vermogen eene groote kracht te oefenen. Bij voorbeeld: met een Windas doet men zoo veel met één' man, als anders, zonder hetzelfde, met acht mannen nauwelijks zoude kunnen gedaan worden.

Jantje. Wel, Meester! dat is raar! Kan door een werktuig met één' man voor acht mannen werk gedaan worden? Wat is daarvan de reden?

Mr. Ja, zeker, en somtijds wel voor twintig mannen en meer. Dat is juist het oogmerk der

der werktuigen, die men tot het hijschen, verplaatsen der goederen, en anderzins, gebruikt. En om u dat alles wel te doen verstaan, zullen wij eerst spreken

- I. Over enkelvoudige, en dan
- II. Over zamengestelde Werktuigen.

De enkelvoudige zullen wij in zeven soorten verdeelen; als:

1. Den Hefboom.
2. De Balans.
3. Het Katrol en Takelgestel.
4. Het Windas.
5. Het Helend vlak.
6. De Wig, en
7. De Schroef.

1. Door den Hefboom verstaat men een' stok of balk (als in Fig. 25) AB, onbuigzaam, en, als men het nauwkeurig noemen wil, ook zonder zwaarte; doch dit heeft in de Natuur geene plaats. Deze stok of balk rust op het punt of den stut C, op welk punt, dat men het rustpunt noemt, dezelve vrijelyk bewegen kan, en dient om zwaarten op te ligten, zoo als onze *Koevoeten, Pakkersstokken*, enz. zijn. Wanneer wij nu met dezen stok AB een gewigt, dat op A ligt, willen opligten, moeten wij immers denzelfden aan het andere einde B, hetzij met de hand of met eenig ander gewigt, drukken. Bij voorbeeld: (De Meester neemt een liniaal, legt het op iets, dat het steunpunt uitmaakt, en ligt er iets mede op.) nu kan men de kracht van druk-

drukking met de hand niet wel bepalen, dewijl dezelve ongelijk is; zijnde dan eens harder en dan eens zachter. Dus neemt men in de Werktuigkunde altijd gewigten, die men op het einde B legt, of er aan hangt, dat hetzelfde is; ook bepaalt men niet zulk een vermogen in B, als men noodig heeft, om werkelijk het gewigt in A op te ligten, maar eigenlijk het gene er mede in evenwigt staat. Daar wij nu reeds eenige malen het woord *gewigt* gebruikt hebben, en thans van gewigt spreken moeten, kan ik niet voorbij, u te doen opmerken het onderscheid tusschen *gewigt* en *zwaarte*, opdat gij in uwe denkbeelden niet het eene met het andere verwarren zoudt. *Gewigt* bestaat eigenlijk in de hoeveelheid van stofdeelen, die eenig ligchaam bevat, of wel de som der zwaarte in de deelen, welke een ligchaam uitmaken; terwijl de *zwaarte* alleen de neiging der stofdeelen zelve is naar het middelpunt der aarde, waarvan wij reeds in eene vorige Zamenspraak (de Zevende van het eerste Deel) gehandeld hebben. De plaats A, waar het gewigt, dat men evenaren wil, staat of hangt, noemt men het *lastpunt*, en het gewigt zelf den *last*. Daarentegen het punt B, alwaar het vermogen aangewend wordt om den last op te houden, het *magtpunt*, en het gewigt zelf de *magt*; voorts het punt C, waarop de Hefboom ligt, het *rustpunt*. Onthoudt deze punten wel, en let er op, dat wij nu, en in de gansche Werktuigkunde, alleen maar te zoeken hebben, welk gewigt men in B noodig heeft, om den last A in balans te houden.

Heintje. Maar, *Meester!* moeten die gewigten niet evenveel zijn?

Mr.

Mr. Dat is niet altijd noodig. Ziethier dit liniaal op mijnen vinger rustende; nu leg ik aan dit korte einde een gewigt van twee looden, en op het andere einde, dat eens zoo ver van den vinger is, ook twee looden; en wat gebeurt er? het slaat door en ligt het andere op; maar leg ik er één lood op, dan is alles in evenwigt.

Heintje. Wel, *Meester!* dat is wonderlijk, dat één lood in evenwigt met twee looden is; mij dunkt, dat is onmogelijk, want ieder der gewigten van twee looden wordt toch met dezelfde zwaartekracht naar beneden getrokken?

Mr. Gij zoudt volkomen gelijk hebben, zoo de gewigten ieder afzonderlijk hingen of werkten, en niet door eenen stok of staaf aan elkander vereenigd waren. Let slechts op de werking van het zwaartepunt, te voren door ons (in de Zevende Zamenspraak van dit Deel) behandeld, waarin wij zagen, dat, zal iets in evenwigt zijn, het zwaartepunt ondersteund moet worden; en zal dat geschieden tusschen twee lichamen, welke met eene staaf of stok (zoo als hier het geval is) aan elkander verbonden zijn, dan is het zwaartepunt daar, waar de vermenigvuldiging van het gewigt met den afstand over en weer gelijk is. Bij voorbeeld: neemt een' stok, aan welks eene einde een bal hangt, die vier looden weegt, en aan het andere einde een bal, welke één lood weegt, zoo is het zwaartepunt, tusschen die ballen, in den stok nabij den zwaarten bal op $\frac{1}{5}$ gedeelte der geheele lengte van den stok; immers vier looden vermenigvuldigd met $\frac{1}{5}$ is $\frac{4}{5}$, en één lood vermenigvuldigd met de overige $\frac{4}{5}$ is ook $\frac{4}{5}$, want alle beweegkracht is, zoo als wij reeds in de Tweede Zamenspraak van dit Deel gezien

zien hebben, gelijk aan het gewigt met de snelheid vermenigvuldigd. Laat nu (*Fig. 26*) AB den Hefboom, in A het lastpunt, en B het magtpunt zijn; hang dan in L drie looden, en in M drie looden, zoo is er, wel is waar, gelijk gewigt, doch geene gelijke kracht van zwaarte, en deze maakt juist het evenwigt en de werking op elkander uit; want, laat het gewigt B het gewigt A opligten, hoe is het dan met de snelheid gelegen? Stel dat dan de Hefboom AB de rigting van DE krijgt, zoo is de weg AD, welken de last afgelegd heeft, veel kleiner dan de weg BE, welken de magt gedaald is, en wel juist zoo veel als BE is in vergelijking tot AD; en de Wiskundigen leeren ons, dat deze cirkelbogen BE en AD juist in grootte tot elkander zijn als de lijnen CB en CA, waarmede zij gemaakt zijn; dat is, BE is juist zoo veel maal grooter dan AD, als BC grooter dan AC is; derhalve is de weg BE van de magt juist zoo veel grooter dan AD van den last, als BC grooter dan CA is. Dewijl nu de wegen BE en AD in denzelfden tijd zijn afgelegd, zoo is de snelheid even zoo groot als de ruimte of de afgelegde weg; derhalve de snelheid van magt M in vergelijking van die van L, als BC is in vergelijking tot AC. Stel nu dat BC drie duimen lang is en AC maar één duim, zoo zal de snelheid van de magt M ook drie zijn, tegendat die van L één is. Hangt er nu aan A een last van 9 looden, zoo is 9 gewigt met 1 snelheid vermenigvuldigd, negen krachten van zwaarte. Maar in B zijn 3 snelheden, dus 3 gewigten, of in dit geval looden noodig, om ook 9 krachten te bekomen; derhal-

halve zal men evenwigt hebben, wanneer in L 9 looden hangen en in B 3 looden. De gewigten, welke in eenen Hefboom in evenwigt zijn, moeten in B, met den afstand BC van het rustpunt vermenigvuldigd, overeenkomen met het gewigt L, met den anderen afstand AC vermenigvuldigd. Hieruit volgt dan een grondregel, welke in de geheele Werktuigkunde doorgaat, *dat het onderscheid van snelheid tuschen magt en last, welke in evenwigt zijn, ook juist het onderscheid van derzelver gewigten of vermogens uitmaakt*; dat is, dat, wanneer de magt, welke aan een werktuig werkt, te gelijker tijd met den last, eenige malen meer wegs moet afloopen dan de last, hetzelfde ook zoo veel malen meer kracht doet, en dus ook zoo veel maal kleiner dan de last zijn kan; zoodat hij, die de minste snelheid heeft, het meeste in gewigt zijn moet. Bij voorbeeld: de snelheid van L in A is driemaal kleiner dan van M in B, en juist ook moet het gewigt M driemaal kleiner dan L zijn, om evenwigt te maken. Gij ziet dit duidelijk, wanneer zij maar eens oplet op het naar boven gaan van eene turfmand met touw en blok, en dat van eene haal of vat, welke met een windas worden geheschen; met het laatste is slechts omtrent $\frac{1}{3}$ van het gewigt noodig, dewijl één man voor acht mannen werk doet. Doch ook is de snelheid van dien last in het windas achtmaal kleiner dan van de turfmand als last beschouwd.

Jantje. Ja, *Meester!* daar heb ik weleens op gelet: eene turfmand is heel schielijk boven, terwijl een vat of baal met een windas zeer langzaam gaat.

Mr. Ja, voorzeker; en let nu eens vooral op het-

hetgene ik gezegd heb, dan kunt gij altijd berekenen, wat in een werktuig het evenwigt tusschen last en magt uitmaakt. Verbeeld u eens bij een werktuig te zijn (hetzelfde waarvan gij het evenwigt tusschen magt en last bepalen wilt), zoo hebt gij niets meer te doen, dan het werktuig in beweging te brengen, en voorts de snelheid of den voortgang van den last tegen de magt te meten, en gij weet aanstonds het evenwigt. Bij voorbeeld: gij bevondt, dat de magt eenen weg maakt van 12 voeten, terwijl de last slechts 1 voet doorliep, zoo was het klaar, dat 1 pond magt 12 ponden last kan tegenhouden en opwegen. Deze regel nu gaat onveranderlijk door, en blijft, in welk werktuig ook, altijd dezelfde: hoe minder magt men noodig heeft, hoe minder snelheid in den last; het gewigt van de magt is altijd gelijk aan de snelheid van den last, en de snelheid van de magt gelijk aan het gewigt van den last; dus, al wat men bij een werktuig in snelheid wint, verliest men in magt, en wat men in magt wint, verliest men in snelheid van den last. — Aler wij dit werktuig verlaten, moet ik nog aanmerken, dat hetzelfde den grondslag van de geheele Werktuigkunde uitmaakt, en alle werktuigen in hetzelfde grond zijn. Men onderscheidt de Hefboomen gemeenlijk in drie soorten, naar mate de rust-, magt- en lastpunten onderling geplaatst zijn. Is het rustpunt tusschen het last- en magtpunt in, als in *Fig. 25*, dan is het een Hefboom van de *eerste soort*; doch is het rustpunt op een der einden, als in *A*, het lastpunt in *C* en de magt in *B*, dan is hij van de *tweede soort*, en plaatst men het magtpunt in *C*, tusschen *A* steunpunt en *B* lastpunt in,

in, dan is het een Hefboom van de *derde soort*. Vele werktuigen, die wij dagelijks gebruiken, komen er mede overeen, als ijzeren koevoeten, snuiters en scharen, zijnde niet anders dan Hefboomen. In den snuiter is de nagel, waarover de twee bladen bewegen, het rustpunt, de hand de magt, en de kaarspit de last. In de schaar is de hand de magt, en hetgene men snijden wil de last. De koevoet, snuiter en schaar zijn Hefboomen van de *eerste soort*. Hoe dikker stof men nu knippen moet, hoe zwaarder de last is, en derhalve, hoe verder men de magt van het rustpunt (dat de nagel is, om welken de schaar zich beweegt) moet verwijderen, en dus lange stelen en korte bladen hebben, zoo als de scharen van de Blikslagers en Smids zijn; doch als men veel snelheid hebben wil, en niet in magt winnen, neemt men scharen met zeer lange bladen en korte stelen, zoo als de scharen der Droogscheerders zijn; deze moeten zeer spoedig veel wol tegelijk kunnen afscheren, welke stof geene of weinig magt vereischt.

De stokken van de Pakkers zijn ook Hefboomen; zoo ook de kruiwagens. Van deze laatste is het wiel het rustpunt, de vracht het lastpunt, en de magt zijn de handen, welke de boomen dragen, en daarom Hefboomen van de *tweede soort*; hoe verder alweder de magt van het wiel is, dat is, hoe langer de boomen zijn, en hoe digter de last op het wiel ligt, hoe minder magt men noodig heeft; daarom leggen de Kruijers altijd geldzakken, of andere zware vrachten, digt op het wiel, en hebben lange boomen aan hunne wagens. De vuurtang, eindelijk, is ook een Hefboom, en wel van de *derde soort*,
II. DEEL. E om-

omdat het scharnier het rustpunt, de bladen het lastpunt en de hand tusschen beide in, het magtpunt uitmaakt; deze werken voor de magt altijd onvoordeelig.

Heintje. Ja, *Meester!* ik heb weleens gedacht: waarom zijn sommige kruiwagens zoo lang? Maar verstaan dan al de Kruijers de regelen der Werktuigkunde, dat zij dat zoo doen?

Mr. o Neen! het is alleen de ondervinding, die hun dat geleerd heeft. Voorts zijn de roeren van schepen, de riemen van roeijers, de kerfmesen, als ook de ledematen van het menschelijk ligchaam, alle Hefboomen. Onze arm, bij voorbeeld, is volstrekt een Hefboom, welke door de spieren, als magten, wordt opgetild, en rust in het gewricht van den schouder. De arm is een Hefboom, en wel van de *derde soort*, geschikt om veel snelheid voort te brengen, en welke dus verbazend veel magt vereischt. Vijftig pond, gehangen aan den elleboog, vereischt eene magt in de spieren, om dezelve op te houden, van omtrent zeven honderd pond. Welk eene wonderbare wijsheid in dit zamenstel, dat de kracht onzer spieren zoo verbazend is, dat wij onze armen en andere ledematen niet alleen tot gemak onzer werkzaamheden, op de snelste wijze, kunnen bewegen, maar ook nog zulke zware lasten opligten, en andere krachten oefenen!

Denkt hierover nu eens met aandacht na, en sparen wij het vervolg tot de volgende bijeenkomst.

NEGENDE ZAMENSpraak.

Over de Balans, de Katrol, het Windas, het Helend vlak, de Wig en de Schroef.

Mr. Komt, jonge vrienden! gaan wij voort met onze beschouwing.

2. Het tweede werktuig is de *Balans*: deze staat gelijk met een' Hefboom, waaraan de last en magt zich op eenen gelijken afstand van het rustpunt bevinden. Hieruit volgt dus, dat de armen of jukken van eene Balans juist even lang moeten zijn, of de beweging is valsch; dewijl alsdan de magt en de last van gelijk gewicht geen evenwigt hebben, dat juist in eene Balans noodzakelijk is, doordien men er goederen mede weegt, en dus 1 pond in de schaal in evenwigt moet zijn met 1 pond aan de andere zijde.

Het pennetje moet regt loodlijnig op de Balans staan. Het zwaartepunt moet iets lager zijn dan het beweegpunt of rustpunt van de Balans, opdat hetzelfde, door het laagste punt te zoeken, de Balans in evenwigt brenge. Hoe nader, onder tusschen, de werkman het zwaartepunt onder het beweegpunt gebragt heeft, hoe nauwkeuriger de Balans zal zijn. Op deze wijze vervaardigt men goede Balansen, waarin het gewogene met het ingelegde gewicht overeenkomt; doch wanneer men den eenen arm iets langer dan den anderen maakt, en, door het een weinig verdunnen van dien arm, de Balans in evenwigt doet hangen, even als eene

goede, dan is dezelve valsch en bedriegelijk; de schaal aan den langsten arm moet dan ook zoo veel ligter gemaakt worden, om evenwigt te ver-
toonen: men ontdekt deze valschheid terstond, als men de schalen omhangt; dit moet de bedrie-
gelijke Balans geheel uit het evenwigt brengen, terwijl het aan eene goede volstrekt niets hinde-
ren kan. Wil men met zulk eene valsche Ba-
lans evenwel juist wegen, dan wege men de
waar eerst in de eene schaal, en legge die dan
over in de andere, en wege dezelve weder. Het
spreekt van zelf, dat deze gewigten verschillen,
omdat de eene arm langer dan de andere is. Om
dan nu de ware zwaarte daarvan te vinden, ver-
menigvuldige men dezelve te zamen, en trekke
daaruit den wortel. Stel eens, een stuk kaas
weegt in de eene schaal 4 lood en in de andere
9 lood, zoo is $9 \times 4 = 36$

$\sqrt{\quad}$

is 6 voor het ware gewigt.

3. De *Katrol*, als in *Fig. 27* AB, is even
als eene Balans, zoo als de lijn AB aantoon-
t; C is het steunpunt, en dus is het gewigt L
altijd gelijk aan M, om evenwigt te maken. Men
wint dus met eene Katrol niets dan gemak van
werking. Bij voorbeeld: in plaats dat men, bo-
ven uit een venster liggende, eene turfmand zou
moeten tot zich trekken van beneden naar boven,
hijscht men dezelve met touw en blok op, dat
veel gemakkelijker is.

Maar zoodra wij meer dan ééne Katrol nemen,
en eene of meer van dezelve beweegt, dan helpt
dit in de magt. Bij voorbeeld: laat eene Katrol,
als in *Fig. 28* in A, van boven vastzijn, en
eene andere in C beweegbaar, daar de last in L
aan

aan hangt, dan zal 1 E in M 2 E in L kun-
nen opwegen; want de helft van het gewigt L
draagt het punt B, daar het touw vast is ge-
maakt; dus wordt in M, over Katrol A, slechts
de andere helft gedragen. Ook zal M, naar be-
neden trekkende, mede twee voet dalen, tegen L
één' voet rijzen. Op deze wijze stelt men Ka-
trollen, zoo boven als onder, in blokken bij
elkander, die men *Takels* noemt, waarin men
de magt, welke er tot eenen last noodig is,
even als in het reeds gemelde geval, altijd ophouden
kan door een zooveelste gedeelte, als er Katrollen
zijn. Bij voorbeeld: *Fig. 29* stelt een' Takel voor
van vier schijven; met denzelven kan in M,
met viermaal minder gewigt dan de last L zwaar
is, deze last L opgehouden worden. Gij weet
het gebruik van dezen en andere Takels, om goe-
deren uit de schepen te hijschen, en andere zwa-
re lasten te verplaatsen. De voorzegde regel gaat
altijd door, mits, zoo als in de gewone Takels
plaats heeft, er slechts één touw gebruikt worde,
dat om al de Katrollen wordt heengeschoven. Be-
halve deze gewone zijn er nog andere Takels,
doch weinig in gebruik, welker samenstel gij,
verder gevorderd zijnde, ligtelijk op deze gron-
den kunt onderzoeken. De *Spaansche Takel*, on-
dertusschen, wordt nog al veel op de schepen
gebruikt, en bestaat, als in *Fig. 30* afgebeeld
is, uit twee verschillende koorden. Men kan
in M, het magtpunt, 1 pond plaatsende, een'
last, in L, van 7 pond in evenwigt houden; want
in den Takel BC houdt 1 pond in M 3 pond
in L tegen, omdat het een Takel is, die
in het geheel drie schijven heeft; 3 pond in
L, met 1 pond in M, maakt te zamen 4 pond,
E 3 wel-

welke 4 pond aan de Katrol A hangt, en dus door het touw AB naar beneden getrokken wordt. De 3 pond, welke wij ons voorstellen moeten in L hangende, in evenwigt met 1 pond in M, wordt nu, langs het touw BAC, met vier pond naar boven getrokken; dat is, het touw AC oefent eene magt van 4 pond, welke, gevoegd bij de gemelde 3 pond, 7 pond evenwigt maakt in L.

4. Het *Windas* is genoeg bekend, bestaande uit een rad en spil, om welke het touw, dat den last opwindt, zich rolt; zie *Fig. 31*. Wanneer wij weten willen, hoe in het *Windas* de last met de magt gelijk zal staan, zoo moeten wij slechts opletten op onzen regel van snelheid; en hoe is die? Als het rad, waaraan de magt beweegt, éénmaal omloopt, zoo loopt de spil B, om welke de last werkt, ook éénmaal rond; derhalve, als de snelheid van de magt de omtrek van het rad A is, zoo is de snelheid van den last de omtrek van de spil B; en men zal dus, volgens den algemeenen grondregel, in M zoo veel minder magt noodig hebben, om den last L op te houden, als de omtrek van B kleiner is dan die van A. Laat den omtrek van A zijn 9 voet en van B 1 voet, zoo zal 1 pond in M 9 pond in L ophouden. In het *Windas* is dus de magt tot den last te vergelijken, als de omtrek der spil tot den omtrek van het rad, of, dat hetzelfde is, gelijk de dikte van de spil tot de middellijn van het rad. Dat dit het geval is, blijkt ook duidelijk uit *Fig. 32*, wanneer men het *Windas* bij den Hefboom vergelijkt. Laat AEF den omtrek zijn van het groote rad van het *Windas*, en BGD dien van de spil, waarop het

het rad draait en waarom het touw van den last L gewonden wordt. Terwijl de magt M in A werkt, hangt de last L als tegenwigt in D; men ziet dus klaar den Hefboom ACD geboren worden; en daar het geheele rad met de spil uit dezen Hefboom bestaat, en er bij elke beweging altijd zulk een Hefboom ACD blijft bestaan, zoo volgt, dat deze Hefboom de werking van de magt tot den last in het *Windas* aantoont. Nu is in dezen Hefboom M tot L, gelijk CD tot AC, dat is, de halve dikte der as tot de halve middellijn van het rad, of dit verdubbeld, gelijk de geheele dikte van de spil tot de middellijn van het rad.

Jantje. *Meester!* hoe duidelijk is deze verklaring door dien algemeenen regel, en vooral door dien, welchen gij daar nog bijgevoegd hebt! Hoe grooter dus het rad is, en hoe dunner de spil, hoe gemakkelijker hijschen.

Mr. Juist; doch men kan de spil niet zoo dun nemen als men wil, om het breken. Gemeenlijk ondervindt men, dat een last, met een *Windas* opgeheschen, hoe hooger opkomende, hoe langer hoe zwaarder wordt; want het touw windt zich, de eene bogt al over de andere, om de spil, en maakt daardoor de spil dikker, en alzoo moet de aan te wendene magt grooter zijn.

5. Het *Hellend vlak* is eene vlakte, welke schuins ligt, even als onze bruggen, de hellingen in kelders, enz.; zie *Fig. 33*. Laat eene rol D met eene koord DEM over eene Katrol I langs de helling opgetrokken worden; dan beweegt zich de magt M tot K, even zoo veel als de weg DE; doch de magt is niet meer gerezen dan HG; daar nu GH met de hoogte van de helling

ling overeenkomt, en DE met de schuimte, zoo is de magt, om eenen last op de helling tegen te houden, in vergelijking tot het gewigt van den last, even als de hoogte van de helling tot de schuimte. Laat de helling AB lang zijn 12 voet en de hoogte BC 4 voet, zoo zal 4 pond in M 12 pond in D tegenhouden, mits de werking der koord DE evenwijdig aan de helling werke; want horizontaal, of in de strek AC werkende, zoo is de magt in M tot den last D, als BC tot AC. Hieruit leeren wij dan, dat hoe schuiner eene brug is, hoe gemakkelijker men er met eene vracht kan opkomen; want zoo veel te grooter is de lengte of schuimte tegen de hoogte.

6. De *Wig*, of *Beitel*, is even als twee Hellende vlakken tegen elkander, en dient om stukken hout vaneen te splijten. Dit werktuig komt in alle deelen met een Hellend vlak overeen. De magt wordt aangevoerd door eenen hamer, of ander werktuig, in A, *Fig. 34*; de last is het hout, waarin het geslagen wordt.

In de *Wig* is dan ook, even als in het Hellend vlak, de magt, welke op den rug BC wordt aangewend, tegen den last of de zamenhechting van het hout, in verhouding, als de halve dikte des rugs CA tot de hoogte der *Wig* AD; omdat men in de *Wig* de magt kan aanmerken te werken in de strek AD, dat is, zoo als wij bij het Hellend vlak de horizontale werking der magt verklaarden. Met de *Wig* vergelijkt men alle beitels, messen, scharen, spijkers, enz.

Heintje. Dus, *Meester!* hoe dunner de *Wig* is, hoe minder magt er noodig zal zijn, en vandaar ook zeker de reden, dat de mes-

sen,

sen, om wel te snijden, dun geslepen moeten worden.

Mr. Zoo is het. Gaan wij nu over tot ons laatste werktuig, de *Schroef* namelijk.

7. De *Schroef* is een tweeledig werktuig, bestaande uit een' cilinder of rol, rondom welke een draad, overal evenwijdig, geslingerd is, en uit eene holle, nitgekeete opening, waarin het eerste stuk sluiten moet, als *Fig. 35*. — Bezien wij eens, hoe het hier met de snelheid staat van magt en last.

De last ligt op de *Schroef* in L, en wordt opgewonden de hoogte CD van eenen schroefdraad, wanneer de magt in M den geheelen omtrek doorgelopen heeft van den boom AM, waaraan zij werkt. Derhalve is weder de magt tot den last, in de *Schroef*, als de wijde van iederen schroefdraad CD tot den omtrek van de kruk of den boom van de *Schroef*, die opgeschroefd wordt; dat is hier: M tot L, gelijk CD tot den omtrek van den cirkel, waarvan AM de middellijn is. Verbeeldt u nu, zoo als veel plaats heeft, eene *Schroef*, met schroefdraden, die $\frac{1}{2}$ duim van elkander zijn, en dan aan het andere stuk een' boom AM van 8 voet, dat is, de omtrek van 24 voet, zoo gaat de magt 24 voet wegs, als de last $\frac{1}{2}$ duim rijst; dus de magt tot den last als $\frac{1}{2}$ tot vier en twintigmaal twaalf, is 288 duim, of als 1 tot 576. Met het vermogen dan van 1 pond kan men 576 pond tegenwerken. Dus leert ons dit, dat eene *Schroef* dat werktuig is, waarmede men de meeste kracht met de minste magt kan oefenen, gelijk in de persen van de fabrieken genoeg te zien is. — Doch rusten wij nu wat tot wederziens,

alswanneer wij ook eens, met weinige woorden, over de zamengestelde Werktuigen spreken zullen.

L E E R I N G E N .

Uit hetgene wij omtrent den Hefboom opgemerkt hebben, leeren wij de werking der scharen, tangen, snuiters, notekrakers, roeiriemen, kruiwagens, koevoeten, hengsels, klinken van deuren, tuimelaars van schellen, slingers van pompen, masten van schepen, menschelijke ledematen, enz.; en men ziet de reden:

Waarom men met eene schaar het sterkste snijdt, als men dit het dichtst aan het scharnier doet.

Waarom een schip sneller voortgaat, als het zeil of de r, waaraan het zeil vast is, hooger wordt opgehaald.

Uit de Balans leeren wij:

Hoedanig iemand, die op de schaal van eene Balans staat, zich schijnbaar zwaarder en ligter kan maken, naar mate hij met een stok binnen of buiten het hangpunt der schaal tegen de Balans stoot.

Door het Windas zagen wij de werking der kaapstanders, braadspitten, koffijmolens, overtoomen, molenwieken, enz.

Het Hellend vlak leert ons deszelfs nuttig gebruik door het halen van lasten uit kelders en schuilen; en waarom iemand, die eenen zwaren last tegen eene brug opkruist, nog dwars opwerkt, en de helling daardoor zoo veel te grooter maakt.

De Wig leert ons het gebruik der mes-

sen,

sen, bijlen, beitels, scharen, spijkers, heipalen, bekken en klauwen van vogels, hoornen en tanden van dieren, enz.

De Schroef toont ons het uitstekend gebruik, dat daarvan te maken is bij het persen van lakens, linnens, stempels, mededeeling aan raderwerken, en vooral in de zoo genaamde vijzels, waarmede men de grootste gebouwen kan opligten.

Men leert ook hierdoor, waarom men, door het winden van eenen draad om den vinger, een' al te naauw gekneden ring kan losmaken.

T I E N D E Z A M E N S P R A A K .

Over de zamengestelde Werktuigen.

Mr. Zoo, jongelieden! zijt gij daar weder? Dat behaagt mij. Welan! ik zal uwen weelust trachten te voldoen met het voortzetten van onze taak.

Heintje. Als het u gelieft, *Meester!* wij verlangen naar uwe nuttige lessen; want nog dezen morgen zag ik het voordeel daarvan. Onze kruijer was bezig, om de wasch, die mijne moeder gepakt had, met touwen toe te halen, en om zulks met kracht te doen, had hij een' stok, bij wijze van een' Hefboom, daar hij het touw niet eenen strik om sloeg, en dan het eene einde van dien stok tegen de mand deed rusten, en

en aan het andere einde trok; doch hij had den strik omtrent in het midden van den stok, en won dus maar de helft in magt. Ik ried hem denzelfden meer naar het rustpunt te schuiven; en toen deed hij met de helft van de kracht zoo veel als te voren, dat hem bijzonder wel beviel.

Mr. Het is mij aangenaam, te vermenen, dat gij mijne lessen zoo wel begrepen hebt. — Wanneer twee of meer der hiervoor verklaarde eenvoudige Werktuigen worden te zamengeoppeld, zoo noemt men het een *zamengesteld Werktuig*. Zoo zijn sommige zamengesteld uit een Windas en een Hellend vlak, als de overtoomen of schuinenten, gelijk, bij voorbeeld, te *Amsterdam*, buiten de *Weteringspoort*, en aan den *Overtoom*, daar men de schuiten, op rollen gesteld, overhaalt (zie *Fig. 36*). Het groote rad A is het Windas, en de schuinte B het Hellend vlak. Daar ik u hier doe opmerken, dat dit rad een Windas is, zoo moet ik er bijvoegen, dat alle spillen, waar zich, even als in een Windas, een touw, waaraan de last vast is, omwindt, Windassen zijn; zoo is een *Kaapstander* (afgebeeld in *Fig. 37*) een Windas, en een *Braadspit*, als vóór op de schepen ligt, *Fig. 38*, en daar het anker mede wordt opgewonden, ook een Windas. Zoo heeft men een werktuig (*Fig. 39*), *Bk* genaamd, geschikt om zeer vastzittende palen uit den grond te halen, hetwelk alsdan op eene zware schuit ligt. Herzelve heeft in A een *Braadspit* of *Windas*, waarom een touw loopt, dat men met kettingen om den paal D vastmaakt; aan het einde van de handspak E van het *Braadspit* A, is een *Takel* van 4 of

of meer schijven (hier van 4), welke men vervolgens windt om den *Kaapstander* C, die door menschen wordt omgedraaid. Dusdanig kan men werktuigen zamenstellen en verbazende krachten aanrigten. Wil men nu van zulk of eenig ander zamengesteld werktuig het vermogen kennen, zoo behoeft men het slechts van ieder afzonderlijk te bepalen, en dan met elkander te vermenigvuldigen. Bij voorbeeld: laat *Fig. 40* drie op elkander werkende Hefboomen voorstellen, dan vindt men aldus het evenwigt van magt en last:

In den Hefboom A is magt tot last, als 1 : 3
 B ————— 1 : 3
 C ————— 1 : 4

Dus de geheele magt tot last, als 1 : 36.
 En ziehier de reden: laat den last in L zijn 36 pond, dan draagt N^o. 3 van den Hefboom A slechts 12 pond, en dus N^o. 3 van den Hefboom B niet meer dan 4 pond; derhalve M, in den Hefboom C, op het 4^{de} deel van het rustpunt, slechts 1 pond: dus 1 pond in evenwigt met 36 pond. Nemen wij nu, in den voorbeschrevenen Bok, het *Braadspit* dik 1 voet en de handspak 3 voet, dat is 6 voet middellijs voor het geheele rad, wanneer men het als een Windas aanmerkt:

Dus in het *Braadspit* magt tot last, gelijk 1 : 6
 De *Takel* van 4 schijven m. tot l., gelijk 1 : 4
 En in den *Kaapstander*, de spil G stellende op $\frac{1}{2}$ voet dik, en de geheele spak FG lang 6 voet, zoo is hier magt tot last, als $\frac{1}{2}$ tot 6, of als 1 : 12

En derhalve magt tot last, als 1 : 288.
 Stel

Stel nu, dat een mensch, aan de spaak EG duwende, eene kracht oefent van omtrent 30 pond, zoo kan een mensch in evenwigt zijn met 8640 pond; en dus doet met zulk een werktuig één man zoo veel, als 288 mannen, zonder hetzelfde, doen zouden.

Hierbij zouden wij het, volgens ons bestek, kunnen laten, ware het niet, dat ik u eene bijzondere dienst meende te doen met de verklaring van een werktuig, waarmede men de zwaarste lasten, als gebouwen, koepels, enz. opwindt en verplaatst; een werktuig, dagelijks in handen van elken werkman, die met het verplaatsen van zware lasten te doen heeft; ik bedoel de Dommekracht. Zie derzelve afbeelding, zoo als het werk van binnen is, in Fig. 41.

Op de getande staaf AK wordt in A de last gesteld, of aan den haak of den klaauw K. Het rad C vat, met een rondsel B, in de tanden van de staaf AK. Dit rad C wordt weder bewogen door het rondsel D, en dit door den slinger of de krak EF. Hier is magt in F tot last in A, gelijk radius rondsel B tot rad C, en radius rondsel D tot slinger EF. Stel radius rondsels B en D gelijk 1, en radius rad C gelijk 6, en slinger of handvat EF gelijk 6;

dan is m. tot l., gelijk 1 : 6 in het rad;
 nog eens 1 : 6 in het handvat;
 ———
 als 1 : 36.

Men heeft ook eenvoudige Dommekrachten, waarin het rad C niet is, maar het rondsel D terstond in de staaf AK vat: dan is alleen magt tot

tot last, gelijk radius rondsel D, als 1 tot de lengte van het handvat EF, gelijk 6.

Jantje. Wel, Meester! ik sta verbaasd over de kracht, welke men door zulke werktuigen oefenen kan! Op die wijze zou één mensch wel alle lasten, al waren dezelve ook nog zoo zwaar, kunnen verplaatsen.

Mr. o Ja! welke het ook maar zijn. Doch wij hebben nu nog maar van *in evenwigt houden* gesproken, en niet van *verplaatsen*. Wanneer men verplaatsen wil, moet men, vooreerst, meer kracht aanwenden, dan het evenwigt behoeft; want ik kan 50 pond wel met 50 pond in evenwigt houden, maar niet verplaatsen; alsdan heb ik 51 of meer ponden noodig. Ten andere moet men, om te verplaatsen, de schuring of wrijving overwinnen, welke de deelen der werktuigen op elkander oefenen, zoo als die van de draaijingen in de spillen der Windassen, enz.; ook komt nog zeer in aanmerking de stijfheid der touwen, zijnde de wederstand, welken zij bieden, als zij om de schijven der Katrollen gebogen worden. Hoe meer zamengesteld nu de werktuigen zijn, hoe meer schuring; en dus ziet gij, dat als men dezelve al te zamengesteld maakt, men met de schuring of wrijving meer verliezen kan, dan men met de vermogens wint. De wrijving kan bedragen (naar mate van het werktuig) van $\frac{1}{8}$ af tot $\frac{1}{3}$ van den last toe. Hoe gladder en hoe kleiner de oppervlakten zijn, die op elkander werken, hoe minder de wrijving, en hoe ruwer, hoe meerder dezelve is. Door smeer of olie, geschikt om onzichtbare openingen (poriën) te stoppen, kan men dikmaals de wrijving verminderen, zoo als men dagelijks ziet; en daarom is het ook, dat de sle-

slepers zich van vetlappen bedienen, waarover zij hunne sleden laten trekken.

Daar wij nu zoo veel belang hebben bij de molwerken, die door den wind bewegen, zal ik u nog, ten besluite dezer les, het samenstel onzer gewone Watermolens verklaren.

De eerste beweegoorzaak zijn de *Wieken* of *Roeden* (zie *Fig. 42* in *A*), over welker hek- en zeilwerk, uit hoofde van den schuinen stand, de wind henenstroomt, en dit dus teruggedrukt, om van *G* naar *H* te bewegen. Hierdoor beweegt de *As*, waaraan de wieken of roeden vastzijn, en doet het daaraan vastgemaakte rad *B*, bij de molenaars *Bonkelaar* genoemd, omgaan; welk rad vat in de groeven van het rad *C*, *Kroonrad* of *Schijfloop* geheeten, en doet de Grootte Spil omgaan, die midden in den Molen staat, en waaraan, van onderen, het rad *D*, *Schijfloop* genoemd, gevonden wordt; hetwelk wederom vat in de groeven van het Kroonrad *E*, aan welks as vast is het Schep- rad *F*, hetwelk, snel in het water ombewogen wordende, hetzelfde (het water) ter hoogte van vier of vijf voet opwerpt, en datgene verrigt, wat wij *uitmalen* noemen en waardoor wij onze polders en lage landen van onderloopen en al te grooten overloed van water bevrijden. Zoo als men nu hier, aan die middelspil, een rad heeft vastgemaakt, zoo kan men daardoor ook andere zaken doen bewegen, hetzij steenen en stampers voor Olie- en Pelmolens, over elkander wrijvende steenen voor Korenmolens, enz.

Jantje. Al dikmaals heb ik gedacht: waarom hangen de molenwieken, of roeden, zoo achterover? Doch nu begrijp ik het: de wind moet over de zeilen kunnen heenschuiven, en dezelve dus kunnen rondrukken. Mr.

Mr. Juist zoo. — Ik zou u nog vele werktuigen kunnen verklaren; doch ik viel mij, dat gij uit dit weinige genoeg begrijpen zult, om u, daarin lust hebbende, hetzij in andere Werken, of dadelijk bij de werktuigen zelve, meer en meer te oefenen. Rusten wij nu weder wat uit van onzen arbeid, en denkt onder uwe uitspanningen dikwijls na over hetgene gij geleerd hebt.

Heintje. Ja, *Meester!* dit zullen wij, en ik geloof, dat het ons nog al dikmaals te pas zal komen. Als wij knikkeren of stuiten, zullen wij denken aan hetgene gij ons wegens de voortgeworpene lichamen gezegd hebt. Elke vlieger, dien wij in de lucht zien, zal onze aandacht tot zich trekken, daar wij de reden geleerd hebben, waarom dezelve boven in de lucht blijft. Alle kunstjes van balanseringen zullen ons aan het zwaartepunt doen denken; terwijl alle werktuigen van molens en fabrieken, zoowel als deze zelve, al onze oplettendheid gaande zullen maken van wege derzelve samenstelling.

Mr. Zeer wel, brave leerlingen! dus voortgaande, wordt gij ware Natuurkenners. Binnen kort wacht ik u weder.

LEERINGEN.

De toepassing der zamengestelde Werktuigen is algemeen op alles, wat fabriek of trafiek mag genoemd worden, hetzij dezelve door menschen of dieren, hetzij door wind, water of damp in beweging en werking gebragt worden.

Door de wrijving slijten alle werktuigen, onze kleederen, meubelen, rijtuigen, enz.; en
II. DEEL. F hier-

hierin zien wij de reden, waarom *sleerlap*-pen, waarvan de *slepers*, bij sommige *sleden* en vrachten, gebruik maken, *verreweg* te verkiezen zijn boven de watervaten, welke men hen ook ziet bezigen.

Dikwerf is de wrijving zeer nuttig, b. v. als zij den molen doet stilstaan door het knellen van den *vatg.* De schroef houdt ook daardoor vast, zonder terug te gaan. Het koorn wordt *verorzeld* door den steen, het linnen wordt glad door den *mangel*, door het strijken, enz. Alles is het uitwerksel der wrijving.

ELFDE ZAMENSpraak.

Over de botsing der lichamen.

Mr. Komt, jongelieden! beschouwen wij nu, ten laatste, de uitwerkselen of krachten, welke bewogene lichamen oefenen op andere lichamen, waartegen zij aanloopen; dat is, wat er gebeurt, wanneer lichamen tegen elkander aanstooten of botsen.

Heintje. Gaarne, *Meester!* zoo het onze vatbaarheid niet te boven gaat.

Mr. Ja, lieve jongens! dat zal er zeker bij af zijn, en daarbij is de stof wat droog; doch zij behoort door Natuurkundigen gekend te worden, en is van veel nut in de toepassing; alles van uwe oplettendheid en leerlust verwachtende, gaan wij ter zake. — De bewogene lichamen kunnen zijn, of *onveerkrachtig*, of *veerkrachtig*.
Door

Door *onveerkrachtige* verstaan wij diegene, wier deelen zich niet laten indrukken, of, die, ingedrukt zijnde, zich niet weder in hunnen vorigen staat herstellen, zoo als, bij voorbeeld, klei, welke, ingedrukt zijnde, volkomen de daarin gebragte deuk behoudt; omtrent deze lichamen zal het volgende plaats hebben: wanneer onveerkrachtige lichamen met eenige snelheid tegen elkander aanloopen of aanbotsen, dan zal de snelheid, na den op elkander gedanen stoot, aldus gevonden worden: Vermenigvuldig de snelheid van het eene ligchaam met zijn gewigt; tel daarbij de vermenigvuldiging van snelheid en gewigt van het andere ligchaam, en deel het door de som van de gewigten van beide de lichamen, bij voorbeeld: als het eene ligchaam weegt 4 lood, en 9 graden snelheid heeft, en het andere 3 lood weegt, en met 2 graden snelheid beweegt, dan is de snelheid, na den stoot, 4×9 is 36; hierbij 3×2 is 6, maakt 42; gedeeld door de som van de gewigten der beide lichamen, te weten, 4 en 3 is 7, geeft dus 6 graden voor de snelheid na den stoot; in dit geval onderstellen wij, dat het eene ligchaam het andere naloope *en* achterhale; bij voorbeeld: hierboven haalde natuurlijk het ligchaam, dat 9 snelheden had, het andere van 2 snelheden in, en toen het den stoot gaf, gingen zij (zoo als boven gevonden is) te zamen voort met 6 graden snelheid; doch wanneer zij van tegenstrijdige kanten tegen elkander aanloopen, dan moeten de vermenigvuldigingen van gewigt en snelheden der lichamen niet, zoo als hierboven, bij elkander geteld, maar van elkander afgetrokken worden; bij voorbeeld: wanneer een ligchaam van 6 lood met

met 3 graden snelheid loopt tegen een ligchaam van 3 lood met 6 graden snelheid, dan zal de snelheid na de botsing 0 zijn, en dus zullen zij beide stil liggen; want 6×3 is 18, en 3×6 is ook 18; dit van elkander af, is 0, gedeeld door de som der gewigten 6 en 3 is 0, blijft 0 voor de snelheden.

Gaan wij nu over tot de *veerkrachtige* ligchamen, zoo als de meeste zijn, bij voorbeeld, ivoren ballen, stuiters, enz.; daarvan zal u de toepassing gemakkelijker vallen. Wat *veerkrachtig* is, heb ik u reeds te voren (in de Elfde Zamenspraak van het Eerste Deel) gezegd. Daar een veerkrachtig ligchaam zich door eenen stoot of val laat indrukken, doch, de oorzaak van indrukking weggenomen zijnde, zich weder herstelt, ziet gij reeds, dat hierdoor eenig verschil in den voorgaanden regel moet worden te weeg gebragt: zoo heb ik hier twee ivoren ballen; wanneer ik die tegen een ander veerkrachtig ligchaam, een marmarsteen, bij voorbeeld, aanwerp, springen zij terug; een onveerkrachtig ligchaam doet zulks niet, maar valt er bij neer; wat is hiervan de reden? geene andere, dan dat door het geheele vermogen, of wel door de kracht van den bal, eene deuk in den steen wordt gemaakt, welke steen ook tegelijk eene deuk in den bal maakt, zoodat de bal op dat oogenblik van botsing niet meer rond is, maar ovaal wordt ingedrukt aan de zijde van den stoot en ook daartegenover, terwijl de andere deelen zich zijdelings uitzetten; in dezen staat dan, trachten de steen en de bal zich weder te herstellen, en drukken zich daardoor, als van zelve, met dezelfde kracht, waardoor de deuken gemaakt zijn, van elkander af; hier-

hieruit volgt, dat, wanneer een veerkrachtige bal regtstreeks geworpen wordt, of liever loodlijvig valt op een ander veerkrachtig ligchaam, dezelve weder terug zal springen tot dezelfde hoogte, van waar hij gekomen is. Zie hier een' vlakken zwartachtigen marmarsteen; dezen zal ik even met een vochtig sponsje bestrijken, en dezen ivoren bal er op laten vallen; wat gebeurt er nu? de bal springt tot mijne hand wederom, en gij ziet op den vochtigen steen een merkbaar plekje, hetwelk de waarheid van mijn zoo even gezegde aantoon, dat, namelijk, de bal en de steen zijn ingedrukt geweest, want anders kon dit plekje zoo groot niet zijn.

Heintje. Hoe wonderlijk ook uw gezegde van het indrukken van den bal mij voorkwam, *Meester!* zie ik het nu volkomen, door deze vlak op den steen; want een bal, als deze, kan een' vlakken steen maar in een klein puntje raken, en zie hier hoe breed deze vlak is.

Mr. Regt zoo; en wanneer gij wel oplet, zult gij zien, dat de vlek grooter en grooter worden zal, naar mate ik den bal van eene meerdere hoogte vallen laat; — wanneer ik nu den bal schuins op den steen werp, dan springt hij ook terug, en wel zoo ver aan de andere zijde van de loodlijn, als de opwerping aan dezen kant geschiedde; dat is: de hoek van invalling is gelijk aan den hoek van weëromstuiting.

Letten wij thans op de snelheden, die er geboren worden, wanneer twee veerkrachtige ligchamen elkander botsen; dan heeft hetzelfde plaats, als hetgene ik zoo even gezegd heb van de onveerkrachtige, doch met dat onderscheid, dat iedere bal de deuk, als het uitwerksel der

kracht, weder herstelt; waardoor dus de gevondene snelheid verdubbeld wordt, echter op de ballen een zeer ongelijk uitwerksel heeft, als den eenen voortzettende, en den anderen terughoudende; want de eene maakt eene deuk met zijn geheel vermogen in den anderen, en wordt daardoor de vooruitlopende bal voortgezet; doch de achtervolgende zoo veel door het herstel van de deuk teruggehouden; bij voorbeeld: als twee ballen, die even zwaar zijn, elkander naloopen, de eene met 5 graden snelheid vooruit, en de andere met 10 graden snelheid achteraan, zoo zal de laatste noodwendig den eersten achterhalen en botsen; de deuk, door 10 graden snelheid alsdan in beide de ballen gemaakt, zich over en weër herstellen- de, moet deze schok van 10 graden snelheid onder de twee botsende ballen worden verdeeld: die met 10 graden achteraan komt, verliest door de terugzetting bij het herstel van de deuk 5 graden, en de andere zal om dezelfde reden 5 graden winnen; derhalve verwisselen de snelheden: de eene, die 10 had, behoudt slechts 5, en die 5 had, krijgt er 10, waarmede hij dus vooruit gaat; hieruit volgt, dat, wanneer men (zoo als gij hier, in deze proef, zien zult) twee ivoren ballen, van gelijk gewigt, naast elkander hangt aan evenlange draden, zoodat zij elkander even raken, en men dan den eenen optilt en tegen den anderen met eene zekere snelheid aan laat vallen, de stilhangende bal al de snelheid van den anderen zal overnemen, en daarmede even hoog voortspringen, als de andere is losgelaten, terwijl de eerst bewegende stil zal blijven hangen; en ziethier de reden: de snelheid van den eersten bal maakt eene deuk in den stilhangenden met ge-

geheel zijn vermogen; het herstel der deuken stoot den eersten met zoo veel snelheid terug, als dezelve bezat, en deze blijft dus stilhangen, terwijl de andere, door die zelfde oorzaak, met de volle snelheid wordt voortgestooten; hieruit volgt een wonderbaarlijk verschijnsel, dat ik u met eene proef zal toonen: Neemt vijf ivoren ballen van eenerlei gewigt; hangt dezelve, even als de twee voorgaande, aan draden, naast elkander op, zoodanig, dat de ballen elkander even raken, en ziet wat er gebeurt: wanneer ik dezen voorsten bal optil, en op de overige vier laat vallen, zoo blijft hij stil, en de laatste op het andere einde springt even zoo ver op; neem ik twee ballen, en laat dezelve vallen, te zamen tegen de drie overige, dan blijven die vallende weder stil, en er springen twee ballen aan het andere einde op met dezelfde snelheid, als de twee vorige hadden, en zoo kan men zulks met meer ballen doen voortgaan.

Jantje. Dat is verwonderlijk aardig! Juist zoo veel ballen, als men optilt, springen er aan de andere zijde af. Zou dat zoo voortgaan, al had men, bij voorbeeld, honderd ballen?

Mr. o Ja, als de ballen maar veerkrachtig genoeg zijn, en ziethier de reden van dit anderszins verwonderlijk verschijnsel: als men een' der ballen optilt en vallen laat, maakt die eene deuk in den eersten bal, gelijk aan zijn vermogen; deze tweede deelt die deuk mede aan den derden, en deze aan den vierden en vijfden; en daar de vijfde vrij hangt, springt die, door het herstel van de deuk, even zoo op, als het gelegen is met de twee ballen, waarvan ik u zoo even de verklaring heb gegeven. Laat men nu

nu twee ballen tegelijk vallen, dan wordt er eene deuk gemaakt, eens zoo groot, en daarom is de herstelling van de deuk in den middelsten bal ook eens zoo sterk, en dus in staat, om ook twee ballen voort te werpen.

Eindelijk, wat de krachten der lichamen, die zij botsende oefenen, zelve betreft, deze zijn reeds in de Tweede Zamenspraak, toen wij over de *beweegkrachten* met u spraken, behandeld; zoodat, wanneer twee lichamen aanloopen tegen eenen zelfden hinderpaal, de uitwerkselen der krachten, die zij oefenen, zijn zullen als de vierkanten der snelheden van elk ligchaam, vermenigvuldigd met deszelfs gewigt. Dit kan men aantoonen met eene proef, door ballen in klei te laten vallen, waarvan de deuken in de klei de krachten aantoonen, welke proeven beschreven zijn bij 's Gravesande, *Grondbeginselen der Natuurkunde*, 2^{de} Boek, 3^{de} Hoofdstuk, 3^{de} Proefneming.

Heintje. Het is waar, *Meester!* dat wij in de Tweede Zamenspraak over de *beweegkrachten* gesproken hebben; doch verschoon mij, als ik aanmerk, dat het niet aan ons verklaard is, hoe het komt, dat de uitwerkselen van bewogene lichamen, die tegen andere aanloopen of botsen, gelijk staan, niet aan snelheid met gewigt vermenigvuldigd, zoo als gij ons toen zeidet, in alle gevallen de beweegkracht uit te maken, maar aan het vermenigvuldigde van het vierkant der snelheid met het gewigt.

Mr. Het is zoo, lieve kinderen! ik heb dat niet gedaan, omdat ik meende, dat deze verklaring boven uw bereik zijn zou; want vóórheen twistten groote Geleerden, als 's Gravesande,

de, Desaguliers, Clarcque en meer anderen, over het besluit, uit de boven aangehaalde proeven opgemaakt; naderhand zag men meer bedaar de zaak in, en lette alleen op hetgene er uitgewerkt werd, zonder zich over de verschillende toepassingen van het woord *kracht* te bekommeren, waardoor alles zeer eenvoudig werd, en na hetgene wij nu reeds behandeld hebben, ook wel door u begrepen zal kunnen worden. Let dan wel op! Stelt u voor eenen wal van weeke klei, waartegen een kanonskogel geworpen wordt met eene zekerer snelheid, die wij 1 zullen noemen, dan zal de deuk, in deze klei gemaakt, het uitwerkseel zijn van den schok des kogels tegen den wal; doch in welk tijdsverloop is deze deuk gemaakt, want zonder tijdsverloop geschiedt er niets? Laat ons daarvoor nemen 1 sekonde, dan is de deuk of het uitwerkseel der kracht in 1 sekonde met 1 snelheid gemaakt. Stellen wij nu, dat dezelfde kogel geworpen wordt tegen den zelfden wal met 2 snelheden, wat zal er dan gebeuren? Wij hebben gezegd: de beweegkrachten zijn gelijk aan de snelheden met de gewigten vermenigvuldigd, of, bij hetzelfde ligchaam, als hier het geval is, gelijk de snelheden zelve, dus bij dezen kogel gelijk 2: hij zal derhalve 2 maal meer klei verplaatsen dan in het eerste geval; maar zal hij daar ook 1 sekonde over bezig zijn? Wel neen! hij gaat 2 maal sneller, en alzoo geschiedt deze verplaatsing in eene halve sekonde: hij moet dus, om met den vorigen kogel vergeleken te worden, nog eene halve sekonde blijven werken, en daardoor het uitwerkseel noodwendig verdubbelen, dat is viermaal meer, zijnde het vierkant van zijne snelheid 2. Laat nu alles weder gelijk gesteld

steld zijn, en denzelfden kogel met 3 snelheden tegen den wal geworpen worden, dan is ook zijne beweegkracht 3, en hij verplaatst dus vooreerst 3 maal zoo veel stof als de eerste, en, dewijl zijne snelheid 3 maal grooter is, ook in $\frac{1}{3}$ van eene sekonde: hij kan derhalve, in vergelijking van het eerste geval, eer de sekonde verlopen is, nog 3 maal zoo veel stof verplaatsen, dat is dus 9 maal zoo veel, ook weder het vierkant zijner snelheid, welke 3 was. — Het spreekt van zelf, dat, als de kogels niet dezelfde, maar van ongelijk gewigt zijn, dan het gewigt met het vierkant der snelheid vermenigvuldigd moet worden; en wij zien alzoo, dat hier zoowel om den tijd, waarin de kogel werkt, als om de snelheid, die zijne beweegkracht uitmaakt, moet gedacht worden; daarom zeide ik ook bij deze gelegenheid, in de Tweede Zamenpraak, tot u, dat de snelheid en de tijd beide in aanmerking moesten komen. De beweegkracht blijft dus altijd gelijk aan de enkele snelheid, met het gewigt vermenigvuldigd; maar het uitwensel der krachten van een bewogen ligchaam op een ander wordt door het vierkant der snelheid, met het gewigt vermenigvuldigd, aangewezen.

Zietdaar van uwe aandacht genoeg gevegd. Rusten wij nu eenigen tijd, om met nieuwen ijver tot een allergewigtigst en vermakelijk deel der Natuurkunde over te gaan.

LEERINGEN.

Uit de wetten der botsende ligchamen leert men:

Dat een haas met meer kracht geschoten wordt, als hij dwars afloopt, dan regt vooruit. Dat

Dat voor een sterk man eene zware kolf verkieslijk is boven eene ligte.

Waarom men zwaargespierde, sterke lieden een ijzeren aanbeeld op hunnen buik ziet dragen, en daarop zware hamerslagen verduren.

Waarom van eene pijp, die men loodregt met den steel op eene ijzeren plaat laat vallen, de kop afspringt.

Waarom steentjes, op het water geworpen, en geschotene kogels, weder opspringen, en wel herhaalde malen.

Het raketten, biljarten, knikkeren en kolven is alles gegrond op het herstellen der ingedrukte veerkrachtige deelen door den slag of stoot.

TWAALFDE ZAMENSpraak.

Over de onderscheiding der Vloeistoffen en de persing derzelve.

Mr. Welaan, leergrage leerlingen! verzamelt nu eens al uwe oplettendheid, en volgt mij, van stuk tot stuk, bij de overweging van het gewigtig en tevens vermakelijk onderwerp, hetwelk wij thans zullen behandelen, te weten, dat van de *werking der Vloeistoffen*. Ik heb u reeds te voren gezegd (in de Tiende Zamenpraak van het Eerste Deel), wat vloeibaar en dus Vloeistof is. Laat mij er nog bijvoegen, dat men de Vloeistoffen in twee hoofdsorten onderscheidt, te weten: in

Druis-

*Druipende Vloeistoffen, en in
Veërkrachtige Vloeistoffen.*

Druipende zijn dezulke, welke men in druppels kan verdeelen, of kan doen druipen; zoo als: water, melk, azijn, jenever, brandewijn en verscheidene andere.

Veërkrachtige zijn die, welker deelen vlugtig, verder vaneen, en nimmer zich in druppels vertoonen, zoo lang zij zich in den staat van veërkrachtige Vloeistof bevinden; dusdanig is damp van kokend water, alle rook, mist, danw, nevel en lucht. Behalve deze zullen wij nog opzettelijk over sommige *bijzondere Vloeistoffen* spreken, als: over het *vuur*, de *electriciteit*, den *magneet* en het *licht*.

Heintje. Welke schoone lessen zullen dit zijn! o! Ga voort, lieve *Meester!* wij zijn reeds geheel aandacht.

Mr. Vloeistoffen moeten wij ons verbeelden als te bestaan uit deeltjes van eene kogelachtige of knikkerachtige gedaante, verbaasd klein, zeer glad en gemakkelijk over elkander vloeijende, en dus met de minste aanraking bewogen wordende; zoodat zij, aan zich zelve stil overgelaten, zoo lang heen en weder bewegen, totdat zij eene vlakke maken van boven overal even ver van het middelpunt der aarde, hetwelk men waterpas noemt.

Wanneer, *Fig. 43*, een pot of glas vol water is, waarvan de bolletjes de kleine waterdeeltjes uitdrukken, in lagen op elkander, als in 1, 2, 3, 4, 5 en 6, wat zal er dan gebeuren ten opzichte van de persing of drukking van iedere laag?

Laag

Laag 1 ligt boven, en wordt dus niet gedrukt.

— 2 wordt alleen gedrukt door laag 1.

— 3 door laag 1 en 2.

— 4 ——— 1, 2 en 3.

— 5 ——— 1, 2, 3 en 4.

— 6 ——— 1, 2, 3, 4 en 5.

En de bodem door al de 6 lagen.

Hieruit leert men, dat de Vloeistof drukt, naar mate van hare hoogte boven hetgene, waarop zij drukt; want laat elke der voornoemde lagen één pond wegen, zoo wordt de bodem, die op 7 deelen diep ligt, ook met 6 pond gedrukt.

Aldus drukt dan de Vloeistof naar beneden; naar mate van de hoogte; maar zoudt gij wel gelooven, dat zij op dezelfde wijze ook op zijde en zelfs naar *boven* drukt?

Jantje. Hoe is het mogelijk, *Meester!* op zijde en naar *boven*?

Mr. Ja zeker; gij hebt het ongetwijfeld dikmaals gezien, schoon niet opgemerkt. Wat gebeurt er, als gij koffij uit de kraan van eene koffijkan tapt?

Heintje. Wel, *Meester!* dan loopt de koffij er uit.

Mr. Juist; maar zit de kraan onder in den bodem, of op zijde? Immers op zijde. Welnu, als de Vloeistof, de koffij namelijk, niet zijwaarts tegen de kan drukte, hoe wilde zij er dan uitloopen?

Heintje. Dat begrijp ik, *Meester!* want waar men ook eene opening in de kan op zijde doet, zal de koffij er uitloopen, en dus moet zij er tegen aandrukken.

Mr.

Mr. Voorzeker; en naar mate de Vloeistof hooger boven de opening staat, is de drukking sterker.

Jantje. Ja, *Meester!* daar heb ik weleens op gelet; want als de kan vol is, loopt de kof-fij zeer sterk en snel uit de kraan; maar hoe lager zij komt, hoe meer die loop verflauwt en minder wordt.

Mr. Wel opgemerkt. Gij begrijpt dan nu, dat de Vloeistof ook op zijde perst; nu moet ik u de persing naar boven nog verklaren.

Laat, in *Fig. 44*, DCBE een' bak met water zijn, geheel vol; stelt op denzelfen eene pijp AC, en maakt die ook vol water; wat moet er dan gebeuren? CA drukt met hare geheele hoogte op het water in den bak, die geheel vol is; en dus staat een gedeelte van het water tegen den bovenkant van den bak, DC, en een gedeelte staat in A. Nu zeide ik u te voren, dat het water niet rust, voor en aleeer het overal gelijk staat en waterpas is. Derhalve wil het water in den bak bij DC ook tot de hoogte van A en AF komen; doch tegengehouden wordende door den bovenkant of deksel DC, perst het tegen denzelfen, en wel met eene kracht, om te komen in het waterpas AF, dat is, alsof er eene kolom water, zoo breed als het deksel DC en zoo hoog als de pijp AC, op drukte. Zie hier dan de *Hydrostatische* wonderspreuk, dat een weinig water in het kleine pijpje AC zoo veel kracht oefent, alsof er eene kolom water DFAC op stond.

Heintje. Wel, *Meester!* dat is onbegrijpelijk; dat gebeurt toch niet, wanneer ik het vol zand, of eene andere stof, die geene Vloeistof is, doe?

Mr. Neen, zeker niet; het moet eene Vloeistof zijn, welker deeltjes, elkander drukken, de, steeds elkander door hare gladheid (als ik mij zoo mag uitdrukken) wegschuiven, en dus niet rusten kunnen, voordat de bovenste oppervlakte gelijk is; vandaar het waterpas der Vloeistoffen, dat is, dat hare oppervlakte, in rust zijnde, eene volmaakt horizontale vlakke uitmaakt. Laat nu *Fig. 45* verbeelden twaalf waterdeeltjes, als van A tot M, wat zal er dan uit den aard van het gladde en ligt bewegende moeten gebeuren? Dat zij nimmer dus kunnen blijven liggen: A drukt BC van elkander, BAC drukken weder van elkander DEF, en deze op hunne beurt drukken, met het gewigt van ABCDE en F, weder vaneen IKL en M, en ook, indien H en G zijwaarts kunnen uitwijken, zullen zij zich naast elkander plaatsens, of anders, zoo dat niet wezen kan, eenen tweeden regel boven den ondersten uirmaken, en alzo niet rusten, voordat de oppervlakte gelijk is. Wordt nu die gelijkmaking belet, als in het vorige geval, zoo drukt ieder deeltje, dat lager is, met zoo veel kracht naar boven, als het noodig zou hebben om te springen tot de hoogste oppervlakte, als in *Fig. 44* van DC tot FA, en dus wordt DC gedrukt naar boven met een gewigt, dat even zoo veel is, als eene kolom water weegt, zoo groot als FACD. — Zie hier, in *Fig. 45*, door eene proef het u aangetoonde bewezen: spant over eenen blikken bak A van boven in B eene blaas; vult dan den bak, door de pijp CD, met water tot aan de blaas, dan zal het in de pijp ook tot in D staan, uit hoofde van het waterpas; thans is de bak vol en de blaas ligt los; doch giet nu

nu de pijp C, hoe dun dezelve ook zijn moge, vol water, dan zal de blaas geperst worden naar boven, met dezelfde kracht, alsof het water in de pijp C het gewigt had van eene kolom water, zoo groot als BE; dat dit waar moet zijn, bewijst men volkomen op Werktuigkundige gronden: dat is, men kan bewijzen, dat het water in de dunne pijp CA, *Fig. 44*, gelijk in beweegkracht en dus in evenwigt is met de geheele kolom DCAF; let eens wel op: stelt, dat DC 6 maal zoo wijd is als de pijp AC in CG; hoe zijn dan de snelheden der vloeistoffen in de kolom ACDF, in vergelijking van die in de pijp AC? Wanneer DC 1 duim rijst of daalt, moet het water in de pijp AC 6 maal zoo veel rijzen of dalen, omdat DC 6 maal grooter dan CG is; derhalve heeft de pijp AC wel 6 maal minder gewigt aan water, dan de kolom ACDF, maar 6 maal meer snelheid: nu is beweegkracht gelijk aan snelheid, vermenigvuldigd met gewigt, zoo als gij in de Werktuigkunde geleerd hebt; neemt nu het gewigt van het water in de pijp AC gelijk 1 pond, de snelheid gelijk 6, en het gewigt van het water in de kolom ACDF gelijk 6 pond, doch de snelheid, in vergelijking van het water in de pijp, slechts 1, zoo zal de pijp 1 \times 6 snelheid gelijk zijn aan dat in de kolom 6 \times 1 snelheid, en bij gevolg heeft het water in de pijp AC volmaakt even zoo veel beweegkracht, als het water der kolom ACDF, en bezit daarom hetzelfde vermogen: kunt gij nu den inhoud van ACDF berekenen, zoo weet gij de persing.

Heintje en Jantje. Ja, *Meester!* zoo als u bekend is, dat kunnen wij.

Mr.

Mr. Welnu, verbeelden wij ons eens, dat er een regenbak zij, waarop eene looden pijp staat van 50 palmen hoog; de regenbak van boven 14 palmen breed en 15 palmen lang. Stellen wij, dat dezelve geheel is dicht gemetseld, en door de pijp is volgelopen niet alleen, maar dat ook de looden pijp, ter voornoemde hoogte van 50 voet, vol water staat; en berekenen wij de persing, die het water in dezen bak naar boven doet. Hoe wijd of naauw de looden pijp is, doet er niets toe, al was zij niet wijder dan een pijpesteel, de kolom van persing is, in hoogte, gelijk het water in de pijp, en, in dikte of grondvlakte, het bovenste gedeelte van den regenbak. Nu is onze regenbak breed 14 palmen en lang 15; dus is de grondvlakte 210 palmen; en de hoogte 50, maakt 10500 palmen voor de geheele kolom; iedere teerling- (*kubiek-*) palm water weegt een Nederlandsch pond, en hier is de kolom 10500 teerling- (*kubiek-*) palmen, derhalve de persing ook gelijk aan 10500 Nederlandsche ponden. Wat dunkt u, zou zulk een regenbak niet aan stukken moeten springen?

Jantje. Voorzeker, *Meester!* en nu begrijp ik, waarom vader en moeder altijd zoo bang zijn, dat de regenbak te vol zal worden, en waarom zij dus de looden pijp laten uithalen. Ziedaar alweder iets van zoo veel belang, daar ik te voren nooit op gedacht heb.

Mr. Op deze gronden rust ook de ondervinding, dat, wanneer men drie vaten heeft, als, in *Fig. 46**, A, B en C, vol water, van gelijke hoogte en gelijke bodems, in ieder dezer vaten de bodems door een gelijk gewigt gedrukt worden, en wel even alsof op iederen bodem de cilinder A met water drukte, schoon A en B

II. DEEL.

G

veel

veel meer water bevatten dan C; want in B drukt alleen de cilinder, die regt boven den bodem staat, op den bodem, het overige wordt door de schuine zijwanden tegengehouden. In C is de kleine pijp zoo sterk van drukking tegen het bovenste van den bak, alsof de geheele kolom ter breedte van het deksel er op stond, en vandaar ook de persing van den geheelen cilinder gelijk aan A, op den bodem. Stelt u nog eens *Fig. 46* voor, en verbeeldt u, dat B een deksel is, dat op het water in den bak A, die vol is, rust, zoodanig, dat op het water door gewicht kan gedrukt worden. Laat dit deksel zoo groot zijn, dat er een wagen op rijden kan, die alzoo met zijn geheele gewicht op het deksel rust, dan zal het water in de dunne glazen pijp CD rijzen, stelt eens tot C; nu behoeft men slechts de grondvlakte van het deksel met de hoogte van het water in de pijp te vermenigvuldigen, en men heeft het gewicht van het water, dat gelijk staat met de kolom EB en dus ook het gewicht van den wagen is; waardoor gij een ruw denkbeeld verkrijgt van de weegbrug, om wagens met goederen als anderzins te wegen, wijl men bij elken duim rijzing in de dunne pijp het gewicht kan bepalen, als men eens de proportie tusschen het deksel en de pijp weet. Gaan wij nu verder: wanneer wij de persing op zijde willen berekenen, als op de deuren van onze schutsluizen, zoo hebben wij slechts het vlak, waartegen het water staat, met de halve hoogte te vermenigvuldigen, bij voorbeeld: eene schutsluis is breed 100 palmen, en het water staat tegen de deuren 18 palmen hoog, zoo is het vlak $18 \times 100 = 1800$ palmen, en de halve hoogte 9; deze met het vlak

vlak vermenigvuldigd, is 16200 teerling-palmen en ook zoo vele Nederlandsche ponden gewicht; doch, daar in schutsluizen van binnen ook altijd water staat, zoo moet men dat insgelijks op dezelfde wijze berekenen, en dan het eene van het andere af-trekken, om de ware persing van buiten te hebben.

Heintje. Verbazend, wat is die persing groot tegen eene schutsluis! Geen wonder, dat de deuren zoo stevig en de muren zoo dik zijn. Maar waarom staan de deuren toch zoo schuin?

Mr. Om de meeste kracht van het water te kunnen uitstaan. Stonden zij, bij voorbeeld, als in *Fig. 47*, regt tegen elkander, zoo zou het water haar in B doen doorbuigen; doch staan zij weér al te spits, als in *Fig. 48*, tegen elkander, als AB en BC, zoo valt al de kracht op A en C, en zij zouden derhalve door het geweld van het water uit de hengsels geligt worden. Zij moeten dus tusschen beide in staan, als in *Fig. 49*, en wel zoodanig, dat de lijn BD gelijk zij aan het zevende deel van de breedte AC. Alsdan is de persing gelijk, en de deuren worden door het water zelf toegedrukt.

Verbazend, zaagt gij reeds, dat de persing was, volgens onze uitrekening; doch dat is nog niets bij hetgene bij stormend weder, dat gemeenlijk hoog water vergezelt, plaats heeft; want hetgene wij hierboven berekenden, was stilstaand water, en dus alleen gewicht zonder snelheid; maar nu weten wij, volgens het verhandelde in onze laatste Zamenpraak, dat de uitwerking van kracht der bewegende ligchamen, die tegen andere aanbotsen, eigenlijk uit het vierkant der snelheid, vermenigvuldigd met het gewicht, bestaat. Verbeeldt u dan eens hoe vele malen deze persing vergroot wordt,

wordt, wanneer een stormwind het water met groote snelheid tegen onze sluizen en dijken aandrijft! — welke dijken en sluizen dan ook dikwijls voor de woede van het water bezwijken moeten.

Heintje. o, *Meester!* wat zal ik nu met reden bij hoog water en storm voor doorbraken beducht zijn!

Mr. Zeer natuurlijk: het water is, wat den handel en de scheepvaart betreft, wel onze grootste vriend, doch, bij noordwestelijke stormwinden, ook onze grootste vijand, en bewijst ons daarom, dat er nimmer genoegens zijn, welke geene ongenoegens medebrengen; nimmer voordeelen, welke niet weleens door gevaren, moeite en schade worden opgevolgd. Zoodanig is de gesteldheid van zaken in deze wereld altijd. Troost u echter, dat de goede GOD regeert; dat Hij Heer is van aarde en zee, en dat het Hem behaagd heeft, den menschen zoo veel verstand en oordeel te schenken, dat zij zich, door het verkrijgen van daartoe noodige kundigheden, ook met kracht tegen die gevaren weten te wapenen, en een Land als het onze, dat alleen een moeras was, dusdanig alleen door kunst hebben weten bewoonbaar en vruchtbaar te maken.

Hiermede zouden wij deze les kunnen eindigen, ware het niet, dat ik nog met een enkel woord gewag wilde maken van den loop of de beweging der vloeistoffen door openingen, in de bodems of zijwanden van vaten gemaakt. Let dan wel op hetgene daarbij plaats heeft.

In het algemeen kunnen wij zeggen, dat de hoeveelheid der uitgelopen vloeistof, in zekeren tijd, altijd evenredig is aan de snelheid, waarmede het uitloopt: dit verdient weinig be-
toog;

toog; want het spreekt als van zelf, dat, als er twee gelijke vaten met water zijn, het eene doorboord met een gat, eens zoo groot als het andere, er dan in denzelfden tijd uit het eene ook eens zoo veel water moet loopen als uit het andere; en wanneer het water uit twee even groote openingen loopt, doch door de eene eens zoo snel als door de andere, er door de eene opening, in gelijken tijd, ook eens zoo veel water moet loopen als door de andere. Wanneer nu een vat ledig loopt, zoo neemt de drukking op de opening in hetzelfde van oogenblik tot oogenblik af, omdat het water al lager en lager daalt; en de vloeistof moet met eene gelijkmatig vertraagde snelheid uit het vat loopen: — dit derhalve vergeleken met het voorgaande, zoo zal, in denzelfden tijd, waarin zeker vat ledig kan loopen, uit dat zelfde vat en die zelfde opening eens zoo veel vloeistof loopen, als er in het vat was, wanneer men hetzelfde, staande de uitlooping, bestendig vol houdt; want dan is de snelheid aanhoudend dezelfde en daardoor eens zoo groot. Wijders volgt uit de eerste algemeene stelling, dat, als men twee vaten heeft van gelijke hoogte en gelijke bodems, maar van ongelijke openingen, de tijden van ledigloping overeenkomstig of evenredig zijn met de openingen; doch dat, wanneer de bodems ongelijk zijn, ieder vat wederom zooveel te spoediger ledig loopt, als de bodems kleiner zijn; want naar mate de bodems in twee rolronde vaten grooter of kleiner zijn, moeten ook de hoeveelheden der vloeistoffen, in dezelve, meer of minder wezen. Eindelijk, als twee vaten gelijke bodems en openingen, maar ongelijke hoogte hebben, is de tijd van
le-

lediglooping altijd evenredig aan den vierkantswortel uit de hoogte der vloeistof, boven de opening; want de doorgelooene ruimten van vallende lichamen, zoo als men het uitlopende water kan aanmerken, zijn (volgens de Derde Zemenspraak van dit Deel) evenredig aan de vierkanten der snelheden; derhalve: de wortel uit de ruimten, dat hier de hoogten zijn, is gelijk aan de snelheden, en daardoor aan de lediglooping. De ondervinding beantwoordt niet volkomen aan deze berekening, doordien de waterstraal niet gelijk en evenmatig uit de opening loopt, maar zich toetrekt, dat men de contractie of zamentrekking van den straal noemt, en veroorzaakt wordt doordat de waterdeelen in het midden met meer snelheid nederdalen dan aan de wanden van het vat, dat altijd eenige aantrekking uitoefent. Ten slotte moeten wij hier nog bijvoegen, dat, wanneer men in de opening van den bodem eens vats eene pijp schroeft, de uitlooping spoediger geschiedt dan door de enkele opening.

Ziethier genoeg voor ditmaal, en nu de daaruit voortvloeiende

L E E R I N G E N .

Wij zien uit de persing van het water naar boven, de reden:

Waarom men het water, door geleibuisen, over hoogten heen kan voeren, als de drukking van eene hoogte komt, die slechts eenige voeten hooger is; bij voorbeeld: wanneer men op een hoog gebouw of berg een' verzamelbak of kom van water heeft, zoo kan men dat water niet alleen over huizen en hoogten, die lager zijn dan de verzamelbak, heenleiden, maar hetzelfde
ook

ook als eene fontein doen springen; in welk laatste geval men van de hoogte af eene geleibuis heeft, die men onder den grond door legt, en dan op de begeerde plaats in een naauw pijpje doet uitkomen; alswanneer de sprong dezer fontein tot eene hoogte gaan zal, welke omtrent gelijk is aan den vergaarbak, op de hoogte geplaatst; de tegenstandbieding der lucht en de eigene zwaarte van den regtopgaanden waterstraal doen echter de hoogte van den sprong dikwerf ver onder de hoogte des waters in den verzamelmak blijven.

Op deze gronden is het ook, dat de steden *Parijs* en *Londen*, en ook een gedeelte der stad *Bremen*, van water voorzien worden door werktuigen, welke de rivier in beweging brengt, en die het water tot in vergaarbakken, op genoegzame hoogten geplaatst, opvoeren.

Vanhier is het, dat het water, bij het graven van eenen diepen put, langzamerhand zoo hoog in denzelfden klimt, als het naburige water, dat daarmede door den grond gemeenschap heeft, zich bevindt.

Hierdoor en door hetgene wij van de zijdelingsche persing gezegd hebben, kan men ook weten:

Hoe veel water zich in een vat bevindt, dat geheel digt is.

Van waar het komt, dat een schip zoowel drijft in een eng dok als in eene ruime zee.

Waarom het noodig is, dat men, bij het bouwen der schutsluizen, door digt ineengeheide damplanken, belet, dat het buiten-

water gemeenschap verkrijge met het grondwater onder de sluis, opdat, door de persing naar boven, de bodem niet worde opgeligt; welke bodem daarom ook nog met het metselwerk der zijmuren bezwaard wordt.

Waarom men bij hooge vloed en eene sluis van binnen voor een gedeelte met water laat vol loopen.

Uit hetgene van het ledig loopen der vaten geleerd is, blijkt, dat, hoe voller men een trechter met vocht doet, hoe schielijker het vocht er uit loopt, en waarom een trechter eer ledig loopt, als er eene pijp aan is van eenige lengte, dan gene of eene zeer korte pijp.

D E R T I E N D E Z A M E N S P R A A K .

Over de soortelijke zwaarte der vloeistoffen, en der lichamen in de vloeistoffen gedompeld.

De leerlingen. Goeden morgen, *Meester!* wij komen mogelijk wat al te vroeg wederom; doch de nieuwsgierigheid en weetlust spoorden ons daartoe aan.

Mr. Bravo, lieve jongens! zoo moet het gaan, wilt gij waarlijk kundig worden. — Tot hier toe sprak ik met u van de persing der vloeistoffen, nu moet ik nog met een enkel woord van dezelfde weging spreken, of wel van vaste lichamen in dezelve gedompeld, bekend onder den naam van *Waterweegkunde*. Hiertoe moet gij vooral deze bepaling kennen, te weten: dat de grootte, of uitgebreidheid van een ligchaam,

zeer

zeer onderscheiden is van deszelfs *masfa*, of gewigt. Bij voorbeeld: ziethier een' kogel of bal van lood en een' van marmer; deze zijn beide van dezelfde grootte; maar die van lood is veel zwaarder, heeft meer stofdeelen in zich, of anders gezegd meer *masfa* dan die van marmer, schoon de *uitgebreidheid*, dat is de grootte, dezelfde is. Wanneer men nu lichamen heeft, even als deze twee ballen, van dezelfde grootte, doch het eene weegt 1 lood en het andere 3 lood, zoo zegt men, dat het eene ligchaam driemaal meer bijzondere of soortelijke zwaarte heeft dan het andere; dus vindt men, dat een stuk goud, dat 19 oncen weegt, even zoo groot is als een stuk zilver, dat 11 oncen weegt; daarom zegt men, dat de bijzondere zwaarte van het goud tot die van zilver is als 19 tot 11.

Gaan wij nu tot de regelen zelve over.

Er kunnen drie gevallen plaats hebben; want een ligchaam, dat men in eene vloeistof dompelt, kan zijn:

1. Soortelijk zwaarder dan de vloeistof.
2. ——— even zwaar als de vloeistof.
3. ——— minder zwaar, of soortelijk ligter dan de vloeistof.

Laat ons nu eerst bezien het

1^{ste} geval. Wanneer twee vloeistoffen van onderscheidene zwaarten, dat is, zoo als wij zoo even verklaarden, dat de eene, onder dezelfde uitgebreidheid, meer gewigt heeft dan de andere, bij voorbeeld, water en roode wijn (het water is zwaarder dan de wijn), voorzigtig bij elkander gedaan worden, zoo zal de zwaarste naar onderen gaan en de lichtste naar boven. Zeer natuurlijk drukt de zwaarste de lichtste weg, en

drijft

drijft deze dus van zelve naar boven. Bij voorbeeld: laat, in *Fig. 50*, A een groot glas zijn, dat met water gevuld is, en gij zet daarin op den bodem een fleschje met rooden wijn, zoo zal het water den wijn langzamerhand uit het fleschje drukken, en de wijn zal, even als een roode damp, naar boven klimmen, en op het water drijven.

Heintje. Dat zal dan ook de reden zijn, waarom men op een glaasje witten wijn met rooden wijn een randje kan schenken, zoodat er de roode wijn bovenop drijft.

Jantje. Dan blijkt daaruit immers, dat de roode wijn ligter dan de witte wijn is?

Mr. Juist zoo! Maar wat dunkt u, zou deze looden bal, welke 3 lood weegt, wel zoo veel wegen, als ik hem onder het water dompel?

Heintje. Dat weet ik niet, *Meester!* maar ik heb wel hooren zeggen, dat een mensch, die in het water ligt, heel ligt is.

Mr. Zoo is het ook; alles wordt ligter, wanneer het onder eene vloeistof gedompeld wordt, en wel dusdanig: (Zie *Fig. 51*.) Laat A den looden bal zijn, welke in het water hangt. Wat is er nu gebeurd? Het volgende: de plaats, welke thans de looden bal beslaat, was te voren water; derhalve heeft die bal, door zijne zwaarte, juist zoo veel water moeten wegdrücken, als de bal zelf groot is, en ontmoet dan ook juist zoo veel tegenstand, als dat weggestooten water weegt. Daaruit volgt, dat alle lichamen, welke onder het water, of eenige andere vloeistof, zich bevinden, zoo veel van hun gewigt verliezen, als het water, of die vloeistof, weegt,
ter

ter grootte van het ingedompelde ligchaam. Bij voorbeeld: deze looden kogel weegt 16 lood, en is groot 14 teerling-duim; dus stoot hij uit den weg ook 14 teerling-duim water, dat is (dewijl iedere teerling-duim water 1 wigtje weegt) 14 wigtjes, welke 14 wigtjes door hem weggedrukt, ook den kogel zoo veel in gewigt doen verminderen. Hoe minder bijzondere zwaarte dan een ligchaam heeft, hoe ligter hetzelfde wordt in het water, dewijl het water in tegenstand, als de grootte eveneens is, altijd hetzelfde blijft; bij voorbeeld: de marmeren bal, even groot als de looden, weegt slechts 6 lood, en zou evenwel 14 wigtjes verloren hebben, en dus vrij ligter dan de looden geworden zijn; vanhier is het dan, dat, wanneer de lichamen even zoo bijzonder of soortelijk zwaar zijn als het water, zij dan in hetzelfde al hun gewigt verliezen, en niet zinken of boven drijven, maar op alle hoogte staan blijven, gelijk dit stukje was, hetwelk ik zoodanig verzwaard heb, dat het in gewigt met het water overeenkomt. Nu is een naakt mensch nagenoeg in soortelijke zwaarte met het water gelijk, en zinkt dus niet ligt, of hij moet van binnen water inkrijgen; die gelijkheid in zwaarte helpt de zwemmers zeer veel, en maakt het zwemmen gemakkelijk. Voelt eens: hier heb ik een klein emmertje in dezen pot met water aan dit touwtje liggen; voelt eens, zeg ik, hoe ligt hetzelfde is, om het van den bodem naar de oppervlakte te trekken; maar hooger dan de oppervlakte komende, krijgt het de volle zwaarte weder.

Heintje. Nu besef ik de reden van hetgene ik eens met veel aandoening zag: in eene van de
grach-

grachten dezer stad lag eene meid midden in het water, nog op hare kleederen drijvende, tot op het oogenblik, dat er een zeer kleine jongen met een schuitje naar haar toe kwam, en haar greep; doch op hetzelfde oogenblik begon zij te zinken. o! Dacht ik, en velen met mij, nu kan die kleine jongen die zware meid niet houden, en zij gaan beide verloren. Maar neen, de jongen hield haar fiks boven, tot er meer hulp kwam; wordende er toen meer dan één sterk manspersoon vereischt, om haar uit het water te halen. Was zij nu, voor zooverre zij onder water was, niet heel ligt geweest, alhoewel boven het water zeer zwaar, zoo kon dit geene plaats gehad hebben.

Mr. Zoo is het, en zeer wel door u begrepen; men leidt uit deze kennis nog vele nuttige lessen af, welke ik u slechts op zal noemen; als daar is: het leeren kennen van de bijzondere zwaarte der vaste lichamen, als metalen, enz. en die der vloeistoffen. Wil men weten, bij voorbeeld, wat bijzonder zwaarder is, melk of water, zoo laat men een' zelfden bol van glas of metaal, hangende aan eene naauwkeurige balans, dompelen, eerst in het eene vocht en dan in het andere, en die vloeistof, waarin hij het meeste aan gewigt verliest, is ook de zwaarste, en zeer natuurlijk, want in elk vocht stoot dezelfde glazen bol evenveel uit zijne plaats, en hij verliest van zijn gewigt zoo veel, als dat weggestooten vocht weegt; derhalve verliest hij het meest van zijn gewigt bij het zwaarste vocht. Bij voorbeeld: stelt, dat hij in melk verliest 100 grein, en in water 97 grein, dan is de evenredigheid van zwaarte van eenen gelijken klomp melk

melk en water tot elkander, als 100 tot 97. Dus kan men zelfs van onderengesmoltene metalen en gemengde vloeistoffen onderzoeken, hoe veel er van ieder in is. De beroemde Archimedes, een Wis- en Natuurkundige, die reeds vele honderden jaren dood is, ontdekte, in het bad zijnde, toevallig de eerste gronden dezer wetenschap; waarover hij zoo verblijd was, dat hij eensklaps uit het bad sprong, en, zonder er om te denken, dat hij nog naakt was, op de straat der stad *Syracusa* uitriep: *Ik heb het gevonden!* meenende daarmede, dat hij nu in staat was aan het verzoek van den Koning te voldoen, die begeerde, dat hij berekenen zou, of zijne kroon wel zuiver goud was, dan of de werkman er ook zilver onder gedaan had; door welk middel hij dan ook bevond, dat de kroon half goud en half zilver was.

Jantje. Hoe deed hij dat toch, *Meester?*

Mr. Hij deed het toen zeker op eene andere wijze, dan men het thans doet; maar nu zou men nemen een stuk goud, zoo zwaar als de kroon, en zien hoe veel hetzelfde in het water verloor, en dan de kroon daarin dompelen; was nu de kroon zuiver goud, dan moest dezelve ook even zoo veel verliezen; doch dit verschillende, zou men daaruit bewezen zien, dat dezelve niet uit zuiver goud bestond; en dan zou men andere metalen nemen, als b. v. zilver, en zien hoe het daarmede uitkwam, en rekenen het dan naar evenredigheid uit.

Gaan wij nu over tot het

2de geval, waarin de soortelijke zwaarte van het ligchaam, dat ingedompeld wordt, gelijk is aan die van de vloeistof. Uit hetgene ik zoo even

even zeide, volgt, dat het gewigt van het ingedompelde ligchaam, dat soortelijk even zwaar als water is, ten aanzien van iets, waaraan het boven het water vast is of hangt, geheel verloren raakt; hoewel het op zich zelf moet blijven wegen en drukken met zijn volle gewigt; want het drukt immers zoo veel water uit zijne plaats, als het zelf weegt, en verhoogt daardoor het water in het vat, en blijft alzoo op het water en den bodem met het volle gewigt wegen.

Maar spreken wij nu nog, met opzigt tot het

3^{de} geval, van soortelijk ligter dan water, of op het water drijvende lichamen; wat gebeurt daarmede?

Zij zijn mindersoortelijk zwaar dan het water, en kunnen derhalve geene kolom water wegdrücken zoo groot als zij zelve zijn, dewijl het water soortelijk zwaarder is dan zij, en dus kunnen zij ook niet zinken; evenwel drukken zij eenig water weg, dat is, zinken voor eenig gedeelte daarin, en blijven dan drijven. Gij kunt het hier zien in dit vierkante stukje hout, dat gij op het water ziet liggen. Doch hoe veel water drukken zij weg? Juist zoo veel, als het gewigt van hun ligchaam uitmaakt; bij voorbeeld: wanneer ik dit stukje hout in een boordevol glas werp, zoo zal het uitlopend water zoo veel wegen als het stuk hout. — Letten wij nu nog op eene bijzonderheid, deze namelijk, dat, wanneer een ligchaam, zwaarder dan het water of eene andere vloeistof, daardoor heenvalt, hetzelfde gedurende dien val geen meer gewigt heeft (wanneer alles aan eenen evenaar hangt), dan of het water zelf was; bij voorbeeld: in *Fig. 52* hangt, aan de balans, een langwerpige emmer B met water gevuld, en tevens,

aan eenen draad A, een looden kogel, even onder water gezakt, alles in evenwigt. Zoodra men nu den draad van A afsnijdt, valt de kogel in den emmer B door het water heen, en oogenblikkelijk slaat de balans over, en de zijde AB wordt, in dit oogenblik van den val, ligter; doch als de kogel op den bodem gevallen is, komt alles weder als te voren in evenwigt. De reden daarvan is uit het hiervoor verklaarde zeer duidelijk: zoo lang de kogel aan den draad hing, vastgehecht aan de balans zelve, oefende hij de geheele zwaarte op dien arm van de balans aldus: hij verloor aan gewigt zoo veel, als het water woog, dat uit den weg werd gedrukt; laat dit, b. v., zijn $\frac{1}{4}$ lood, en de geheele bal weegt 4 lood, dan hing de bal aan den draad van de balans met een gewigt van $3\frac{3}{4}$ lood; doch het water (op den bodem van het vat drukkende, naar mate van de hoogte, volgens de Twaalfde Zamenpraak van dit Deel) wordt door den ingedompelden kogel ook zoo veel verhoogd, als het door den bal weggestooten water bedraagt, welk water wij stelden $\frac{1}{4}$ lood te wegen, derhalve de bodem met $\frac{1}{4}$ lood bezwaard; dan $\frac{1}{4}$ gevoegd bij $3\frac{3}{4}$, maakt de volle 4 lood uit. Zoodra nu de draad wordt losgesneden, houdt de trekking van den bal aan de balans op, en er blijft niet meer over dan de verhooging in het water, $\frac{1}{4}$ lood bedragende, zoodat alsdan de balans met $3\frac{3}{4}$ lood overslaat; doch zoodra de bal op den grond komt, drukt dezelve weder met zijn volle gewigt op den bodem van het vat. Zie hier eene proef, welke gemakkelijk is, en dit bevestigt. Ik neem eene balans met twee schalen, zet in de eene schaal een groot bierglas

glas met water, en breng alles in evenwigt; nu neem ik een' bal, die, b. v., 4 lood weegt, bind dien aan eenen draad, welks einde ik in mijne hand vasthoud; laat nu dezen bal, aldus vastgehouden wordende, voorzigtig, zonder iets anders dan het water te raken, in het glas onder het water worden gedompeld; wat zal er dan gebeuren? de balans zal overslaan; maar met hoeveel gewigt? immers niet met de geheele zwaarte van den bal, welke 4 lood is, maar alleen met hetgene dezelve in het water verliest; zijnde het gewigt van het weggestooten water, in het laatste geval, op $\frac{1}{4}$ lood gesteld; zoo als gij hier, door het bijvoegen van een klein gewigt in de andere schaal, duidelijk bewezen ziet. Onthoudt alles, maar vooral dit laatste, wel, want het kan te pas komen. Eindigen wij nu deze Waterweegkundige les.

Heintje. o, Lieve Meester! hoe wordt mij alles duidelijk, en wat is men onoplettend op verscheidene voorvallen, wanneer men de Natuurkunde niet beoefend heeft!

Mr. o Ja; laat dit uwe oplettendheid dus zoo veel te grooter maken.

LEERINGEN.

Wij kunnen uit hetgene wij in deze Zamenpraak geleerd hebben, verklaren:

Waarom de dampen naar boven rijzen, wanneer zij soortelijk ligter dan de lucht zijn.

Waarom door een loopend water groote stenen kunnen voortgerold worden.

Waarom vette menschen en die dikke bui-

ken

ken hebben, met heel veel lucht opgevuld, gemakkelijk op het water kunnen drijven.

Waarom ieder mensch, die eenige blazen of kurken om het lijf heeft gebonden, op het water drijft.

Waarom verdronkenen, na eenige dagen, weder boven komen en dan weder zinken.

Hierdoor verklaart men het gebruik der kameelen, om zware schepen over ondiepten te brengen.

Waarom een teenen korf eerst op het water zal drijven, en daar eenigen tijd in gelegen hebbende, zinken.

Waarom een geladen schip zinkt, als er een gat in komt.

Waarom men eenen gemetselden regenbak vervoeren kan, door denzelfden te laten drijven op het grondwater.

Waarom een schip minder diep gaat in zee dan in eene rivier.

Waarom de ankers der schepen altijd eenen grooten balk of dwarsstok hebben.

Eindelijk kan men, door de wetten der Waterweegkunde, naauwkeurig den inhoud vinden van zeer onregelmatige en op geene andere wijze meetbare lichamen, bij voorbeeld: van een koperen lofwerk, van een beeld, enz.

VEERTIENDE ZAMENSpraak.

Over de eigenschappen der lucht, bijzonder de persing derzelve.

Mr. Zoo, jongelieden! reeds daar, dat is wel op den tijd gepast. Zegt mij nu eens, wat denkt gij wel, dat de damp van kokend water is?

Heintje. Het zal zeker het water zelf zijn, dat in fijne deeltjes opvliegt.

Mr. Ja, het is voorzeker het water zelf; doch eigenlijk zijn het waterdeeltjes, door het vuur als belletjes uitgezet, en daardoor ligter dan de lucht geworden, die dus in de hoogte rijzen (even als onze proef in de vorige Zamenpraak aantoonde, met de opklimming van rooden wijn en water), zoodanig, dat zij nagenoeg 1400 maal grooter plaats beslaan in den staat van damp, dan in dien van water. — In het begin van de Twaalfde Zamenpraak heb ik gezegd, dat men de vloeistoffen onderscheidde in *druipende* en *veërkrachtige*: van deze druipende heb ik tot dusverre gesproken, en hare drukking, loop door openingen en weging in dezelve met u behandeld; laat ons nu overgaan, om de veërkrachtige van nader bij te bezien.

De veërkrachtige, ook wel luchtvormige vloeistoffen genoemd, en waaronder ook de waterdamp, waarvan wij zoo even spraken, behoort, worden in twee hoofdsorten onderscheiden,

in *onveranderlijke* en
in *veranderlijke*.

De *onveranderlijke* zijn de zoodanige, welke altijd en in alle gevallen haren veërkrachtigen staat behouden, en die men *luchtstof*, ook wel *gas* noemt; deze behouden altijd haren staat als lucht.

De *veranderlijke* zijn niet alleen alle waterdampen, maar alle uitdamping, waarbij druipende vloeistoffen in veërkrachtige overgaan: deze dampen zijn geheel luchtvormig, dat is, onzichtbaar en volkomen veërkrachtig, zoo lang zij dezelfde warmte behouden, waardoor zij tot veërkrachtige vloeistof gemaakt zijn; doch bij vermindering van warmte, vallen de deeltjes te zamen, worden zichtbaar en keeren tot den druipenden staat weder; dit ziet men klaar, wanneer men des winters in een warm vertrek, waar een gezelschap zit en dat, door deszelfs uitwasemingen, vol veërkrachtigen damp is, schoon onzichtbaar en dus luchtvormig, zeer koude wijnglazen of ander koud glaswerk brengen laat, hoe spoedig het beslaat en als met een wasem overtoegen is: wat is deze wasem anders dan een overgang van den luchtvormigen damp in het vertrek tot druipende vloeistof? — de luchtvormige damp, welke de koude glazen omringt, zoodra deze in het vertrek komen, deelt warmte aan de koude glazen mede, en behoudt dus dezelfde warmte niet meer, welke hij noodig had, om te blijven in den luchtvormigen staat; waardoor hij dan bijeenloopt en in druipende vloeistof overgaat.

Jantje. Dat heb ik wel gezien; het zag er uit alsof de glazen morsig waren; doch als zij een weinig staan, worden zij van zelve weder schoon en helder, hoe komt dat, *Meester*?

Mr. Zeer natuurlijk: de warmte van de lucht in het vertrek maakt, binnen kort, de glazen zoo warm, als zij zelve is, en de aanslag van damp

op de glazen verdampt en wordt weder lucht-
vormig als te voren. Er bestaat echter nog eene
tweede oorzaak, waardoor veërkrachtige verander-
lijke vloeistoffen terugkeeren tot den druipenden
staat, waarvan zij afkomstig waren: deze is *ver-
meerderde drukking*; dan alvorens ik mij in staat
gevoel u dit bevattelijk te maken, zullen wij in
de kennis van de lucht onzes dampkrings eenigzins
moeten gevorderd zijn: gaan wij alzoo hiertoe over;
maar let wel op, lieve jongelingen! want deze kennis
is zeer schoon en tevens zoo aangenaam, dat het
uwen leerlust zeker nog meer opwekken zal.

De lucht onzes dampkrings is eene zeer fijne,
hoogst veërkrachtige, onzichtbare vloeistof, die on-
veranderd blijft, hoe veel ook de warmte of druk-
king verschillen moge; zij omringt niet alleen den
geheelen aardbol, maar dringt tot in deszelfs bin-
nenste door en tracht al de poriën der aardkorst,
zoowel als die van al de lichamen te vervullen;
in haar rijzen de dampen op, en zij maakt daarmede
den dampkring onzer aarde uit, welke haar om-
ringt, even als, in *Fig. 53*, de getittelde krans om
den bol, die de aarde voorstelt, geteekend is; in
dezen dampkring leven wij en alle dieren, op den-
zelfen rusten de vleugels der vogels, welke de
lucht doorklieven, zweven de wolken, schit-
teren de bliksems, ratelen de donders, en wat
dies meer zij, van al hetwelk ik u, na het vuur
en de electriciteit afgehandeld te hebben, nog iets
meer zeggen zal. Gaan wij thans over tot de ken-
nis van de eigenschappen der lucht.

Zij is 1. *doorschijnend*, en daarom onzichtbaar.

2. Zij *biedt tegenstand*.

Zij is 3. *zwaar*, en dus met een zeker gewigt
drukkende op onzen aardbol. En, eindelijk,
zij is 4. *hoogst veërkrachtig*.

Gij begrijpt immers, hoop ik, wat wij door
de lucht, waarvan wij nu spreken zullen, ver-
staan? Kunt gij mij die wel aanwijzen?

Heintje. o Ja, *Meester!* zij is hier in dit ver-
trek, overal om den aardbol heen, omringt denzel-
ven, en maakt, met de daarin oprijzende dampen,
den dampkring uit; zij dringt tot in het binnen-
ste der aarde en vult de poriën van al de lichamen.

Mr. Regt zoo! Wij leven in de lucht als de
visschen in het water leven; bij gemis van haar,
sterven alle dieren; zelfs de visschen kunnen in het
water niet blijven leven.

1. Dat de lucht *doorschijnend* en *onzichtbaar*
is, weet gij genoeg bij ondervinding, door-
dien gij er helder alles doorheen ziet, en haar
nimmer hebt kunnen zien.

Jantje. Maar, *Meester!* als het wolkig en
donker weër is, kan ik toch de lucht boven in
de hoogte wel zien.

Mr. Dat is immers de lucht niet; maar dat
zijn de dampen, die daar zweven, en door ons
wolken, nevel of mist genoemd worden.

2. Dat de lucht *tegenstand* biedt, blijkt overal;
bij elke deur, die gij van eene kamer of kast opent,
is dat zeer voelbaar. De wind bewijst het u nog
meer; want de wind is een stroom van lucht, even
als het water stroomt; iedere storm toont ons hare
geweldige kracht, en bewijst den tegenstand, welchen
zij oefent; zeer klaar blijkt deze tegenstand, als
men een bierglas, dat schijnbaar ledig, doch
vol lucht is, het onderste boven in een pot of vat
met water steekt en naar beneden drukt, dan zal
het water daar niet in kunnen oprijzen, en een
kurkje onder het glas op het water gelegd, zal
maar even boven den rand van het glas rijzen;
het

het kan niet in het glas dringen, omdat dit vol lucht is, en dus tegenstand biedt.

3. Dat de lucht *gewicht* heeft, spreekt van zelf; want er kan geene stof zijn, of zij moet zwaarte hebben, en moet dus, hoe ligt zij op zich zelve ook wezen moge, door de groote hoogte, waarmede zij boven de aarde staat, vrij wat persen of drukken op de oppervlakte, en ziet hier het bewijs, in *Fig. 54*. Ik neem deze glazen pijp, van eene genoegzame lengte, aan de eene zijde A digt, en van onderen open, en vul die met kwik, keer dezelve om, en zet ze los in een kopje B, gedeeltelijk met kwik gevuld: wat gebeurt er nu? Dit: het kwik in de pijp AC valt niet geheel naar beneden, zoo als het uit hoofde van deszelfs zwaarte doen moest; neen, het blijft staan, bij voorbeeld, op het punt D: wat mag daarvan de reden zijn? Immers geene andere dan de drukking der lucht op het kwik, dat in het kopje B is?

Heintje. Maar, *Meester!* het kwik is er toch voor een gedeelte uitgelopen, want van A tot D is de pijp immers ledig?

Mr. Dat bewijst ons juist, dat de zwaarte van de kolom kwik, van C tot D, volkomen gelijk staat met de zwaarte van eene kolom lucht van het kwik in het kopje, en strekkende tot aan het bovenste uiteinde van den dampkring toe; want waarom zou het kwik er juist zoo veel uitloopen, als van A tot D en niet meer, zoo het niet een evenwigt tegen eene drukkende stof uitmaakte, en welke kan die anders zijn, dan de lucht, welke op het kwik in het kopje rust?

Jantje. Gij zegt daar, *Meester!* van in evenwigt te zijn met eene kolom van lucht van dit

dit kopje af tot boven de wolken: hoe kan dat zijn? De lucht stuit immers tegen den zolder van dit vertrek, en dus is de kolom lucht, op dit kopje, niet langer, dan van dit kopje tot den zolder?

Mr. Zeer wel aangemerkt; doch bedenk eens, dat de lucht buiten de deur gemeenschap heeft met de lucht binnen in huis, en daarom de lucht in dit vertrek weder door de buitenlucht gedrukt wordt, en wel, uit hoofde der zijdeling-sche persing, die, zoo als gij gezien hebt, in alle vloeistoffen plaats heeft; en bijaldien die gemeenschap geheel is afgesloten, doet, gelijk wij nader zien zullen, de veërkracht der lucht, door tegenwerking van binnen, hetgene de persing van buiten doet; en om die reden is de drukking der lucht in dit vertrek gelijk aan die van buiten. Doch bezien wij deze proef met de kwikbuis, ook wel *Torricellische buis* genoemd, nog van wat nader bij. Het daarin opgehoudene kwik, zeiden wij dan, in evenwigt te zijn met de persing van eene luchtkolom op het kwik in het kopje, ter breedte van het kwik in de buis en ter hoogte van den dampkring; dit is alzoo de schaal, waarmede men het gewigt van de lucht kan meten. Komtaan! doen wij dit eens. Ik zal met den duimstok meten, hoe hoog het kwik, door de persing der lucht, in deze buis wordt opgehouden. Zie hier: ik vind 78 Nederlandsche duimen: dus zien wij, dat het gewigt van het kwik ter hoogte van 78 duimen gelijk staat met het gewigt van den dampkring. De oppervlakte van den aardbol op deze plaats wordt derhalve door de lucht eveneens gedrukt, alsof er eene zee van kwik op stond van 78 duimen hoog. Nu ziet gij wel,

dat wij slechts het gewigt van het kwik hebben uit te rekenen, om dat van den dampkring te kennen; laat zien: kwik is bijna 14 maal soortelijk zwaarder dan water; dus staat de lucht in persing gelijk aan water, dat 14 maal 78 duimen, dat is ruim 109 palmen, hoog staat; nu weegt iedere teerling-palm water een Nederlandsch pond; alzoo weegt eene kolom water van eene palm breed en lang, en 109 palmen hoog, ook 109 Nederlandsche ponden; en deze kolom staat juist met de drukking van den dampkring gelijk; derhalve drukt de lucht of de dampkring, op iedere plek van onzen aardbol, die ééne palm lang en breed is, dat is op iedere vierkante palm, met een gewigt van 109 ponden, of op elken vierkanten Rijlandschen voet (genomen op 9,85 vierkante palmen) met een gewigt van 1074 Nederlandsche of 2175 oude ponden; dit gerekend over de oppervlakte van het menschelijk ligchaam, zoo blijkt, dat ieder mensch door de lucht gedrukt wordt met een gewigt van ten naasten bij 30000 oude ponden. Hieruit ziet gij, welk eenen invloed het op het menschelijk ligchaam moet maken, of de lucht of dampkring den eenen tijd wat meer dan den anderen drukt.

Jantje. Is die drukking dan ongelijk, *Mees-ter!* en zoo sterk op ons ligchaam? Hoe kan het wezen! Ik voel er niets van, en, mij dunkt, zulk een gewigt moest ons verpletteren.

Mr. Wel zeker ongelijk, en wel aanmerkelijk. Dewijl de lucht veërkrachtig en dus indrukbaar is, wordt zij door derzelver stroomen, dat de winden zijn, dan eens meer ineengedrongen, dan eens minder; dan eens hooger opeengeschoven, en dan eens weder af- en in elkan-

ge-

gedreven, hetgene in de zwaarte een merkelijk onderscheid moet maken. Wat aangaat het verbazende gewigt van drukking, hieromtrent moeten wij bedenken, dat deze drukking alleen werkt en gevoeld kan worden, wanneer er hier of daar lucht wordt weggenomen, en dus, wanneer er eene ledige ruimte wordt gemaakt, welke de lucht tracht aan te vullen door hare persing; maar zoo lang als alles vol lucht is, staan de krachten gelijk: het binnenste houdt het buitenste tegen, door gelijke tegenwerking, dewijl het nergens anders heen kan. De lucht binnen in ons ligchaam aanwezig, vervult hetzelfde geheel; alle poriën, vaten en vochten zijn vol met lucht; die maakt, als ware het, een geheel met de buitenlucht uit, en is daarom geheel bestand tegen de drukking der lucht van buiten, dewijl alles in evenwigt is. Het gaat hiermede als met alle zaken in de Natuur: zoo lang er overal evenwigt is, vertoont zich geene werking; maar het evenwigt verbroken zijnde, als in het zuigen, enz., zoo werkt de Natuur met volle kracht, om hetzelfde te herstellen. Ondertusschen wordt de lucht door hare indrukbaarheid, nabij de oppervlakte der aarde, uit hoofde der persing van de hoogere lucht, vrij wat ineengedrukt, en is dus, hoe dieper men gaat, hoe digter ineengeperst, zoodat dezelve naar boven al dunner, of ijler en ijler wordt. Van hier staat de kwikbuis op een' zeer hoogen berg, ja zelfs boven op den Domtoren van *Utrecht*, merkbaar lager dan beneden, dewijl de kolom lucht daar korter en reeds ijler is dan beneden. — Uit dit alles zien wij dan, dat onze kwikbuis de ware meter is van de zwaarte der lucht; zoodat, wanneer de lucht zwaarder wordt, het kwik

H 5

hoo-

hoogerop wordt gedrukt en dus rijst, en ligter wordende, daalt; vanwaar men dezelve den naam van *barometer*, dat wil zeggen zwaartemeter, geeft; en onze gewone *barometers* zijn niet anders dan zulke kwikbuizen, welke men, of in een bakje met kwik stelt, of waaraan men een' krommen hals van onderen maakt, als in *Fig. 57*, waarin het kwik rijst of daalt, naar mate de lucht zwaarder of ligter wordt. De *barometer* toont dan niet anders aan dan de zwaarte van de lucht, en al hetgene men daaruit opmaakt van goed of slecht weêr, is alleen bij gevolgtrekking, waarvan wij nader spreken zullen.

Heintje. Gij noemdet deze kwikbuis zoo even eene *Torricellische buis*, wat wil dat zeggen?

Mr. Omdat zekere *Torricellius*, in *Italië*, een leerling van den grooten *Galilei* (beroemd Natuurkundige van dien tijd, en bekend door de straf van gevangenis en boetedoening, welke hij onderging, omdat hij geleerd had, dat de aarde bewoog), deze eigenschap der lucht, door middel van zulk eene buis, ontdekte, heeft men dezelve naar hem genoemd. Vóór dien tijd wist men niet, of liever men dacht het niet naar behooren door, dat de lucht zwaarte had; ook was de geheele Natuurkunde in geheimzinnige verklaringen verward, en daardoor niet in haren waren aard bekend.

Wilt gij nu ook een bewijs hebben van de drukking der lucht van onderen naar boven, neemt dan een glas met water of wijn, enz., niet geheel vol, doet er van boven een papier op, legt op dat papier de hand en keert het om; dan de hand wegtrekkende, zoo zal het water er niet uitloopen, dewijl de drukking van de lucht het tegenhoudt, als drukkende het papier vast tegen den

den rand van het glas aan. Even zoo loopt uit een fleschje met een naauw halsje, geheel het onderste boven gekeerd, bijna niets uit; maar is de hals wijd, zoo als in eene wijnflesch, dan dringt de lucht er tusschenbeide, door hare persing, in, en vandaar het klokken van eene volle flesch; doch als men de volle flesch zoodanig houdt, dat de vloeistof, die er in is, niet de geheele ruimte van den hals derzelve beslaat, maar eene opening laat, dat de lucht er op zijde ook door kan, om weder aan te vullen de plaats, welke het vocht verlaat, dan is de schenking geregeld en zonder klokken: dit leert ons tevens, dat de lucht geene ledige plaats dulden kan, als overal op persende, en dien ten gevolge overal, waar iets van daan gaat, aanstonds toetredende, om die ruimte weder in te nemen. Zie hier, bij voorbeeld, eene Wijnkooperspomp, *Fig. 55*, afgebeeld: wanneer men dezelve met den duim in A sluit, zoodat er geene lucht door kan, dan kan het water C B, te voren in dezelve gedaan, alschoon in B eene opening is, er niet uitloopen; want zoo het er begon uit te loopen, dan moest het immers zakken, van C tot B, en zou dus in A B eene ledige plaats maken; daar nu de buitenlucht door den duim van boven is afgesloten, komt dezelve van het onderende B er in, om dat ledige aan te vullen; en die opening zoo naauw zijnde, dat zij geene lucht en vocht, zoo als in eene wijnflesch gebeurt, tegelijk door kan laten, belet zij het water in B er uit te loopen.

Jantje. Dit heb ik dikmaals bij het schenken uit flesschen gezien.

Mr. Dat geloof ik zeer wel; wees maar verder oplettend. Wanneer wij zuigen, wat gebeurt

beurt er dan? Wij weten, door eenen aanleg van het zamenstel van onzen mond, in denzelfden de lucht naar binnen te trekken; zoodra wij dit doen, tracht de buitenlucht, door hare zwaarte, de ledige plaats aan te vullen, en drukt er die kuilen in, welke wij aan een' zuigenden mond zien. Verbeeldt u nu in den mond eene aangestokene tabakspijp: hoe gaat het dan in zijn werk? De mond maakt van binnen de lucht weg; in den mond zit de steel van de pijp; dan tracht de lucht van buiten die plaats door hare persing aan te vullen, doch kan daar alleen komen door den kop, en vervolgens door den steel van de pijp, en dringt dus, in dien doortogt, den rook met zich in den mond van den tabakrooker. Dit alles ziet men duidelijk, wanneer men, als in *Fig. 56*, een glas neemt, gedeeltelijk met water gevuld, en over hetzelfde eene blaas spant, in welke eene pijp A gebonden wordt, welker steel even onder water komt, en een pijpsteel B, welke in de lucht boven het water uitkomt; de pijp vol tabak aangestoken zijnde, kan men die in B even zoo goed rooken, alsof de steel B aan de pijp A vast was; want zuigende aan B, zoo komt er een gebrek of ledigheid in de lucht boven het water in de flesch; de buitenlucht kan dit gebrek niet herstellen, of zij moet, door den kop en den steel van de pijp A, en, zoo vervolgens, door het water heendringen, om die lucht weder aan te vullen; in welken doortogt zij den rook met zich voert, en in de lucht boven het water brengt; in hetwelk het pijpje B dien weder uittrekt. Zie hier de proef, en let eens op, hoe duidelijk zij dit mijn gezegde aantoon. Ziet eens, hoe, bij elke

zuig-

zuiging, de blaas van buiten min of meer ingedrukt wordt door de persing van de buitenlucht. Hieruit leeren wij dan verder, dat al ons zuigen niet anders is, dan een luchtledig maken in den mond, hetgene dus ook het geval is bij het zuigen, zoo van kinderen als van jonge zoogdieren: de drukking van de lucht, welke op de borsten rust en zich in derzelver binnenste bevindt, tracht het ledige in den mond van den zuigeling aan te vullen, en perst daardoor uit de pijpjes of vaten (zoo als men die noemt) de melk in den mond van het zuigend kind of dier, om hetzelfde het zoo nuttige en voor zijne natuur geschikte voedsel te doen ontvangen. Wat dunkt u, lieve kinderen! van de wijsheid en vooral van de goedheid van het aanbiddelijk Opperwezen, welke gij in alles met vaderlijke zorgvuldigheid werkzaam vindt?

Heintje. Wel verbazend, *Meester!* ik had niet gedacht, dat de lucht ook dienen moest, om den zuigelingen hun voedsel te verschaffen.

Mr. En echter moet het zoo zijn, blijkens hetgene ik u zoo even wegens het zuigen verklaard heb: geen kind, geen jong schaapje, geen zoogdier hoegenaamd, zou de voor zich zoo noodige moedermelk anders kunnen verkrijgen. Ja, lieve jongens! dit is nog maar een klein staaltje van het nut der lucht, ik zal er u in het vervolg veel meer van zeggen. — Nu moet ik u nog een wonderlijk verschijnsel verklaren, dat alleen door de persing der lucht veroorzaakt wordt, namelijk, de werking van den *hevel*, dien de Wijnkoopers gebruiken, om de vaten, door het spongat van boven, ledig te laten loopen. Laat, in *Fig. 58*, A

een

een vat of pot met water zijn, BDC eene krom gebogene pijp, van glas of andere stoffe; wanneer men die kromme pijp met haar eene einde in het water zet, en aan het andere einde C met den mond aan den pijp zuigt, zoo zal het water in B opklimmen, tot in D, en aldaar gekomen, van zelf langs DC naar beneden vallen, zoodat hetzelfde in C er uitvloeit; hetwelk eens begonnen zijnde, zoodanig aanhoudend voortgaat, totdat al het water uit het vat A is. Zie hier de proef.

Heintje. Ik sta versteld, *Meester!* nu ik het dus hoor en zie, en ondertusschen herinner ik mij duidelijk, dit weleens gezien te hebben, namelijk, dat een vat met drank, voor aan den trap van eens Wijnkoopers kelder liggende, er in het spongat van boven eene kromme blikken pijp stak, waaruit van onderen in den kelder het vocht liep, dat in putsen werd opgevangen. Hoe kan men toch zulke gewigtige verschijnselen zoo onopmerkzaam beschouwen, dat men niet eens de reden tracht te weten, waarom zulks geschiedt? Ei! zeg mij dezelve nu.

Mr. Ja, lieve jongen! dat is zeker te verwonderen, en te meer, wanneer men zulks zelfs van bejaarde menschen waarneemt. De oefening der Natuurkunde is het, die den mensch naar de oorzaken dier verschijnselen nieuwsgierig maakt, en daardoor vele derzelve heeft leeren kennen. Wat nu den hevel betreft, zie hier de reden van deszelfs werking: verbeeldt u den hevel BDC vol vocht, hetzij er dit door zuiging in C is opgeklimmen, of dat de hevel te voren vol was gedaan, dit doet er niet toe: wat moet er nu in dien staat gebeuren? Het water, dat in de
pijp

pijp is, wil er door zijne zwaarte uitloopen: uit welk einde, uit B of C? de lucht drukt op B en ook op C, doch op C met eene grootere hoogte dan op B, omdat C lager dan B is; maar daarentegen is het water in het been, of de pijp DC, veel zwaarder dan in het been BD, dewijl het been DC langer is; welke zwaarte van het vocht verreweg overtreft de meerdere hoogte, en dus meer persing van de luchtkolom in C, boven die in B, omdat water ten naasten bij 800 maal zwaarder dan lucht is; derhalve moet DC door de meerdere zwaarte van het water ledig loopen, en alzoo de persing der lucht in C overwinnen: de lucht, die op A perst, duldt alzoo in BD geen ijdel, en doet daarom het water in B gedurig opklimmen, en in C aanhoudend uitloopen; wanneer nu een hevel twee beenen BD en DC heeft, die even lang zijn, dan staat alles gelijk, en er loopt niets uit, of het eene been moest gedeeltelijk in de vloeistof ingedompeld zijn; want, dewijl men de lengte maar rekenen kan van de oppervlakte der vloeistof af, zoo zouden de beenen dan niet meer gelijk zijn.

Niet alleen, dat men de drukking der lucht door de *Torricellische buis* of Barometer berekenen kan; maar men kan haar ook wegen: — neemt, b. v., een' sterken of zwaren glazen bol, met eene kraan, en maakt dien op eene Luchtpomp (waarvan wij nader spreken zullen) luchtledig: dat is; dat de lucht er geheel uitgezogen zij; hangt hem dan aan eene balans en aan de andere zijde eene schaal, waarop men gewigt stelt, tot er volmaakt evenwigt is, doet dan de kraan open, dan zal de lucht er zeer hoorbaar inloopen, en de bol weder vol lucht zijn; oogenblikkelijk ziet gij ook den bol zwaarder worden en doorslaan;
in

in de schaal weder zoo veel gewigt gelegd hebben, de, totdat er evenwigt is, dan spreekt het van zelf, dat dit op nieuws bijgedane gewigt aantoon, hoe veel de lucht weegt, die zich in den bol bevindt; doet men nu den bol vol water en weegt men dat water ook, dan ziet men terstond hoe lucht en water tot elkander in gewigt staan, en wel nagenoeg als 1 tot 770, somtijds meer en somtijds minder, naar mate de lucht meer of minder ineengedrukt en dus minder of meerder zwaar is.

Hierbij zullen wij het nu laten berusten, om in eene volgende Zamenspraak gelegenheid te hebben, uwe verbazing nog hooger te doen rijzen, en uw beklag over onopmerkzaamheid, wanneer men deze wetenschap niet beoefent, nog meer te regtvaardigen. Zie hier de uit het thans verhandelde voortvloeiende

L E E R I N G E N .

Door de drukking der lucht is het, dat men een molglas, onder water gevuld, geheel omgekeerd, boven het water uit kan trekken, zonder dat het water er uitloopt, wanneer men slechts zorg draagt, dat de opening onder water blijft, en vandaar ook de aanmerkelijke zwaarte, welke men aan dat glas gevoelt.

Door de drukking der lucht op het menschelijk ligchaam, worden de vaten, waarin de vochten zich bevinden, belet te sterk uitgezet te worden; dezelve houdt de vochten in hunnen gewonen omloop, en verhindert de te sterke uitwaseming. Van hier, dat een gezond mensch, bij koud, helder, vriezende weêr,

weêr, als de barometer gemeenlijk het hoogste staat, vlug en vrolijk is; terwijl hij op hooge bergen, waar de lucht minder drukt, zeer log en loom wordt.

Door de drukking der lucht verklaart men:

Waarom men zeggen kan, dat een pond veêren meer weegt dan een pond lood.

Waarom men een vat vol bier, door middel van de kraan, niet af kan tappen, ten zij men in het vat van boven een gat bore.

Door den hevel verklaart men:

De hevel-fonteinen, den Tantalus-beker, den driebeenigen hevel, die in drie vaten de hoeveelheid vocht gelijkelijk verdeelt; en

Waarom sommige bronnen droog zijn bij regen, en water geven bij droogte.

V I J F T I E N D E Z A M E N S P R A A K .

Over de veêrkracht der lucht; en toepassing van het voorgaande, ten betooge van het nut der lucht, de voortbrenging van het geluid, enz.

Mr. Komt, beste leerlingen! gaan wij nu, ten 4. over tot de beschouwing van de *veêrkracht* der lucht; dat is, zoo als ik reeds meermalen zeide, dat zij zich laat uitzetten en ineendrukken, en, de oorzaak daarvan weggenomen zijnde, zich weder herstelt, om alles in evenwigt te brengen. Door deze eigenschap vervult zij al die ruimten, welke wij ledig noemen, en laat geen

plaatsje over, of is er aanwezig, zoo het niet geheel luchtdigt is afgesloten; bij voorbeeld: stelt, dat men uit dit vertrek de helft van de lucht kon wegnemen, dan zou zulks geene ledige plaats maken, neen, maar de overgeblevene helft zou zich uitzetten, en wederom het geheele vertrek vervullen; doch daar hetzelfde dan slechts de helft der stof zou bevatten van hetgene het te voren bezat, zoo zou die lucht ook de helft dunner of ijler zijn, dat is, de deelen daarvan zouden eens zoo ver van elkander liggen, veroorzaakt door de gedurig in de lucht aanwezig zijnde warmtestof, welke, als ware het, de ziel der veërkrachtige vloeistoffen is. Ziethier hoe dit door de gezegde stof werkelijk gebeurt: men neme een gesloten blaasje met eenige lucht er in, houde hetzelfde boven het vuur, en de lucht zal uitzetten, en het blaasje geheel opblazen; koud geworden zijnde, zal hetzelfde weder tot den vorigen staat terugkeeren. Wanneer men een fleschje neemt, zoo als *Fig. 59* voorstelt, gedeeltelijk gevuld met water, zoodanig, dat er boven het water in C eenige lucht overblijft, en dan een glazen pijpje AB in den hals D vastmaakt, en wel luchtdigt met was of lak omkleedt, dan zal, wanneer men dit fleschje in eene kom met heet water stelt, de lucht, in C besloten, zich uitzetten, en daardoor op het water drukken, dat, nergens anders heen kunnende dan door de pijp AB, in B eenen fonteynsprong zal maken.

Jantje. o! Dat is zeer aardig! Verhaal ons toch veel van al die schoone dingen.

Mr. Ik zal; wees maar aandachtig. Men heeft ook werktuigen, om de lucht te verdunnen, dat is, ergens uit weg te nemen, en te verdikken, dat is, daar

daar meer lucht bij te brengen, en dus ineen te persen; het eerste draagt den naam van *luchtpomp*, en het ander dat van *luchtverdikkend werktuig*. Hun eigenlijk samenstel is eenvoudig, hoewel de kunst, ter meerdere naauwkeurigheid van werking, het samenstel vermeerderd heeft. Ziethier de eenvoudige, enkele *luchtpomp*. Laat, in *Fig. 60*, AB zijn eene koperen pompbuis, door eene pijp C, gemeenschap hebbende met de lucht D, onder eene van de buitenlucht welafgeslotene glazen klok of stolp E, staande op eene vlakke plaat I. Verbeeldt u nu in den zuiger eene opening met een klepje *a*, en van onderen, bij het begin van de pijp C, een klepje *b*, welke beide klepjes alleen, zoo als de *Figuur* aantoon, naar boven kunnen opengaan, doch, naar beneden drukkende, vast toesluiten. Laat nu den zuiger G opgehaald worden naar F, dan sluit, door de drukking der buitenlucht, waartegen de zuiger wordt ingetrokken, het klepje *a* dicht, en er komt tusschen G en F eene ledige ruimte; de lucht in H zet zich uit, om die ruimte te vervullen, en wordt oogenblikkelijk door de dichtere lucht D gevolgd, ten einde evenwigt te maken; deze stroomt door de pijp C, drukt het klepje *b* open, en plaatst zich, ter vervulling der meerdere ruimte GF, boven het klepje in H; de zuiger, nu weder naar beneden gedrukt wordende, sluit, door zijne drukking op de tusschen GF gekomene lucht, het klepje *b* dicht toe, zoodat die lucht in H nergens heen kan, dan alleen ontsnappen door de opening *a*, en dus in de buitenlucht ontkomen; dit herhaalde malen gedaan hebbende, wordt de lucht D in de klok al minder en minder, of, eigenlijk, ijler en ijler, totdat zij zoodanig ijl of dun geworden is, dat zij geene kracht meer heeft, om het klepje *b* te openen,

en men het daarvoor houden kan, dat de lucht van onder D is weggepompt. Hoe gemakkelijker de klepjes zich kunnen openen, hoe beter de luchtpomp werkt en het grootste ijdel maken kan; zoodat hierin de volkomenheid der luchtpompen bestaat.

Het *werktuig om de lucht te verdikken*, of *in een te persen*, is juist van denzelfden aard als de luchtpomp; alleen met dat onderscheid, dat de klepjes, in plaats van zich naar boven te openen, zich naar onderen openbuigen. Hetzelve dient, om de lucht in eenige plaats dermate in een te persen, dat zij, losgelaten wordende, met zoodanig eene kracht er uitkomt, dat zij zelfs een' zwaren looden kogel, even als buskruid, voort kan drijven; hetgene men in de windroeren ziet gebeuren, welke in de kolf zulk eene luchtpersomp hebben.

Door middel van de boven verklaarde luchtpomp, kan men dan volkomen onderzoeken, wat er gebeurt in zulk eene klok E, uit welke de lucht gepompt is. Men bevindt, dat in dezelve alle persing ophoudt, en dus ook het kwik in onze *Torricellische buis* geheel naar beneden valt, als men die onder eene lange stolp op de plaat I van de luchtpomp plaatst. Dat de persing van buiten dan ook het sterkste is, blijkt insgelijks, dewijl zulk eene klok met eene verbaazende kracht op de vlakke plaat der pomp door de buitenlucht wordt vastgedrukt. Een koperen of glazen ring, waarover eene blaas gespannen is, op de plaat der luchtpomp geplaatst, wordt zoo geweldig ingedrukt, als de lucht er onder weggepompt of weggezogen wordt, dat de blaas met een' sterken slag in stukken springt. Plaatst men zeer gerimpelde appelen onder de stolp, en pompt men de lucht weg, zoo zet de inwendige lucht zich uit, en zij worden zeer schoon van aanzien.

Men

Men kan vele wonderbaarlijke proeven in zulk een luchtledig verrigten, welke ik u alle zal laten zien, zoodra ik eens eene luchtpomp en toebehooren magtig word.

Heintje. Ik sta verbaasd over deze eigenschappen der lucht, en verlang reeds met smart, om eens met zulk eene luchtpomp te zien werken.

Mr. Ik geloof het gaarne. Laat ons nu gebruik maken van hetgene wij in de vorige Zamenpraak, en in deze, geleerd hebben, en passen wij deze eigenschappen der lucht toe op de werking van eenige bekende en dagelijks voorkomende werktuigen.

Heintje en Jantje. Dat zal ons aangenaam zijn.

Mr. Welaan, zijt aandachtig.

1. Door de persing der lucht werken onze gewone *huispompen*. Laat, in *Fig. 61*, C A B E de pompbuis zijn; D A zij de steel en zuiger; in B eene vaste klep, die men het *hart* noemt, en A, in den zuiger, ook eene klep, welke beide kleppen, even als in de luchtpomp, zich naar boven openen. Wanneer nu de zuiger wordt opgetrokken, sluit de klep in A, en er komt tusschen A en B een ledig. De lucht van buiten tracht wel, door het gewigt harer persing, dat ledige aan te vullen, doch kan er niet bij, omdat zij er geheel is afgesloten: zij drukt dus met haar gewigt op het water E, en perst het naar boven in de pomp, om dat ledige aan te vullen, stoot de klep in B open, en het water plaatst zich dus, van E af, tot tusschen A en B; nu wordt de zuiger neêrgedrukt op het water tusschen A en B; doch hetzelve kan niet weder weg, dewijl de klep B, die alleen naar boven opengaat, nu sluit; derhalve blijft er voor dat water geene andere ontsnapping

over, dan door den zuiger A (waarin, zoo als gezegd is, een klepje is, dat ook naar boven opengaat), en dus komt het te staan boven A, tusschen den zuiger A en de kraan of pijp F; nu wordt de zuiger weder opgeligt; daardoor sluit de klep in A, en het water wordt boven den zuiger, door denzelfden, opgetild en ter kraan F uitgevoerd; aldus komt het water slag aan slag boven de klep B, en vervolgens boven den zuiger A, die het gedurig uitwerpt. — Indien gij mijne verklaring wel begrepen hebt, zult gij mij ook waarschijnlijk deze vraag kunnen beantwoorden, te weten: Wanneer men boven op een huis, 20 ellen hoog; eens eene pomp wilde maken, zoude men dan het *hart* B, of de eerste klep, plaatsen kunnen, waar men wilde, bij voorbeeld, op 18 ellen of daaromtrent; of vereischt het bepaling?

Heintje. *Meester!* ik begrijp die vraag niet regt; meent gij, of het water, dat door de lucht in de pompbuis wordt opgedrukt, daar zoo hoog in klimt als men het hebben wil, of dat het slechts tot eene bepaalde hoogte gaat?

Mr. Juist, dat meende ik; en dewijl het water, indien de pomp werken zal, boven het *hart* moet worden opgeperst, zoo was mijne vraag, of men het *hart* plaatsen kan, waar men wil? en het antwoord is: *neen*. Het water kan door de persing van de lucht niet hooger in de buis worden opgevoerd, dan het gewigt van de drukking zelve is. Even als in de *Torricellische buis* komt er evenwigt, zoodra de kolom opgeperst water zoo zwaar is als eene kolom lucht, ter zelfde dikte van het water, en ter hoogte van den dampkring. — Laat ons dus nu onderzoeken, tot welk eene hoogte het water kan opgeperst wor-

worden: de barometer-pijp, of de Torricellische kwikbuis, zal het ons leeren. Zie hier; zij staat op 78 Nederlandsche duimen; kwik is omtrent 14 maal zwaarder dan water, dus moet eene kolom water ook, om even zwaar en gelijk met het gewigt der lucht te zijn, 14 maal hooger wezen dan kwik, dat is 14 maal 78 duimen, makende ruim 109 palmen of 10 el en 9 palmen, naar mate de persing is, dan eens meer, dan eens minder, zoo als de barometer aanwijst; derhalve moest het *hart* van de pomp altijd onder de 10 ellen geplaatst worden, om zeker te gaan, dat het water er boven kan geperst worden. Wanneer men alzo het water buitengewoon hoog wil hebben, moet men vergaderbakken plaatsen, en dan met meer dan ééne pomp, de eene boven de andere geplaatst, of met lange zuigers, hetzelfde oppompen. Een voorval, waarin men het *hart* eener pomp, dewijl men de persing der lucht niet kende, veel te hoog gesteld had, gaf, ten tijde van Galilei, aan Torricellius aanleiding tot de ontdekking van de persing der lucht, die hij met zijne, hiervoor verklaarde, kwikbuis bewees.

2. In *Fig. 62* ziet gij de afbeelding van eene *perspomp*, welke door de veërkracht der lucht werkt. A is de zuiger, doch zonder klep, geheel digt; deze haalt het water boven het *hart* E, even als in de gewone zuigpomp, boven verklaard; dan perst de zuiger naar beneden, en de klep E sluit zich daardoor, zoodat het water geperst wordt, door de zijdelingsche pijp, naar de klep D, die ook naar boven opengaat, dezelve opligt, en zich daarboven plaatst in de buis B, waarin eene pijp is, die boven, bij C, in het deksel van de buis B is vastgemaakt, en van onderen in het water BD eene opening heeft, door welke

pijp het water uitgeperst moet worden; doch, daar het water zoowel klimt in de buis B, die boven dicht is, als in de pijp C, zoo wordt ook, door den aandrang van het water, de lucht boven het water B staande, sterk ineengedrukt; welke lucht zich uitzet, en tegen de persing inwerkt door hare veërkracht, en dus te zamen met de persing van den zuiger A medewerkt tot het geweldig uitdrijven van water uit de pijp C; zoodanig, dat, als de zuiger met persen ophoudt, deze luchtpersing, door haar uitzettend vermogen, nog eenige oogenblikken blijft werken, en daardoor eenen gedurigen waterstroom in C uitwerpt. Zulk eene soort van pomp is het, waardoor de gewone *brandsputten* werken; doch men heeft daarin, in plaats van ééne, twee perspompen. Gij hebt zekerlijk wel dien toestel gezien, niet waar, kinderen?

Heintje. Ja wel, *Meester!* dikmaals; de eene pomp staat aan den waterkant en de andere nabij den brand.

Mr. Regt zoo: die aan den waterkant is alleen eene gewone zuigpomp, welke zoo hoog moet zijn, dat het water, dat in linnen pijpen of slangen gepompt wordt, met te meer snelheid en zonder hindernis naar de perspomp loopen kan; aldaar gekomen, wordt het door die twee pompen juist zoo geperst, als gezien is in de zoo even verklaarde; staande de luchtbak tusschen de beide pompen in, terwijl de pijp C op zijde uitgaat in eene lederen slang, waaraan, op het einde, eene koperen pijp vast is, om den waterstraal te besturen; en het is dan ook door de veërkrachtige werking der lucht, dat de waterstraal van eene brandspuit aanhoudend is, en nog eenige oogenblikken werkt, nadat men met pom-

pompen heeft opgehouden. Inderdaad, een werktuig, door de Natuurkunde voortgebracht, welks nut zich boven alles verheft!

Onder de vele aardigheden, die de kennis der lucht oplevert, ziet gij, in *Fig. 63*, eene *persfontein*, van koper of dik glas gemaakt. Men vult dezelve in B half vol water, en schroeft er op de pijp C E, welke diep in het water tot nabij den bodem komt, zoodat de lucht in A geheel is afgesloten, en alleen tusschen het water en den buitenrand staat; dan, het pijpje afgeschroefd zijnde, plaatst men op D eene lucht-perspomp en perst de lucht in A sterk ineen; de kraan D dicht doende en de pomp weggenomen zijnde, plaatst men het pijpje C er boven op; zoodra dan de kraan geopend wordt, doet de persing der ineengedrongene lucht in A het water, dat in B tusschenbeide is, bij C met geweld uitdrijven door de pijp C E, die in het water staat, en dit maakt een' fraaijen watersprong.

Jantje. o *Meester!* dat moet aardig zijn; het gelijkt wel wat naar het fonteinje, dat gij ons laatst, met een fleschje in warm water te zetten, hebt laten zien.

Mr. Zoo is het; de werking der uitwerping van het water is dezelfde, alleen met dat onderscheid, dat de lucht in dat fleschje, door de warmte uitgezet, het water drukte; terwijl hier het water gedrukt wordt door eene sterk ineengeperste lucht, welke zich tot herstel van evenwigt naar de buitenlucht wil begeven; doch het water in den weg vindende, hetzelfde voor zich heen door het pijpje perst.

Ziethier nog, in *Fig. 64*, een kannetje, de *tooverkruik* genaamd, waarin men van boven water

giet, en van onderen juist zoo veel wijn uit-
tapt. De kan heeft een middelschot G, waar-
door dezelve in twee deelen is afgedeeld; welk
middelschot een pijpje D heeft, door hetwelk de
lucht in H gemeenschap krijgt met de lucht in B;
de hals F loopt door tot bijna op het middelschot,
en de kraan, daar men den wijn uit tapt, heeft
eene schuinsche pijp E; in C is eene opening,
waarin men vooraf den wijn doet, zoo veel, dat
de pijp E ruim onderstaat; welke opening men
dan met eene kurk sluit. Nu doet men eerst
zoo veel water in A, boven door den hals F,
als noodig is, om dezen, van onderen, on-
der het water te doen zijn; dit gedaan zijnde,
is de lucht H in de bovenste helft afgesloten, en
kan nergens heen dan door de pijp D. Stelt
nu, dat er boven in den hals F een kelkje water
wordt geworpen, zoo zal de lucht, in de bo-
venhelft opgesloten, ook tot de hoeveelheid van
een kelkje water ineengedrukt worden; deze ont-
snapt door de pijp D, en drukt dan weder de
lucht B in de onderhelft; deze lucht B drukt al-
weder met een vermogen, dat gelijk staat aan de
indrukking van een kelkje water op den wijn C,
en drijft denzelfden in de pijp E, door de kraan,
naar buiten uit. Daar nu de persing gelijk stond
aan de ineendrukking der lucht, door een kelkje
water veroorzaakt, zoo volgt, dat er ook niet
meer of minder door de kraan kan uitgeperst wor-
den dan één kelkje wijn; zoo veel water als men
derhalve van boven inwerpt, zoo veel wijn tapt
men van onderen uit; dat zeker eene zonderlinge
en wonderbare vertooning maakt.

Heintje. *Meester!* ik sta verwonderd over de
werking van de lucht. Wat moet het vermakelijk
zijn, al die proeven te zien!

Mr.

Mr. Ja zeker is het; gij hebt reeds zoo veel
nut van de lucht, in deze verklaringen, gezien,
dat ik er weinig meer behoef bij te voegen; al-
leen nog moet ik u eene voorname zaak doen
opmerken; dat, namelijk, het geluid ook door de
lucht wordt te weeg gebragt. Wanneer een lig-
chaam geluid geeft, wordt er eene trilling in het
geluidgevend ligchaam geboren, welke gij duide-
lijk hooren kunt: als een groote klok slaat, dan
hoort gij immers den naklank nog lang op eene
afgebrokene trillende wijze; dus, dat geluid wil
geven, moet trillen. Deze trilling deelt zich aan
de lucht mede, welke lucht rondom het geluid-
gevend ligchaam daardoor ook in eene trillende
beweging wordt gebragt, en aldus, rondom zich
van het geluidgevend ligchaam af, de trillingen
van de eene luchtlage aan de andere mededeelt, en
als zoodanig in onze ooren valt. Na alvorens bij
den ingang van het oor, dat zoo wijs en kun-
stig is ingerigt, versterkt te zijn, stuit zij daar
tegen een vlies, dat men het gehoor- of trommel-
vlies noemt, en brengt aldus hetzelve, naar mate van
het geluid, ook in zoodanige beweging; welke be-
weging zich mededeelt aan de binnenlucht in het
oor, dat, zoo als ik zeide, door beentjes, buisjes
en openingen, allerkunstigst is zamengesteld, en al-
zoo den aard van het geluid aan de gehoorzenu-
wen mededeelt, en aan onze gewaarwording over-
brengt. Verbeeldt u eens de wijsheid gods in de
overbrenging van het geluid door de lucht, en
vooral in het ontvangen van hetzelve in het oor.
o! Welk eene verbazing bevangt ons! o Schepper
der wereld! wat is uwe schepping vol wonderen!
Heintje. *Meester!* onze verrukking is groot.
o! Hoc zeer geeft de Natuurkunde ons een denkbeeld
van

van de grootheid en wijsheid van het Opperwezen! Maar zeg ons toch eens, *Meester!* hoe het komt, dat, als men in eene kamer zit, welke dicht toegesloten is, men dan evenwel hooren kan hetgene buiten geschiedt; dan kan toch de trillende lucht niet bij ons komen?

Mr. Wanneer gij geplaatst waart tusschen zeer dikke muren, zoowel van boven als op zijde dicht gemetseld, zoo zou het geluid van buiten ook bijna niet, of geheel niet, door u gehoord kunnen worden. Doch dit is nooit het geval; het geluid, dat is de trillende buitenlucht, komt, of door reten van deuren of vensters, of door schoorsteenen, binnen; of wel, zij deelt hare trillingen mede aan deuren of vensters, welke, op hunne beurt, doch merkelyk flauwer, weder de lucht in uw vertrek doen trillen, en het dus in uwe ooren doen vallen.

Ik zal u door eene proef, en van dit door u gevraagde, en van de mededeeling van de buitenlucht, door middel van het trommelvlies aan de buitenlucht in het oor, een allerduidelijkst denkbeeld trachten te geven. Zie hier een bierglas, waarover ik deze blaas, nat zijnde, stijf gespannen heb, en welke sedert sterk is opgedroogd; op dezelve leg ik eenige vlierpitten balletjes; nu neem ik eene metalen klok, of een ander sterk geluidgevend ligchaam, waarop ik sla, en ziet, wat gebeurt er met de balletjes? zij springen op en neer, zonder dat zij door den slag zelven geraakt worden. De reden daarvan is klaar: de lucht, welke, door het slaan op de klok, in eene trillende beweging gebragt is, deelt deze trilling mede aan alle veerkrachtige lichamen, waarin deze gedroogde blaas bijzonder uitmunt, zoodat zij de tril-

trilling der lucht volgt, en daardoor de balletjes doet opspringen; deze trillingen, en dus ook het opspringen der balletjes, moeten onderscheiden zijn, naar mate het geluid hard, zacht, schel of dof is.

Jantje. Ja, *Meester!* dat begrijp ik; want als het dondert, trillen ook dikmaals de glazen; dat is dan zeker van de sterke trilling der lucht, door het zware geluid des donders veroorzaakt.

Mr. Regt zoo, en aldus gaat het ook met zachtere geluiden. Hebt gij wel ooit iemand van verre zien slaan of hakken, of een geweer afschieten, waarvan gij het vuur zien kondet?

Heintje. Dat zal ik wel gezien hebben, maar alweder met geene genoegzame oplettendheid, en weet er dus niets bijzonders van.

Mr. Nu, let er dan in het vervolg op, en gij zult bevinden, dat gij den slag duidelyk ziet gedaan te zijn, en het vuur van het geweer klaar ontwaart, alvorens gij den slag of het schot hoort; waarvan het geluid, naar mate van den afstand, lang daarna tot u komt. Het licht gaat zoo snel voort, dat men het eerstgemelde op hetzelfde oogenblik ziet, als het gebeurt; maar de trillende lucht gaat zoo spoedig niet voort in het mededeelen der trillingen: doorgaans vindt men, en wel, naar de laatste waarnemingen, alhier door den Hoogleeraar Moll en de Heeren van Beek en Kuytenbrouwer in 1823 gedaan, dat het geluid in eene sekonde een' voortgang heeft van 332 ellen, of 1057 Rijnlandsche voeten. De wind vermeerdert of vermindert dezen voortgang van het geluid met zijne geheele eigene snelheid: en vanhier is het, dat men ook het geluid van den donder somtijds lang na den bliksem hoort; kunnende men, na den zoo even opgegevenen voortgang van het geluid, op ee-

eenen sekonde-wijzer tellen, hoe ver de donderbui af is; en, onthoudt dit hierbij, hoe verder af, hoe minder gevaarlijk zij is.

Hoe dikker de lucht is, en hoe veêrkrachtiger de lichamen zijn, waartegen het geluid, dat is de trillende lucht, stuit, hoe sterker het geluid; en vandaar, dat, bij vriezende weder, de hard bevrozene grond, als zijnde veêrkrachtiger dan een onbevrozene, medewerkt, om het geluid zwaarder dan anders te doen zijn. Zoo is ook in berg- en rotsachtige Landen het geluid van den donder, enz. sterker dan hier; in moerassige, weeke Landen is het geluid het flauwst; dewijl de trillende lucht van onderen geen veêrkrachtigen wederstand genoeg ontmoet, om hare medegedeelde trillingen te versterken. Waar de lucht zeer dun en ijl is, zoo als in de bovengewesten van den dampkring, is het geluid zoo flauw, dat men elkander niet dan met moeite kan verstaan, blijkens de berigten van hen, die met een' luchtbol op deze hoogten geweest zijn. Zoo kan men ook het geluid versterken, en doove lieden te hulp komen, door middel van horens in de ooren te plaatsen, die van een veêrkrachtig metaal moeten zijn, en van voren eene wijde opening hebben. In deze wijde opening verzamelen zij eene groote hoeveelheid trillende lucht, om naar het oor over te brengen, terwijl de veêrkracht van het metaal de trilling versterkt. Dat het verzamelen van eene grootere hoeveelheid lucht bij het oor helpt tot het gehoor, kunt gij oogenblikkelijk opmerken, met slechts uwe hand achter het oor te houden, en aldus het geluid, als ware het, op te vangen: bespeurt gij nu wel, dat het geluid sterker is?

Jantje. o Ja, *Meester!* nu klinkt alles sterker.

Mr.

Mr. Voorzeker; en vandaar, dat de horens, waarvan zich doove menschen in de ooren bedienen, het geluid zoo zeer versterken. — Het geluid laat zich ook voortleiden door geluidpijpen, die gemeenlijk van blik zijn; deze pijpen kan men zoo dun maken, dat ze door de sporten en stijlen der stoelen heengaan en uitkomen in beelden, welke op die stoelen zitten en door trompetten schijnen te spreken; terwijl ondertusschen dit spreken geschiedt door iemand, welke zich in eene andere kamer, of op een' zolder, of achter het scherm bevindt, alwaar de geleibuis, met hare opening, uitkomt. Hout, steen en metaal leiden ook het geluid voort: als men met het oor op een' balk ligt, of tegen eenen ijzeren bout of leuning, dan kan men eene speld, op eenen aanmerkelijken afstand, op denzelfden hooren vallen. De voortgang van het geluid is zelfs veel sneller in de vaste lichamen dan in de lucht. — Wanneer men vooronderstelt, dat de snelheid van het geluid in de lucht is 1,

dan is die bij zuiver water $4\frac{1}{2}$,

bij zeewater $4\frac{7}{10}$

en bij geelkoper $10\frac{1}{2}$.

Nog iets. Gij hebt weleens eene *echo* gehoord? — Nu, de echo is niet anders dan eene wederomkaatsing, welke de trillende lucht, stuitende tegen muren, bergen, bosschen, enz. weder terug aan onze ooren mededeelt; doch eene platte oppervlakte alleen kan geene echo formeren; van daar worden te weinig geluidstralen teruggebragt: er wordt geene gladde of effene vlakke toe vereischt (want oude muren, rotsen, bosschen en zelfs wolken maken eene echo); maar eenige punten of liever vlakten, die zoodanig gerigt zijn, dat

dat zij een gedeelte van eenen cirkelboog uitmaken, en alzoo het geluid met genoegzame kracht, door de bijeenverzamelde geluidstralen, naar den spreker terugvoeren, zijn genoeg, om door denzelfden als echo gehoord te worden; wanneer zij het gedeelte van den boog eener ellips uitmaken, hoort de spreker in het eene brandpunt de echo niet; maar het terugkomende geluid, dat zich bijeenverzammelt in het andere brandpunt, wordt aldaar zeer duidelijk gehoord; zoo als het geval is met de beroemde Echo te *Muiderberg*, door den Heer van Dijk en mij beschreven, en geplaatst in het 12^e. Deel der Werken van de *Maatschappij der Wetenschappen*, te *Haarlem*. — Gaan wij nu nog verder voort met de beschouwing van het nut der lucht.

Met hoe veel wijsheid en goedheid schonk ons het Opperwezen eenen dampkring! Behalve dat deze ons den zoo noodigen regen verschaft, behoedt hij ons tegen het beleedigend vermogen van denzelfden. Te weten: de regen, en vooral de hagelsteenen zouden ons verpletteren, zoo de tegenstandbieding der lucht dezelve niet ondersteunde, en zachtkens op de aarde deed nedervallen. Ieder hagelsteen zou, zonder de ondersteuning of den tegenstand der lucht, door zijnen hoogen val op de aarde gekomen, eene kracht hebben, alsof hij uit een kanon geschoten ware.

Jantje. Zulk eene kracht, *Meester!* waar wilde die van daan komen?

Mr. Wel, lieve jongen! als u dat zoo wonderlijk voorkomt, willen wij het eens berekenen. De snelheid van een bewogen ligchaam maakt de kracht uit, zoo als wij geleerd hebben. Stellen wij nu, dat de hagelsteenen vijf honderd roeden hoog uit de lucht vallen, zoo als onge-

veer het geval zijn zal, hoedanig is dan de snelheid, beneden op de aarde gekomen zijnde? Om dit te beantwoorden, moeten wij letten op hetgene wij van een vallend ligchaam (in de Derde Zamenpraak van dit Deel) gezegd hebben: in de eerste sekonde, zonder tegenstand zijnde, leerde ik u, valt een ligchaam 15, in twee sekonden 60, in drie sekonden 135 voeten, enz. als de vierkanten der tijden. Nu maken vijf honderd roeden 6000 voeten uit; deelen wij dit getal door 15, zoo krijgen wij 400; hieruit de wortel getrokken zijnde, vinden wij twintig sekonden, die een hagelsteen op deze wijze onderweg zal zijn. Beneden gekomen, ten einde van den val (volgens even-gemelde Zamenpraak), heeft alzoo zulk een hagelsteen eene snelheid verkregen, om in denzelfden tijd, dat is in 20 sekonden, tweemaal den weg door te loopen, makende 12000 voeten; derhalve in ééne sekonde 600 voeten, de gewone snelheid van een' kanonskogel.

Heintje. Wie zou dat hebben kunnen denken? Hoe schoon is het toch, dat deze wetenschap ons de Natuurwetten leert berekenen!

Mr. Ja wel schoon; en wanneer gij eenmaal zoo verre gevorderd zijt, dat gij de Wiskunde op deze wetenschap zult kunnen toepassen, dan zult gij eerst regt hare waarde leeren kennen, en den mensch in al zijne grootheid, door het verheffen van zijne geestvermogens, den rang der Engelen zien naderen; doch laat ons alwederom voortgaan.

Zonder lucht kan geen schepsel leven, geen licht of vuur branden. Zie hier een vogeltje: dat zal ik onder een klokje of molglas stellen, zoodanig, dat ik door water de buitenlucht geheel

afsluit. Als dit diertje de lucht, die er in is, heeft uit- en ingeademd, en geen' toevoer van versche lucht (zoo als hier het geval is) meer verkrijgen kan, sterft het. Op dezelfde wijze zal ook dit kaarsje, onder zulk een glas geplaatst, uitgaan; en indien ik eene luchtpomp had, en dan het vogeltje of het kaarsje onder de klok van dat werktuig plaatste, en uit dezelve de lucht pompte, zoo als ik verklaard heb, dan zou de vogel terstond sterven, en het kaarsje uitgaan.

Zoo zouden wij strikken, wanneer wij in een vertrek bleven zitten, dat rondom geheel digt-gesloten was. Doch om u dit beter te verklaren, moet ik u den waren aard der lucht van onzen dampkring doen kennen, waartoe het echter noodig zal zijn, de gelegenheid tot eene volgende bijeenkomst af te wachten. — Vaart nu wel, en vergeet niet over het door ons verhandelde na te denken.

L E E R I N G E N.

Behalve hetgene reeds verklaard is, kan men hier nog het volgende bijvoegen, als:

Door de uitzetting der lucht, ziet men een' kopje, waarin warm vocht geweest is, als hetzelve omgekeerd op het schotelkje staat, aan hetzelve vastkleven.

Vanhier het middel, om een' ring uit een schaalje met water te nemen, zonder de vingers nat te maken. Men hebbe, om dit te doen, een bier- of molglas, waarin men de lucht door een brandend papier verdund heeft,

heeft, en dat men dan terstond omgekeerd op het water in de schaal plaatst, zoodanig, dat de ring er buiten blijft; alsdan zal de lucht het water in het glas oppersen, en de ring naast het glas droog blijven liggen. Zoo kan men ook een bord door zulk een glas opligten.

Wijders ziet men daardoor:

Hoe en op welk eene wijze men eene fontein kan hebben, welke door de warmte der zon begint te springen.

Waarom de togt in eene kamer vermeerderd, naar mate dezelve warmer wordt.

Hoedanig de werking der kagchels en schoorsteenen verstaan moet worden.

Hoedanig de spanning in het menschelijk ligchaam door de inwendige lucht veroorzaakt kan worden.

Hoedanig de werking is der windroeren door de in de kolf ineengeperste lucht.

Uit hetgene van het geluid gezegd is, blijkt:

Waarom eene gescheurde klok geen' eigenlijk gezegden klank geeft, en eene klok, die des winters met sneeuw bedekt is, niet helder, maar dof klinkt.

Waarom men den hamer, die de klok van een uurwerk slaat, wederom terstond na den slag doet opligten.

Waarom men het geluid, als van eene kerkklok, die geluid wordt, hoort, wanneer men een' dubbelen band aan een' zilveren lepel bindt, en terwijl men den lepel tegen den rand van eene tafel doet slaan, de einden der banden binnen in ieder oor vasthoudt.

Waarom men, met het oor op den grond liggende, vooral als dezelve hard of steenachtig is, op eenen verren afstand, het aannaderen van voorwerpen kan hooren, als er op eene andere wijze nog niets van te bemerken is, — zoo als, b. v., een soldaat, op eenen voorpost geplaatst, dit doende, de aannadering des vijands kan ontdekken.

Waarom de muzikinstrumenten dof klinken in kamers met wollige behangsels, of in kerken zeer vol met menschen.

Waarom men de stem duidelijker in de straten eener stad, dan in het opene veld hoort, en de wind in de schoorsteenen zoo sterk kan loeijen.

Waarom een kanon of klein geweer in berg- of heuvelachtige streken een herhaald voortgaand geluid geeft, naar het rollen des donders gelijkende.

Hoedanig men, door het weërkaatsend geluid, het zoogenaamde *onzichtbare meisje*, verklaart.

Door den tegenstand der lucht is het:

Dat de vogels, wier ligchaamsgedaante of maaksel hen juist tot het vliegen geschikt maakt, het vermogen van vliegen kunnen oefenen.

Waarom de schipper zijne zeilen uitbreidt, om sneller voort te gaan, en de luchtreiziger zijne *parachute*, om zachtens te dalen.

Waarom het mogelijk is, dat iemand beschadigd kan worden door het voorbijsnellen van eenen kogel, zonder dat dezelve hem raakt.

Z E S

Z E S T I E N D E Z A M E N S P R A A K .

Over de verschillende soorten van lucht.

Heintje. Waarde *Meester!* wij zijn reeds hier, om met opmerkzaamheid van u den aard der lucht te leeren kennen. Gij wilt ons toch dit genoeg heden wel bezorgen?

Mr. Zeer gaarne; ik heb het u immers beloofd! Let dan wel op. De lucht van den dampkring, waarin wij leven, gemeenlijk dampkringslucht genoemd, bestaat niet uit eene zelfde soort, en is niet alleen een mengsel van alle dampen en uitwasemingen, die van de aarde oprijzen; maar ook, buiten dat, zijn de luchtstoffen zelve onderscheiden. Hoofdzakelijk bestaat de dampkringslucht uit twee soorten, als: uit $\frac{2}{3}$ *sikkelucht*, en ten naasten bij $\frac{1}{3}$ *zuivere lucht*; behalve dat, vindt men nog in dezelve een weinig *brandbare* en *vaste lucht*. De lucht des dampkrings is alzoo eene gemengde stof, even als men gemengde vochten heeft, bij voorbeeld: water en melk, enz.

De *sikkelucht* is eene lucht, welke ongeschikt is ter ademhaling, en dus voor het dierlijk leven, dat door de ademhaling, gelijk ik u reeds te voren aantoonde, moet voortduren, doodelijk; zij blijft over, wanneer men van de dampkringslucht de zuivere lucht wegneemt. Zie hier hoe men zulks doet: daar de zuivere lucht alleen het vuur onderhoudt en branden doet, zoo wordt zij ook door hetzelfde, gelijk wij nader zien zullen, verteerd: stelt dus onder een molglas, dat van onderen in een schoteltje met water staat, op eenig steunsel, ter halver weg van dat glas, een ge-

K 3

glom-

glommen kooltje, zoo zal dit kooltje al de zuivere lucht wegnemen en alleen de stikstof overlaten, hetwelk, door het oprijzen van het water in het glas, wordt aangetoond. Men kan dezelve voortbrengen, door het vleesch van eenig dier aan kleine stukjes te snijden, en daarop, in een glazen kolfje, te doen salpeterzuur of zoogenaamd sterkwater, hetzelfde zettende in een' pot met zand, die van onderen door vuur wordt heet gemaakt (*zandbad* genaamd), en aldus door middel van eene luchttobbe de stikstof in glazen opvangende.

Heintje. Wat is dat, eene *luchttobbe*?

Mr. Dat is een zeer eenvoudig ding, zoo als op Plaat VI*, *Fig. 1*, is afgebeeld. Men neme eene gewone waschtobbe, vulle dezelve met schoon regenwater, tot twee of drie duim onder den rand, make aan de eene zijde, een' duim onder water, een plankje vast, als bij A, waarin eenige ronde gaten zijn, om er gebogene glazen of koperen pijpen, aan flesschen gehecht, als bij B, door te brengen, neme alsdan lange mol- of bierglazen, die men onder water geheel met water vult, en aldus omgekeerd, met het opene einde naar beneden, op zulk een rond gat, onder water stelt, wanneer het water er niet uitloopt, en men er, door voornoemde pijpen, die men vastmaakt aan de flesschen, waarin de lucht wordt gemaakt, en, door zulk een gat, in het omgekeerd vol water staande molglas te steken, de lucht kan inbrengen; want de door de pijp komende lucht klimt in het water van het molglas op, dewijl zij veel ligter dan het water is; hierdoor valt het water naar beneden, en eindelijk wordt het geheele molglas ledig van water, doch daarentegen vol van die soort van lucht, welke men er ingebracht heeft, waarmede dan proeven kunnen gedaan worden.

De

De *zuivere lucht*, ook wel *levenslucht* genaamd, is die lucht, welke dienstig is tot onderhoud van het dierlijk leven, tot het branden van vuur, enz. Zij maakt omtrent $\frac{1}{4}$ gedeelte van de geheele dampkringslucht uit, en bestaat, volgens de leer der Fransche Scheikundigen, eigenlijk uit die stof, welke alle lichamen, waarmede zij zich verbindt, zuur maakt, zonder ondertuschen op zich zelve zuur te zijn, weshalve zij aanwezig is in al de zuren, en met de metalen zich verbindende, dezelve doet roesten; zoodat roest van metaal bestaat uit metaal en zuurstof, gelijk men weet, dat alle zuur, op metaal gedaan, roest verwekt. Om al deze redenen noemen de Fransche Scheikundigen deze lucht *gaz oxygène*, dat is zuurstoffelijke lucht. — Ten bewijze, dat deze lucht noodig en geschikt ter ademhaling en branding is, dient, dat een dier in dezelve, onder eene beslotene stolp, gezet, veel langer leven kan dan in de gemeene lucht; een houtje, slechts even aangeglossen, ontvlamt oogenblikkelijk, zoodra het in deze lucht komt. Dezelve wordt, onder anderen, ontwikkeld uit het salpeter en nog beter uit den bruinsteen in eenen ijzeren hollen kogel, waarin eene ijzeren pijp geschroefd kan worden, in een zwaar vuur gegloeid, en door buizen onder de glazen der luchttobbe opgevangen.

Daar de metaalroesten, gemeenlijk metaalkalken genoemd, uit het metaal en zuurstof bestaan, zoo volgt, dat men deze zuurstof weder tot zuurstoffelijke- of levenslucht maakt, als men dezelve door sterke warmte uitdrijft; vandaar verkrijgt men de levenslucht ook uit de lood- en kwikkalken, bekend onder de namen van *menie* en *roode precipitaat*, wanneer men die op een sterk vuur stelt.

Brandbare lucht is eene luchtstof, welke voor

K 4

het

het dierlijk leven doodelijk is; dat is te zeggen, doodelijk, wanneer een dier zich in dezelve, zonder bijkomst van andere lucht, bevindt; zij ontbrandt in lichtelaaige vlam, zoodra men dezelve met eenen vlammenden zwavelstok of anderzins aansteekt, en zij in aanraking is met de dampkringslucht, gevende alsdan een' geweldigen slag: ziethier eene proef met dezelve.

Jantje. Wel, *Meester!* dat is verbazend: een schot als van eene pistool en eene vlam! — Is dat alleen maar lucht?

Mr. Alleen maar lucht? Wel ja, mijn vriend! weet gij niet, uit hetgene ik u van de uitzetting der lucht gezegd heb, dat dezelve een verbazend vermogen heeft? Al de kracht, die het buskruid zoo schrikbarend aanrigt, is alleen de uitzetting eener losgebarstene lucht, uit het buskruid ontwikkeld. Maar treden wij ter zake: deze *brandbare lucht*, met zwaveldeelen verbonden, en daarom *gezwavelde brandbare lucht* genoemd, is het, welke gedurig uit de grachten en burgwallen der stad *Amsterdam* en uit moerassige plaatsen oprijst, en die onaangename gewaarwording aan den reuk geeft, welke men, in gezegde stad, den stank der burgwallen noemt. Wanneer men des winters in het ijs der grachten van zulke waters die witte luchtbellens ziet, en eene brandende kaars er boven houdt, als men ze doorslaat, zoo ziet men de lucht in brand vliegen; ook kan men dezelve opzamelen door den grond te roeren, en door middel van een' daarboven gehouden' grooten trechter, die in den hals van eene met water gevulde flesch uitkomt, op te vangen en alsdan de branding toonen.

Heintje. Daar gij gezegd hebt, *Meester!* dat die lucht doodelijk voor het dierlijk leven is,

is, moet het wel gevaarlijk en ongezond in die plaatsen zijn?

Mr. Zeker voor sommige ligchaamsgestellen schadelijk, doch niet zoo gevaarlijk; want, vooreerst, is die lucht niet doodelijk, wanneer zij met de dampkringslucht vermengd is, en, ten andere, is zij veel ligter dan de dampkringslucht, somtijds dertienmaal ligter; en hierdoor wordt veroorzaakt, dat zij, uit moerassen oprijzende, dadelijk, als de lichtste zijnde, naar boven klimt, zoo als wij den rooden wijn in water hebben zien opklimmen; want het lichtste moet altijd in de vloeistoffen voor het zwaarste wijken; zoodat zij dus beneden weinig schade doen kan. Het is uit hoofde van de ligtheid dezer lucht, dat men met dezelve de luchtballons vult, en deze, dus ligter dan de lucht geworden zijnde, van zelve moeten oprijzen, dat is te zeggen, zoodanig ligter, dat een luchtbol, bij voorbeeld van drie voet middellijs, gevuld met deze ontvlambare lucht, te zamen met de stof, waarvan zij gemaakt is, en deze lucht bij elkander, minder weegt dan een klomp dampkringslucht, even zoo groot als die bol.

Jantje. Wel, *Meester!* dan rijzen de luchtballons alleen naar boven, omdat zij ligter dan de lucht zijn, zoo als de roode wijn in het water oprijst, doordien het zwaarste het lichtste naar boven drukt, zoo als natuurlijk is. Maar hoe worden die ballons toch met de lucht gevuld; en van waar krijgt men die lucht?

Mr. Men doet in een of meer vaten of potten ijzervijlsel, of *zink* en water met vitriool- of zwavelzuur; deze werken op elkander en trekken elkander aan, zoodanig, dat dat gedeelte wordt uitgedreven, hetwelk de brandbare lucht is; deze laat men door pijpen loopen in den luchtbol, die alvorens,

als eene onopgeblazene blaas, plat in elkander ligt; door deze lucht wordt dezelve opgeblazen, even als men eene blaas opblaast, en vol zijnde, wordt hij wel toegebonden, en zietdaar den luchtbol gevuld.

Deze ontvlambare lucht is niet alleen, enkel en op zich zelve genomen, doodelijk voor het dierlijk leven, maar bluscht ook de vlam uit, wanneer zij niet in aanraking met de dampkringslucht is; men neme slechts een molglas met deze lucht, keere hetzelfde het onderste boven, en steke eene brandende kaars er in: dan brandt de lucht wel aan den mond van het glas, alwaar zij de dampkringslucht raakt; doch de kaars wordt er in uitgedoofd en brandt ook niet binnen het glas. De reden daarvan is, dat zij eene verbazende neiging heeft, om de zuivere lucht aan te trekken, welke, zoo als ik u zoo even gezegd heb, het $\frac{1}{4}$ deel van de dampkringslucht uitmaakt, terwijl de verbinding van deze beide luchten het vuur en de vlam uitmaakt, zoo als wij nader zien zullen. Deze verbinding gebeurt oogenblikkelijk, gelijk wij deze straks zagen, wanneer de warmte, die altijd de verbindingen moet bevorderen, slechts genoegzaam is; mengt men nu deze ontvlambare en zuivere lucht boven de luchtobbe te zamen in eene blaas met eene kraan en pijpje; blaast men daarmede zeepsop in bellen op in eene aarden kom, en steekt men deze bellen met een' zwavelstok aan (dat is, geeft men er dien trap van hitte, door het bijbrengen van eenen brandenden zwavelstok of kaars, aan, dat zij elkander aantrekken), dan geschiedt er een slag, gelijk aan een kanonschot, en de luchten vereenigen zich tot eene druipende vloeistof, namelijk tot water, zoodat het water bestaat uit *zuivere lucht* en *brandbare lucht*. Vandaar noemen de Fransche Scheikundigen de stof, welke eigenlijk de brand-

brandbare lucht uitmaakt, waterstof (*hydrogène*), en dus de lucht zelve *waterstof-lucht* of *gaz hydrogène*. De onsterfelijke LAVOISIER, beroemd Scheikundige in *Frankrijk*, wiens doordringende geest aan de geheele Scheikunde eene nieuwe gedaante gaf, was de eerste, die volledig aantoonde, dat het water geen *element* of *hoofdstof* was, maar wel degelijk uit zuurstof en waterstof, te zamen verbonden, bestond. Hij nam eenen ijzeren snaphaanloop, aan het eene einde vastgemaakt aan een kolfje met water, dat in een zandbad zachtens kookte, en aan het andere einde eene koperen of glazen pijp, welke onder een glas van de luchtobbe uitkwam, alles wel luchtdigt toegesmeerd, en legde het midden van den ijzeren loop in een groot komfoor met een sterk vuur, zoodat dezelve geheel gloeiend werd. Wat gebeurde er toen? De damp van het water, dat het water zelf is, werd door de geweldige hitte van den gloeienden loopals verbrand, en daardoor vaneen gescheiden; de zuurstof, veel verwantschap met het ijzer hebbende, verbond zich daarmede, en liet dus de waterstof alleen over, welke hij, in de gedaante van lucht, onder de glazen van de tobbe opving, en aldus werden de glazen vol waterstoffelijke of ontvlambare lucht; waarna, alles wel afgemeten zijnde, hij bevond het water te bestaan, bij voorbeeld 100 deelen, uit 85 deelen zuurstof en 15 deelen waterstof.

De slag, dien gij straks hoordet, is slechts eene plotselinge, en de branding eene gedurige vereeniging van zuivere met ontvlambare lucht; want zonder zuivere lucht geschiedt de branding niet. Ook zeide ik daar straks, dat de verschrikkelijke werking van het buskruid alleen losgebarstene lucht was: ik zal zien, of ik u dit eenig-

eenigzins duidelijk kan maken, en, zonder in bijzonderheden te treden, u daarvan een duidelijk denkbeeld kan geven. Het buskruid bestaat uit salpeter, zwavel en houtskool, wel ondereen gemengd en fijn verdeeld. Het salpeter bevat in zich, zoo als ik u gezegd heb, de zuurstof of grondstof der zuivere lucht; daar nu ieder zout, en vooral ook het salpeter, rondom zich, als ware het, aangevrosen water bevat, gemeenlijk kristalwater genoemd, zoo bezit het salpeter in zich de grondstof tot de zuivere lucht, en, door het kristalwater, ook de grondstof tot de ontvlambare lucht; terwijl de zwavel ook veel *hydrogène* of grondstof der ontvlambare lucht in zich heeft. Om nu deze grondstoffen, overal in eenen verdikten en bijeengepakt staat in het buskruid verspreid, tot lucht te doen overgaan, is er niet meer noodig, dan dat, door de aansteking van de zwavel en de houtskool, de salpeter- en zwaveldeeltjes verbrand of ontbonden worden: zoodra dat geschiedt, vooral in beslotene vaten, dan verandert het salpeter en de zwavel, van eenen vasten en bijeengepakt staat, in eene luchtvormige vloeistof, welke luchtvormige vloeistoffen zich weder onderling verbinden tot onderscheidene luchtsoorten, als: koolstofzure lucht, koolstoffige waterstofgas, stikstof en meer andere; terwijl de verbindingen van waterstofgas en zuivere lucht en het kristalwater van het salpeter waterdamp veroorzaken moeten, die, met de houtskool vereenigd, dien zwarten damp of rook voortbrengt, welke de uitbarsting van buskruid altijd vergezelt. Deze lichten zetten zich allerverschrikkelijkst uit; makende dus eerst eene verbazende uitzetting, door alles rondom zich weg te stooten, terwijl deze plotselinge wegstooting, oogenblikkelijk daarna, een ijdel ver-

oorzaakt, naar hetwelk de rondom weggestootene lucht weder met geweld toe valt; zoodat de uitbarsting van het buskruid twee uitwerkselen, beide even vernielend, voortbrengt, als: eerst eenen wegstootenden, en dan eenen terugkomenden slag, die meerendeels gelijk is aan dien, welke geboren wordt, als men zeepsop opblaast met een mengsel van zuivere en ontvlambare lucht, gelijk ik u zoo even opgaf. Men ziet dikmaals, bij uitbarstingen, deze beide uitwerkselen, als vensters en muren ingeslagen en ook uitgeslagen. Wanneer dit uitwerksel van het buskruid krachtig zijn zal, zoo moet hetzelfde in vaten bijeengepakt of in kanonnen of geweren ineengestampt zijn; want hoe meer het buskruid bijeengepakt en in het geweer vastgestampt is, hoe meer oogenblikkelijk de ontsteking is, en daardoor de uitbarsting meer eensklaps en geweldiger, als werkende dan elke kruidkorrel in een oogenblik, daar het anders eenig tijdsverloop, hoe gering ook, geven moet en daardoor kracht verliezen; hetwelk men duidelijk ziet, als men een los op elkander liggend hoopje kruid aansteekt, of dat men dezelfde hoeveelheid in een geweer stampt, en dan de kracht van de laatste met het eerste vergelijkt. De stoot van het geweer wordt door de invallende lucht veroorzaakt.

De neiging van deze lichten tot elkander heeft ook plaats in onze ademhaling; doch herinnert u hierbij vooraf, wat ik daarvan (in de Veertiende Zamenpraak van het Eerste Deel) reeds gezegd heb. Wat gebeurt er, wanneer de lucht in de longen werkt tot zuivering van het bloed? alleen dit, dat het door het ligchaam rondgeloopene bloed bezet is met de waterstof (*hydrogène*), of de grondstof der ontvlambare lucht en de koolstof

(*carbone*); deze worden beide door de zuivere lucht aangetrokken, en uit het bloed weggenomen, welke verbinding van zuivere lucht en waterstof in de longen, bij iedere ademhaling, water maakt, zoo als wij die ook in damp uitademen; dus is onze uitademing met waterdamp bezet, welke, in de longen, door de verbinding van zuivere lucht en waterstof, gemaakt is, terwijl de koolstof en zuivere lucht koolstofzure of vaste lucht maken, die wij insgelijks uitademen. Hierdoor wordt het bloed gezuiverd van hetgene voor hetzelfde schadelijk was, en verandert van purperrood weder in vermiljoenrood. Doch daar, door de verbinding, gelijk wij weder op zijnen tijd zien zullen, van *hydrogène* en *oxygène* warmte geboren wordt, zoo wordt ook, bij iedere ademhaling, als eene verbinding van de zuivere lucht (*oxygène*), die zich onder de ingeademde dampkringslucht bevindt, met de *hydrogène*, of het beginsel der ontvlambare lucht en de koolstof (*carbone*) (in het door het ligchaam rondgeloopene bloed te overtollig aanwezig), aan het dierlijk ligchaam warmte medegedeeld, en aldus de dierlijke warmte onderhouden, en daardoor aan het bloed nieuwe veërkracht en vloeibaarheid bijgezet. Vanhier is het, dat de uitgeademde lucht het grootste gedeelte van hare zuivere lucht in de longen, door voornoemde verbinding, verloren hebbende, ongeschikt wordt ter verdere ademhaling; en vandaar ook, dat, wanneer een gezelschap in een besloten vertrek zit, zonder toevoer van versche lucht, hetzelfde niet langer kan leven, wanneer de zuivere lucht door de longen is opgenomen; zoo als gij, in onze vorige Zamenpraak, aan het vogeltje onder het molglas zaagt; en daar de zuivere lucht alleen in staat is, het overtollige *hydrogène* en *carbone* uit het bloed weg te nemen,

men, en daardoor de dierlijke warmte te onderhouden, is zij alleen ook maar tot de ademhaling geschikt; en dus kan buiten dezelve geen schepsel leven.

Heintje. *Meester!* Dat begrijp ik; maar waarom (met eerbied gezegd) is er dan door den goeden Schepper der Natuur niet maar *alleen zuivere lucht* in den dampkring des aardbols daargesteld? *Waartoe* die *stiklucht*, die er zelfs meer dan zuivere lucht is?

Mr. Om zeer wijze redenen. De alwijze Maker mengde de zuivere lucht onder de stiklucht, om haar daardoor te matigen; dewijl zij op zich zelve de dierlijke warmte zoodanig zoude vermeerderen, dat het dierlijk zamenstel, als door eene te overmatige hitte verbrand, spoedig gesloopt zoude worden.

Maar nog eene andere aanmerking moet ieder oplettend beschouwer hier maken: te weten, hoe het komt, dat de zuivere lucht onzes dampkrings nog aanwezig is; want hoe groot hare hoeveelheid ook zijn moge, is het nogtans zeker, dat zij, sedert de schepping der wereld, meer dan eens door de longen van menschen en vee geëeten zijn, en dus, volgens het hiervoor verklaarde, zich met het bloed vermengd zal hebben. — Dan, — groot, aanbiddelijk groot, is de vaderlijke en wijze voorzorg van den altijd goeden Vader aller menschen! — al de werkingen der Natuur, die op eene schijnbare verwoesting of vernietiging uitloopen, hebben wederom hare tegenwerkingen, die haar bepalen en het schadelijke herstellen; zoo is het ook hier: — al de boomen en plantgewassen geven bij het dag- en zonnelicht juist de zuivere lucht uit, welke door de ademhaling, van tijd tot tijd, wordt weggenomen, door de verbin-

binding met andere stoffen, en herstellen alzo weder, wat het andere bedierf. Om u hiervan te overreden, neem ik een glaasje, waarin eene kaars, uit gebrek van zuivere lucht, is uitgegaan, plaats daarin een of ander plantje of takje van een' boom, en stel hetzelfde, met de bladen er aan, aldus in het zonnelicht; en nu zullen wij morgen zien, dat deze bedorvene lucht hersteld is, en er weder een kaarsje in kan branden. Om dezelfde proef te hebben, stelt men ook takjes met bladen in eenige molglazen, die, omgekeerd, vol water, op theeschoteltes met water staan; men plaatst dezelve in de zon, en het duurt niet lang, of de bladen beginnen in het water vol met luchtbellen, even als met paarlen, bezet te worden; deze klimmen naar boven, en die lucht verzamelt zich boven aan het glas, het water wegdrukkende. Vergadert men nu gemelde lucht op de luchtobbe (die men tot de proeven der luchten gebruikt) bij elkander, zoo zal het blijken, dat het zuivere lucht is, dewijl een aangeglommen houtje er aanstonds in ontvlammen zal; en mogt dit niet voldoen, en zelfs tegenspraak ontmoeten, weet dan, dat het *oxygène*, het grondbeginsel der zuivere lucht, overal, met andere stoffen verbonden, aanwezig is, als in het water en in meest alle plantaardige en dierlijke zelfstandigheden, waaruit zij dan gedurig ontwikkeld kan worden.

Jantje. Wel, *Meester!* dat is een duidelijk bewijs voor uw gezegde; wie zou zulk eene wonderde wijsheid ooit buiten de Natuurkunde kennen?

Mr. Zeker geen mensch. Doch bij den avond en des nachts geven de boomen en plantgewassen die gezegde zuivere lucht niet uit, maar eene andere, welke voor de inademing schadelijk is, en

en wel meerendeels die luchtsoort, welke ik u nog verklaren moest, namelijk de *vaste lucht*. Vandaar is het ook ongezond, zich des avonds of bij nacht onder de boomen lang op te houden.

Wat nu de *vaste lucht* aangaat, deze bestaat uit zuivere lucht met *koolstof* verbonden, welke koolstof dan door deze verbinding tot een zuur wordt, omdat al de zuivere lucht het beginsel van alle zuren is. Om deze reden noemen de Fransche Scheikundigen dezelve zeer eigenaardig *koolzure* of *koolstofzure lucht* (*gaz acide carbonique*). Deze koolstof is eene grondstof, en in vele lichamen aanwezig; het is die stof, welke ook met veel graagte door de zuivere lucht wordt aangetrokken, en wanneer zij zich met dezelve verbonden heeft, en dus koolstofzure lucht geworden is, voor de ademhaling zeer schadelijk en zelfs doodelijk is; zoo als dan ook eene brandende kaars of zwavelstok, daarin gestoken, terstond uitgaat. Zij is door de koolstof veel zwaarder dan de dampkringslucht, en maakt de sterkte en den smaak uit van de bieren, het Selzer-, Fachinger-water, enz.; wanneer zij uit het bier door warmte als anderszins gedreven wordt, noemt men hetzelfde verschaald. Zij verbindt zich zeer ligt met water, en verlaat het ook weder, wanneer men het eenigen tijd aan de lucht blootstelt. Neemt, bij voorbeeld, eene flesch bier, die lang afgetapt en wel toegekurkt geweest is, gedurende welken tijd de vaste lucht, die in het bier is, zich bijzonder met hetzelfde heeft kunnen vereenigen; ontkurkt nu deze flesch, en wat gebeurt er? De vaste lucht, gemeenschap met de buitenlucht krijgende, laat het bier gedeeltelijk los, zet het op in de gedaante van schuim, zoo als gij hier voor oogen ziet. Ondertusschen is dit gebottelde bier

het meest prikkelende op de tong, en, zoo als men het noemt, kras en lekker; maar laat men deze flesch openstaan tot den anderen dag, zoodat de vaste lucht het bier meerendeels verlaten heeft (dat bij warm weder veeleer dan bij koude gebeurt), zoo zal het flauwer smaken, en beginnen verschaald te worden; doch met een weinig potasch in de flesch te doen (waaruit, met het zuur van het bier, weder de vaste lucht ontwikkeld wordt), en dan de flesch wel toegemaakt, zal het bier wederom de vorige kracht verkrijgen: — om het gevaar van springen, bediene men zich liever van eene kan dan van eene flesch. — Voorts wordt de vaste lucht ontwikkeld bij alle gistingen, of dien staat der lichamen, waartoe zij overgaan, wanneer zij ontbinden en de verrotting naderen: men kan deze lucht maken, door zwavelzuur met krijt en water te vereenigen; doch men doe dit nooit, zonder het vooraf te hebben zien doen; want het bruist zoo sterk op, dat men gevaar zoude loopen handen en kleederen te zien verbijten.

Zoo is ook de *hydrogène*, of het grondbeginsel der ontvlambare lucht, de samenstellende stof van alle geestrijke dranken, en vandaar de ligte brandbaarheid van dezelve. Zie hier een weinig jenever; dien kan men in brand steken, en uitgebrand zijnde, is de *hydrogène* weg, en het overschot is smakeloos en waterachtig; insgelijks is de *hydrogène* het beginsel van alle brandstoffen, als van kaarsmeer, olie, hout, enz., dewelke alle hoofdzakelijk uit koolstof en *hydrogène* bestaan. Zoo verbinden en vermengen zich de grondstoffen of grondbeginselen der luchten met vele andere stoffen, en gaan meerendeels door warmte weder, uit dezelve, tot lucht in den dampkring over.

Het

Het vernietigen en geboren worden der lucht is dus niet anders dan eene gedurige verbinding harer grondstoffen met andere.

Heintje. Ik sta verbaasd, lieve *Meester!* over zoo vele wonderbare zaken; doch het onderscheid tusschen water, damp en lucht is mij nog onduidelijk.

Mr. Dat zal ik u nader ophelderen, als wij over het *vuur* spreken; dat wij doen zullen in onze volgende bijeenkomst. Gaat nu heen; denkt over het verhandelde in deze *Zamenspraak* na, en oefent u ten aanzien der volgende, daaruit te trekkene

L E E R I N G E N .

Te weten:

Waarom men, met een gezelschap in eene beslotene plaats zittende, na eenigen tijd, moeilijkheid in de ademhaling begint te bespeuren.

Waarom geglommene kolen zoo spoedig de lucht voor de ademhaling bederven.

Waarom men bier bottelt en in de kruik eene rozijn of eenige graankorrels doet, die de gisting bevorderen.

Waarom men nimmer met zeer geestrijk vocht, zoo als dat van *Hofmans-droppelen*, *Eau de Cologne*, enz., digt bij een brandend licht moet komen; vooral wanneer men zich met het laatste besproeid of gewasschen heeft.

Waarom, en hoe het mogelijk is, dat van dronkaards, die, als ware het, geheel met geestrijk vocht doortrokken zijn, de adem en andere uitdampingen in brand kunnen geraken, en zij levende verbranden.

Waarom een weinig water, op vuur of branden.

L 2

den.

dende lichamen verspreid, den brand bevordert; en waarom dus de smid zijne steenkolen nat maakt.

Waarom men bij de geduchte ramp, de stad *Leyden* overgekomen, op verscheidene plaatsen, eenige muren en glazen naar binnen, en ook andere naar buiten zag omgeslagen.

Z E V E N T I E N D E Z A M E N S P R A A K .

Over de Warmtestof.

Heintje en Jantje. Hier zijn wij reeds, *Meester!* brandende van nieuwsgierigheid, om nu iets van het *vuur* te hooren.

Mr. Van het eigenlijke der vuurstof zelve weten wij nog met geene zekerheid te spreken; alleen kennen wij de uitwerkselen, en voornamelijk die van *warmte*, en daarom zullen wij alleen van die stof, welke warm maakt, spreken, en dezelve *warmtestof* noemen. — Deze vuur- of warmtestof is zoo fijn, dat het alle verbeelding te boven gaat; want zij gaat door het dichtste metaal; zij is zoo licht, dat men geene zwaarte in haar kan ontdekken; zij is in alle lichamen aanwezig; zij vervult al de onzichtbare openingen (*poriën*), den geheelen aardbol en den geheelen dampkring, zoodat alle lichamen als in eene zee van warmtestof zich bevinden; doch in dezen staat is zij dikwerf met vaste of vloeibare lichamen, met de lichamen op en in de aarde, of met de lucht en lucht-

vormige vloeistoffen verbonden, en alsdan in eenen vasten of gebonden staat, in welken wij haar, op het gevoel, niet gewaarworden; doch meerder opgehoopt wordende dan een ligchaam (om het zoo te noemen) dragen kan, of op andere wijzen uitgestooten wordende, geraakt zij los, en wij kunnen haar als warmte gevoelen. Men kan daarom de warmtestof aanmerken, als te zijn in eenen *gebonden* en in eenen *losfen* staat. Zij wordt door de lichamen aangetrokken, door sommige meer, door sommige minder, doordien zij, even als alle andere vloeistoffen, met het eene ligchaam grooter verwantschap dan met het andere heeft, en blijft dus ook met dat ligchaam, waarmede zij de grootste verwantschap heeft, verbonden, tot zoo lang zij, of door nog grootere verwantschap met eene andere stof, of door verbinding van deze met eene andere, het eerste ligchaam verlaat, verbindende zich met andere. Ook wordt deze stof door de lichamen voortgeleid, steeds evenwigt zoekende. Als het eene ligchaam meer losse warmtestof heeft dan het andere, dan geeft hetzelve de meerdere warmte over aan hetgene minder had, totdat er evenwigt plaats heeft; en deze verspreiding der warmtestof in het minder warme ligchaam is de voortleiding, waarvan wij spraken. Naar mate het eene ligchaam meer aantrekking op de losse warmte oefent dan het andere (want deze aantrekking is toch de oorzaak der voortleiding), moet deze voortleiding zeer verschillende zijn; bij voorbeeld: de metalen geleiden het best de warmte voort en althans veel meer dan hout, houtskool en aarde; houdt slechts in de vlam van eene kaars eene houtskolen en eene ijzeren pen, en gij zult spoedig de hitte der ijzeren boven de houten gewaar-

worden. Als men de lichamen verdeelt, is de geleiding veel minder. Zoo geleidt ijzervijsel minder dan eene staaf ijzer, en zaagsel minder dan een stuk hout; gestampde houtskool en asch geleiden de warmte bijna niets; zoo ook zijn wol en haar niet geschikt ter voortleiding; water en andere dampvormige vloeistoffen geleiden volstrekt de warmte niet; al wat zij daarvan schijnen te doen, is eene verplaatsing harer deelen zelve; namelijk, van de warm geworden naar boven, terwijl de koudere van zelve zakken, om mede in aanraking met de warmtestof te komen; niet alleen wordt de warmtestof in de lichamen voortgeleid, maar zij straalt ook af en kan door spiegels teruggekaatst worden; men voelt deze afstraling duidelijk, als men heete lichamen, als kagchels, die heet gestookt zijn, nadert; en dat deze uitstrooming niet alleen warme lucht is, maar ook eene stralende of uitstroomende warmtestof zelve, blijkt daaruit, dat op eenen afstand het gevoel van deze afstraling blijft, al blaast men door blaasbalken de tusschenliggende lucht weg; opmerkelijk is het, dat zwarte en andere donkere oppervlakten der lichamen meer warmte afstralen, dan glanzige, als gepolijste metalen, enz. Wanneer nu de warmtestof in een lichaam door toevoer van buiten wordt opgehoopt, dringt zij met geweld de bovengezegde openingen (*poriën*) in, en drukt de deelen vaneen, doet daardoor alle lichamen uitzetten, en bij haar gemis weder inkrimpen. Dit zal ik u met eene proef doen zien. Ik heb hier een' koperen bal, welke door dezen koperen ring zeer gemakkelijk heenvalt; doch nu zal ik den bal op het vuur leggen, en door de warmtestof doen uitzetten, en ziet, de bal is blijkbaar in omtrek vergroot en uitgezet; want hij

kan

kan nu door den ring niet meer heen. Laat ik denzelfden er op staan, totdat de daarin opgehoopte warmtestof zich aan de lucht, enz., heeft medegedeeld, en dus den bal weder verlaat, zoo valt hij er van zelve door. Wordt deze warmtestof nog sterker aangevoerd, zoo schuift zij de kleine deeltjes geheel vaneen, en brengt datgene voort, wat wij *smelten* noemen. Zoo wordt lood op het vuur eerst sterk uitgezet, en vervolgens in eene vloeistof veranderd. Het is derhalve deze warmtestof, welke de lichamen, naar mate van hare werking, doet zijn, of: *vast of druipend vloeibaar*, of wel, die dezelve in eene *veerkrachtige of luchtvormige vloeistof* verandert. De vloeistoffen zetten zich meer uit dan vaste lichamen, en weder de eene meer dan de andere. Zoo zet zich een geestrijk vocht, als jenever, brandewijn, wijngeest, enz., veel meer uit dan water. Om u zulks te doen zien, neem ik een glazen kolfje, zoo als dit, hetzelfde tot aan dit merk, met een draadje gemaakt, vullende; dit kolfje nu zal ik op het vuur zetten, om er meer warmtestof in te brengen.

Jantje. o, *Meester!* het zal zeker aan stukken springen!

Mr. Het heeft geen' nood, Jantje! het is dun glas, en daarom dringt de warmtestof er gemakkelijk door, zoodat de deelen van het glas van binnen tegelijk met die van buiten kunnen uitzetten. Dun glas loopt geen gevaar van springen, mits men het, zoo als ik zoo even deed, zachtkens warm make. Dik glas, daarentegen, springt zeer ligt, dewijl het reeds aan de buitenzijde wordt uitgezet, als het van binnen nog niets van de warmte gevoelt, waardoor het dan vaneen barst. Ziet nu eens, hoe, onder ons praten, het water

L 4

in

n het kolfje is uitgezet geworden, en reeds ver boven het draadje gerezen. Dit duurt zoo lang, totdat het water zoo vol warmtestof is, dat het den staat van druipende vloeistof verlaat en vlugtig wordt; dat is, zoo als ik u straks nader zeggen zal, dat het van den bodem af in damp overgaat en kookt, gelijk gij reeds ziet gebeuren. — Nemen wij wijngeest, zoo gaat die uitzetting spoediger en meer merkbaar voort. Zie hier de proef, op dezelfde wijze genomen. Laat ik nu alles koud worden, zoo keert het tot den vorigen staat terug.

Hetgene ik u hier van de uitzetting door warmte, en wederinkrimping door vermindering daarvan, gezegd heb, kan ons van veel nut zijn in ons dagelijksch leven; gedurig zullen wij er de uitwerkselen van zien. Zoo verklaart het ons, bij voorbeeld, de reden, waarom wij bij koud en vriezend weder sterker en vlugger zijn, dan bij zeer warm weder: de warmte verwijdt de kanalen, waardoor het bloed en andere vochten in ons ligchaam stroomen; hierdoor worden zij slap en verliezen derzelve veërkracht, hetwelk eene loomigheid door ons geheele ligchaam te weeg brengt. De koude, daarentegen, vernaauwt ze; daardoor wordt de veërkracht vermeerderd, en de voortstuwung der vochten in dezelfde bevorderd, waardoor die vlugheid veroorzaakt wordt, welke wij bij koud, en bijzonder helder vriezend, weder gevoelen. Wij leeren hieruit ook, dat het zeer nadeelig zijn moet, eensklaps van eene groote warmte in groote koude over te gaan, en zoo ook van groote koude in sterke warmte. In het eerste geval worden de kleine openingen of vaatjes (*poriën*) van de huid, waardoor wij moeten uitwasemen, zoo plotseling togetrokken, dat zij als verstoppt of

ge-

gesloten geraken; en in het andere geval is de verwijding even zoo schielijk, dat het de veërkracht verbreekt, en daardoor de voortstuwung der uitwaseming belet, hetwelk bederf en alle andere doodelijke onheilen na zich sleept. Wacht u dus wel, om ooit uit zeer warme vertrekken in de felle koude te gaan, dan met behoorlijke voorzorg van dekking; nog veel meer, wanneer gij buitengewoon koud zijt, om digt bij een groot vuur te gaan; allengs hetzelfde te naderen, totdat gij geheel warm zijt, is het raadzaamst. — De lichamen dan zijn

Vast, wanneer de onderlinge aantrekking van derzelve eigene deelen sterk genoeg is, om de werking van de warmtestof, welke altijd eene uitzettende kracht bezit, en zich natuurlijk overal, en dus ook in derzelve *poriën* bevindt, te wederstaan.

Zij worden *vloeibaar*, zoodra de onderlinge aantrekking van derzelve eigene deelen voor de uitzettende kracht der warmtestof bezwijken moet, en de deelen, waaruit een anders zeer vast ligchaam bestaat, vaneengedrongen en gescheiden worden; zoodat men de vloeistoffen kan aanmerken als zeer kleine deeltjes der stof, welke, vaneengescheiden, als in eene zee van warmtestof zwemen, echter nog zoodanig gesteld zijn, en zich dus zoo digt bij elkander bevinden, dat hunne onderlinge aantrekking blijft voortduren. Wanneer gij dit denkbeeld voegt bij hetgene ik u te voren over de *druipende* vloeistoffen gezegd heb, zal u het denkbeeld van vloeibaarheid, vertrouwd worden. Doch laat mij het u eens met eene proef ophelderen. Hier heb ik in dit glaasje wat wit van een ei, hetwelk warmte genoeg in zich heeft om eene vloeistof te zijn; in

L 5

dit

dit fleschje is zwavelzuur, een zeer vloeibaar ligchaam. Doe ik nu hiervan een weinig bij het eiwit, zoo zullen deze twee vloeistoffen, met een pijpensteeltje wel ondergemengd, elkander zeer sterk aantrekken, en meer verwantschap met elkander hebben dan ieder derzelve met de warmtestof. Hierdoor wordt de warmtestof losgelaten, en, door het sterk zamentrekken harer deelen, ook uitgestooten: dat is, de aantrekkingskracht overwint, als door deze zamenmenging versterkt zijnde, en, het eerst zoo vloeibaar ligchaam stolt en wordt genoegzaam vast. De warmte, die uitgestooten wordt, heeft zich gedeeltelijk geplaatst in het glas, waar zij zeer voelbaar is, want het glas is vrij warm.

Jantje. Wel, dat denk ik, dat het warm is, men zou er zich haast aan kunnen branden. Het is evenwel toch aardig, dat dit vitrioolzuur al die warmtestof zoo geheel heeft weggejaagd en naar buiten gedreven?

Mr. Gij hebt mij, hoop ik, wel begrepen, Jantje! zoodra het zwavelzuur onder het eiwit kwam, en door mij wel ondergeroerd werd, begon de aantrekkingskracht te werken; de deeltjes van het zwavelzuur trokken tot zich de deeltjes van het eiwit, en dat in zoodanig eene mate, dat de warmtestof, die te voren in ieder zoo sterk tusschenbeide was, dat het vloeibaar bleef, nu voor die aantrekking moest wijken, waardoor deze twee vloeistoffen, Scheikundig verbonden, een vast ligchaam werden, en de warmtestof genoodzaakt was, gedeeltelijk tusschenbeide weg te gaan en deze stoffen te verlaten; ik zeg gedeeltelijk, dewijl er altijd in de lichamen warmtestof overblijft.

Gaat

Gaat nu de warmtestof verder voort, zoodanig, dat zij de aantrekking der druipende vloeistofdeeltjes nog meer vermindert, en de deeltjes derwijze vaneendrijft en als belletjes opblaast, dat zij, voor indrukking en uitzetting vatbaar, *veërkrachtig* worden, zoo wordt er damp, uitwaseming, en dus luchtvormige vloeistof, geboren; dit is het geval van den damp van kokend water. Door deze uitzetting spreekt het van zelf, dat de damp eene veel grootere plaats beslaat dan te voren in den staat van water, en daardoor zelfs ligter dan de lucht wordt en in dezelve oprijst; doch gij begrijpt nu ligt, dat, wanneer deze dampen bekoelen, zij weder zamentrekken en tot water wederkeeren. De luchten, of verschillende luchtsoorten, waarvan wij gehandeld hebben, verschillen hierin met de dampen of luchtvormige vloeistoffen, dat zij nimmer zoodanig bekoeld kunnen worden, en daardoor genoegzame warmtestof verliezen, om in eene druipende vloeistof, of vast ligchaam, te veranderen, dat is, tot hare grondstof weder te keeren; want de warmtestof heeft eene grootere verwantschap met haar, dan met eenig ander ligchaam.

Heintje. *Meester!* wat meent gij eigenlijk hier met *grondstof*, of *grondbeginfel van de luchten*? Ik heb u dat al meermalen hooren zeggen.

Mr. Daarmede meen ik de stof, waaruit eigenlijk de lucht bestaat, of liever die stoffen, welke door de warmtestof zoodanig verdeeld en uitgezet zijn, dat zij in den *veërkrachtigen* staat van lucht aanwezig zijn; bij voorbeeld, de *veërkrachtige* waterdamp bestaat uit water en warmtestof; zoo bestaat de zuivere of zuurstoffelijke
lucht

lucht (*gaz oxygène*) uit zuurstof, dat is die stof, welke gemeenlijk het zuur veroorzaakt, dat in de Natuur aanwezig is, en warmtestof, die haar tot lucht maakt; en de ontvlambare lucht uit waterstof en warmtestof, die haar ook lucht doet zijn. Deze zuurstof is dan de grondstof der zuivere, en de waterstof die der ontvlambare lucht.

Heintje. *Meester!* hierbij vallen mij nog twee vragen in, welke ik verzoek, dat gij de goedheid hebt mij op te lossen, aler wij verder gaan; zij zijn:

1. Hoe het komt, dat de warmte- of vuurstof niet alle lichamen doet smelten, daar zulks toch geschieden moest, volgens uwe verklaring: bij voorbeeld, hout wordt geene vloeistof?

2. Daar gij ons geleerd hebt, dat water eigenlijk bestaat uit zuivere en ontvlambare lucht, of dan niet de waterdamp met een' zwavelstok moest kunnen worden in brand gestoken; even als ontvlambare en zuivere lucht door u laatst gedaan werd, dat zoo een' slag gaf?

Mr. Wat aangaat uwe eerste vraag, daaromtrent moet gelet worden: 1. dat het vuur, of wel de warmtestof, zoo als ik gezegd heb, de deelen der lichamen vaneenscheidt; doch dan alleen vloeistof maakt, als de deeltjes onderling genoegzame aantrekking op elkander behouden, en ook de warmtestof zelve aantrekken; 2. dat hare deeltjes eene gedaante hebben, geschikt om vloeibaar te zijn, en dus als in een geheel bijeen blijven; doch bij het hout wordt al het waterachtige in rook en damp uitgedreven, en het overige blijft over in *kool*, en eindelijk in *asch*, welker deeltjes los vaneen zijn, omdat *asch* ge-

ne verwantschap met de warmtestof heeft, en daarom geene vloeistof kan uitmaken; waarom ook het poeder en het meel geene vloeistoffen zijn, door de ongeschiktheid van derzelve deelen namelijk, en de mindere betrekking met de warmtestof zelve.

Dat het u voorkomt, ten andere, dat de waterdamp brandbaar zou moeten zijn, laat zich wel begrijpen; doch wanneer ik u gezegd zal hebben, wat eigenlijk *branden* is, zult gij duidelijk het tegendeel verstaan, herinnert u nu eerst, wat ik u in de vorige Zamenpraak van de ademhaling en waterwording gezegd heb, te weten, dat de grondstof der zuivere lucht en die der ontvlambare eene verbazende aantrekking op elkander oefenen. Nu is de grondstof der ontvlambare lucht, de waterstof namelijk, eigenlijk datgene, hetwelk onze brandstoffen uitmaakt. Kaarsvet, olie, enz. bestaan uit waterstof en koolstof, welke beide, gelijk gij gehoord hebt, eene bijzondere geneigdheid hebben om de zuivere lucht aan te trekken. Verbeeldt u nu eene kaars, die men wil aansteken; wat gebeurt er dan? Het smeer, of wel de waterstof van het smeer, in de pit opgetrokken en verdeeld, kan zich, koud zijnde, niet met de om zich heen zijnde zuivere lucht des dampkrings vereenigen, maar vereischt warmte, die de verbinding bevordert: nu neemt men, bij voorbeeld, een' zwavelstok, en brengt dien aan de koude pit, tot zoo lang, dat dezelve die warmte verkrijgt, welke noodig is om het vet te doen smelten, en in de pit, als door zoo vele haarbuisjes, op te trekken, en hetzelfde daar tot koken te brengen, hetgene men ziet in de belletjes aan de pit; en alzoo wordt dit kokende smeer in damp veranderd, en daardoor geschikt,

om

om zich te kunnen verbinden. Op dat oogenblik trekt de waterstof van den smeerdamp, die uit het kokende vet is voortgekomen, de zuivere lucht tot zich, en vereenigt zich daar aanhoudend mede, voor zooverre de buitenste oppervlakten van den oprijzenden smeerdamp de zuivere lucht aanraken, en zietdaar de kaars in brand.

De vlam is niet anders dan een gedurig oprijzende smeerdamp, die, blootgesteld aan eene digtere warmte, door deszelfs verbinding met de zuivere lucht aan hare oppervlakte, wordt ontbonden in waterstofgas ontvlambare lucht, en koolstof, welke laatste zich ook wel gedeeltelijk met de zuivere lucht verbindt, doch, hoofdzakelijk, met het binnengedeelte van den smeerdamp, die zelden geheel in brand geraakt, vereenigd, den damp der lampen en kaarsen uitmaakt; terwijl de hierdoor losgelatene warmtestof de smeerdampkolom aan alle zijden doet gloeijen, dat wij branden noemen. Dat het binnenste van den smeerdamp niet brandt, ziet men klaar in de vlam van eene brandende kaars of lamp. In de zoogenaamde *Engelsche* of *Arandsche* lamp verbrandt de smeerdamp geheel. Immers door deze verbinding van de grondstof der zuivere lucht met de waterstof en koolstof van den smeerdamp, wordt noodwendig de warmtestof losgemaakt, waardoor men dezelve, in de gedaante van eene vlam, van de plaats der verbinding, dat is, waar de zuivere lucht aan de oppervlakten raakt, ziet opgaan. Dat deze lamp een zeer aanzienlijk licht geeft, wordt veroorzaakt door de openingen onder aan dezelve, welke eenen gedurigen luchtstroom aanvoeren, niet alleen om de ronde vlam heen, maar ook binnen door, en dus de geheele vlamkolom, van binnen en van buiten, met

met de lucht in aanraking brengt; dit blijkt klaar, als men de openingen van onderen met de volle hand sluit, want dan begint de pit oogenblikkelijk flauw te branden en sterk te walmen; zoodat *branden* eene gedurige vereeniging der zuivere lucht met de waterstof en koolstof is, en de vlam eene branding van deze luchten zelve; waarom dan ook alle vlam, brandende gas en het voortkomend licht, gaslicht is. Hieruit volgt, dat alle vuren en brandingen, even als de ademhaling, de zuivere lucht verteren, en dus, dat, zonder toevoer van dezelve, geen vuur kan blijven branden. Laat mij nog eens eene reeds gedaane proef herhalen. Ziet dit molglas; dit stel ik weder het onderste boven in een schotelje met water, en plaats daaronder een klein kaarsje, op een kurkje drijvende. — Let nu eens op. — Daar is het kaarsje reeds uit: er was geene genoegzame zuivere lucht meer voorhanden, om de verbinding vlamme te doen zijn. Maar wanneer mijn gezegde nu waar is, dat, namelijk, de zuivere lucht geheel verteerd wordt, en verandert in eene vermenging met de pit en de waterstofgas, wat moet er dan gebeuren? Dan zal er lucht onder dit glaasje weg, of verteerd moeten zijn, door de vernietiging van de zuivere lucht, ten minste voor een gedeelte uit de dampkringslucht, die onder het glaasje was, en de stiklucht zal zijn overgebleven. Dit gemis van lucht moet noodwendig een ledig gemaakt hebben, en dus moet de buitenlucht, dit willende aanvullen, het water uit het schotelje onder het glaasje drijven. Zie hier hoe duidelijk zulks gebeurt, want het water is onder het glas gerezen, even als, in de

de vorige Zamenspraak, met het geglommen kooltje gebeurde. Derhalve ziet gij nu uit deze verklaring, dat waterdamp niet branden kan, dewijl de zuivere lucht en waterstof daarin reeds als vereenigd zijn; en wanneer iets branden zal, moet die vereeniging nog niet geschied zijn, of door sterke warmte weder vaneengescheiden worden.

Heintje. Dat begrijp ik, *Meester!* maar hoe komt het, dat wij in onze longen, bij de ademing, die ook eene verbinding van zuivere lucht en waterstof is, geene vlam zien, en er dus geene branding geschiedt?

Mr. Uwe aanmerking is juist; want bij onze ademhaling geschiedt hetzelfde, als bij de verbranding gebeurt; maar de alwijze Schepper, die overal zoo vaderlijk gezorgd heeft, was ook hieromtrent waakzaam. De zuivere lucht raakt het bloed en de longen niet onmiddellijk aan, maar oefent hare werking alleen op de buisjes, waarin het bloed stroomt. De aanraking is dus niet terstond, maar langzaam werkende, en werverre, dat de zuivere lucht zoo veel warmtestof zou verliezen, als er toe behoort om verbranding en daardoor eene vlam te maken, verliest zij alleen zoo veel, als tot onderhoud van de dierlijke warmte noodig is. Vandaar, mogelijk, de hitte, welke men somtijds gevoelt, na het gebruik van vele geestrijke dranken, die, zoo als ik reeds zeide, uit waterstof (*hydrogène*) bestaan, en dus het bloed daarmee aanvullen. — Maar zegt mij eens, kinderen! hebt gij wel ooit opgemerkt, hoe onderscheiden de warmte van uw ligchaam (dat men de dierlijke warmte noemt) is, als gij hard loopt, en als gij slaapt of te bedde ligt?

Jan

Jantje. Ja, *Meester!* dat ondervind ik dagelijks: als ik hard loop, word ik, zelfs bij het koudste weder, zeer warm, en geraak dikwijls in het zweet. Daarentegen, als ik lig te slapen, zonder genoegzaam dek, al is het dan ook warm weder, word ik koud.

Heintje. Daarom zegt zeker mijne moeder dikmaals: „Men moet zich des nachts wel toedekken; want in den slaap wordt men eerder koud, dan als men wakende is?”

Mr. Zoo is het ook, en de redenen daarvan is klaar. Wanneer men hard loopt, moet men menigvuldiger ademen dan anders, door de beweging, waarin ons ligchaam gebragt wordt; en daar ik u geleerd heb, dat bij iedere ademhaling warmte geboren wordt, die in het bloed en dus in het ligchaam overgaat, zoo wordt, door het dikwijls ademen, deze warmte ook meerder. Hierbij komen nog andere redenen, die onmiddellijk aan de beweging verbonden zijn. Doch slapende, is het ligchaam in rust, en ook de ademhaling geschiedt langzamer dan wakende, zoo als gij bij ieder slapend mensch duidelijk hooren kunt; want het langzaam ademen is het gewone teeken bij gezonde lieden, waaruit men weet, dat iemand, die stil ligt, slaapt. Door deze langzame ademhaling wordt in denzelfden tijd ook minder warmte in het bloed gebragt dan wakende, waardoor het ligchaam koude moet gevoelen.

Heintje. Ja, *Meester!* dat begrijp ik nu; maar nog ééne bedenking: wanneer iemand zich snijdt, zoodat er eene wonde gemaakt wordt, en dus het bloed daar dadelijk uitkomt, dan toch is de aanraking van de zuivere lucht onmiddellijk?

Mr. Ja, vriendje! maar er is dan geene warmte genoeg, om die sterke verbinding, welke

II. DEEL.

M

bij

bij de ontvlaming noodig is, daar te stellen; het bloed is dan reeds te veel bekoeld. — Doch dit gezegde van bekoeling herinnert mij, dat ik u ook eens zeggen moet, wat *koude*, en voorts wat *bevriezen* is. — *Koude* is wel een woord of naam, bij ons bekend, maar bestaat zelve inderdaad niet. Koude is alleen eene vermindering van warmtestof, doch geene zaak op zich zelve. Het koudste ligchaam, dat men kent, heeft men altijd nog bevonden warmtestof te bezitten. Koude bestaat dus op zich zelve niet; maar wij noemen dien staat der lichamen alleen dusdanig naar ons eigen gevoel; doch men weet vooraf, dat het met de warmtestof gaat als met alle zaken in de Natuur: dat, wanneer haar evenwigt verbroken is, zij hetzelfde tracht te herstellen, derhalve ook hiermede: zoodra een ligchaam een ander ontmoet, dat meer warmtestof bezit dan de hoeveelheid, welke met deszelfs eigene deelen verbonden is, zoo geeft het dat meerdere over aan het andere, totdat alles gelijk is, en berooft er zich zelf van; vandaar ons gevoel van koud en warm. De lichamen deelen niet alleen bij aanraking warmtestof aan elkander mede, maar schieten deze losse warmtestralen op elkander af, zoo als het licht doet. Verbeeldt u, dat ik, met eene zekere mate van warmte voorzien, een stuk ijzer aanraak, dat daarvan veel minder heeft dan ik, zoo deelt mijne hand, of welk ander deel mijns lichaams het ijzer ook aanraak, hare meerdere warmte aan dat ijzer mede, en berooft daardoor zich zelve, hetwelk een gevoel van gemis van warmte veroorzaakt, dat wij *koude* noemen; raakt de hand, daarentegen, iets aan, dat meer losse warmtestof heeft dan zij, zoo gaat de warmtestof uit dat ligchaam in de hand over, — hoopt daar-

daarin de warmtestof op, en veroorzaakt het gevoel, dat wij *warmte* noemen. Dus is warmte en koude alleen betrekkelijk; en indien gij u herinnert de proef, welke ik voorheen met u, door de hand in zeer koud en warm water te steken, gedaan heb, zal u alles duidelijk worden.

Jantje. Ja, *Meester!* wij herinneren ons dat zeer wel; maar, ik bid u, verklaar ons nu eens wat *bevriezen* is.

Mr. *Bevriezen* is anders niet dan een zoo groot verlies van warmtestof, dat de aantrekkingskracht der onderlinge deelen eener vloeistof het vaneenscheidend vermogen van de warmtestof overwint, en een vast ligchaam maakt; het is dus eigenlijk hetgene wij *stollen* noemen. Bij de eene vloeistof gebeurt dit eer dan bij de andere: vet, dat gesmolten is, stolt spoedig; water, daarentegen, moet veel meer warmtestof verliezen, eer het befrist of stolt. Water befrist dus, wanneer het aan eene lucht, die zeer weinig warmtestof in zich bevat (en welken staat der lucht of des dampkrings wij dien van koud, vriezend weder noemen), hare meerdere warmtestof mededeelt, tot zulk eenen trap, dat er geene warmtestof genoeg overblijft, om de vloeibaarheid gaande te houden; maar de onderlinge aantrekking der deeltjes veld wint, en dus een vast ligchaam, dat is *ijs*, daarstelt. Bij het bevriezen heeft een wonderbaarlijk verschijnsel plaats, namelijk, dat het water, in een glas of ander vat staande, en geheel befristende, zich uitzet en daardoor het vat vaneen doet bersten; ja deze uitzetting is zelfs zoo geweldig, dat een ijzeren kanon, met water gevuld en rondom gesloten, aan de befristing blootgesteld, vaneen

kan scheuren. De reden hiervan dient men alleen te zoeken in de luchtdeeltjes, welke zich overal in het water onthouden, en zelfs zoodanig daaraan vasthechten, dat men door middel van de luchtpomp hetzelfde niet van alle lucht berooven kan. Ook kan hier nog bijkomen eene werking van de warmte op het water zelf. Zal het water bevrozen, dan moeten de deeltjes, die het meest onmiddellijk de lucht aanraken, zoo veel warmte verloren hebben, dat de vloeibaarheid niet meer kan voortduren, doordien de onderlinge aantrekking der deeltjes toeneemt; deze schieten dan te zamen, en al vereenigende, winnen zij meer en meer veld, en beginnen nu de warmtestof, welke het water vloeibaar hield, meer en meer los te laten en als uit te drijven; daar deze werking juist naar binnen gebeurt, als van buiten reeds meerendeels gesloten zijnde, plaatst zich deze losgemaakte warmte gedeeltelijk in de luchtdeeltjes, welke in het water nog voorhanden zijn, en zet dezelve zeer veel uit, zoodat die onmerkbaar kleine deeltjes in aanmerkelijke luchtblazen overgaan. Vervolgens kan de naar binnen gedrongen wordende warmte zoo zeer ophoopen, dat zij hier en daar kracht genoeg bezit, om het water, bij kleine gedeelten, tot damp te doen overgaan; en vandaar de geweldige uitzetting van bevrozen water, gelijk aan die van beknelde lucht, welke zich door hare veërkracht naar alle kanten tracht uit te zetten.

Alle lichamen bestaan uit vaste of veërkrachtige vloeistof; druipende vloeistoffen zou men eigenlijk niet kennen, zoo er geene drukking van den dampkring plaats had. Deze belet de warmtestof het verder indringen en uitzetten derzelve. Zoo ver-

vervliegt de wijngeest (*Spiritus vini*), ja zelfs het water, onder een glas, waaruit men de lucht pompt. Naar mate dan de dampkring minder drukt, is de uitdamping sterker, en deze uitdamping neemt altijd warmtestof met zich, om hare veërkracht te bevorderen, berooft dus de nabijzijnde voorwerpen van warmtestof, en maakt dezelve kouder. Ziet hier een' druppel *Spiritus*, die zeer sterk is, en dus meerendeels uit waterstof (*hydrogène*) bestaat (volgens het te voren verklaarde), en daarom zeer ligt in ontvlambare lucht verandert, dewijl daarvan de *hydrogène* de grondstof is: voelt nu eens de koude, welke deze druppel *Spiritus*, op uwe hand vallende, veroorzaakt; welk gevoel van koude alleen te weeg gebracht wordt door het schielijk vervliegen van den wijngeest, waartoe de warmte van die plaats der hand, waarop hij valt en uitdamp, wordt medegenomen, en dezelve, op die wijze, van warmtestof beroofd. Hieruit trekt men dan deze algemeene regelen, „dat alle lichamen, „die van eene dikkere tot eene dunnere, dat is „van druipende tot veërkrachtige vloeistof overgaan, zoo als hier de *Spiritus*-druppel, de naburige lichamen van warmte berooven.” En „die, „welke van dunne tot dikkere overgaan, de naburige verwarmen, door de warmtestof, welke „dezelve verlaat, aan andere mede te deelen.” Dit laatste zaagt gij duidelijk in de proef met het eiwit, en het bewijst u nog meer de reden, waarom bij de bevrozing, die de lucht uitzet, zoo veel los wordt, en het water zelfs in damp verandert.

Ziethier nog meer bewijzen. Ik neem een bierglas, met sneeuw of gestampt ijs en wat zout gevuld; zet hetzelfde op een klein weinigje warm water, dat uitdamp; dit doet de sneeuw smelten,

ten, en met het zout verbinden, dus van dikke in dunne stof overgaan; hierdoor verliest, om de smelting te bevorderen, het water niet alleen zijne vloeibare warmte, maar zoo veel, dat het onder het glas bevroest en ijs wordt. Op dezelfde gronden kan men almede eene fraaije kunstbevroezing te weeg brengen: om dit te doen, heeft men een klein buisje, Plaat VI*, Fig. 2, A, omtrent eene grootte palm lang, zeer dun van glas, en ter wijdte van bijna 8 strepen; dit vult men half vol met water, en neemt dan een klein glazen trechttertje B, haarswijze uitgehaald, zoodat *ather* of *Hofmans-droppels*, daarin gedaan, slechts bij druppelen doorzijperen. Deze fijne en van *Hofmans-droppelen* druipende pijp houdt men boven aan den buitenkant van het glazen buisje met water, zoodat de *spiritus* er gedurig van buiten langs loopt, gelijk zulks in de *Figuur* is afgebeeld, en in weinige minuten is al het water tot ijs bevroren. Wanneer men vooraf in het water een dun koperdraadje stelt, dat spiraalswijze is omgebogen, dan vriest hetzelfde daarin vast, en men kan het ijsklompje er geheel uittrekken en van nabij bezien.

Even zoo als het bevrozen niet anders is dan eene vermeerdering van aantrekking der deeltjes eener vloeistof, waardoor dezelve tot een vast ligchaam overgaat, zoo is het koken van water, daarentegen, die staat, waarin hetzelfde vlugtig wordt en in damp overgaat; vandaar het sterk dampen uit een ketel met kokend water, hetwelk eindelijk, blijvende koken, den ketel geheel ledig zou doen worden, doordien al het water in damp verandert. De geweldige borreling is het dampworden van de waterdeeltjes aan den bodem van

van den ketel; welke borreling die deeltjes in zoo vele belletjes doet oprijzen. Overmits, gelijk ik zoo even zeide, de drukking van den dampkring het dampworden hinderlijk is, zoo kookt ook het water spoediger bij een' lagen *barometer*, dat is, bij ligte lucht, dan bij een' hoogen *barometer*; en wanneer men water, dat een weinig warm is, onder een glas brengt, waar de lucht uitgepompt, en dus de drukking weggenomen is, dan kookt het terstond.

Heintje. o, Lieve *Meester!* zeg ons daarvan de reden, want dat begrijp ik in het geheel niet.

Mr. De reden, waarom de drukking der lucht het overgaan van water, en andere vloeistoffen, in damp verhindert, is hierin gelegen, dat, wanneer water zich vaneen zal scheiden, en in eene veërkrachtige vloeistof als damp overgaan (waarin een druppel water veertienhonderdmaal grooter plaats beslaat, dan in den staat van waterdrup), de drukking van de lucht, welke alles te zamen houdt, overwonnen moet worden, en zoo vervolgens aan alle waterdeelen gelegenheid moet worden gegeven, om zich uit te zetten tot eene grootere ruimte; hoe meer nu de lucht perst, dat is, hoe zwaarder dezelve is, hoe meer aandrang van warmtestof er noodig is, om de persing te overwinnen, en water zoodanig uit te zetten, dat het in damp kan overgaan. De waterdamp van kokend water, *stoom* genoemd, kan tot eene verbazende uitzetting gedreven worden; zelfs tot eene onbepaalde kracht, wanneer men denzelven in de ketels der stoommachines opsluit, en gedurig warmte aanvoert; zoodat er stoommachines zijn, die 10, 20, 40 en 100 paardenkracht uitoefenen.

Hiermede zouden wij onze beschouwing der warmtestof kunnen verlaten, en tot iets anders overgaan, ware het niet, dat ik u nog bekend moest maken met dat werktuig, waarmede men den graad van warmte van onzen dampkring en andere ligchamen meet, en dat bij ons bekend is onder den naam van *thermometer*. Dit werktuig bestaat uit eene glazen pijp, als, in *Fig. 65*, AB, met een bolletje, in B, gevuld met kwik of *spiritus* tot in C, en voorts van C tot A luchtledig. De eigenschap van mededeeling, zoo door aanraking als afstraling, die de warmtestof bezit, en de uitzetting, welke zij veroorzaakt, doen het kwik of den *spiritus* uitzetten of inkrimpen. Wanneer de lucht of eenig ander ligchaam, waarbij die pijp gebragt wordt, meer warmte heeft, dan het kwik in die pijp, zoo deelt zij warmtestof aan het kwik mede, en hetzelfde zet zich uit en rijst in het pijpje. En zoo omgekeerd, wanneer de lucht minder warmte dan het kwik of de *spiritus* heeft, zoodat de warmtestof het kwik verlaat, dan krimpt hetzelfde in en daalt in de pijp. — Zie hier zulk een' *thermometer*. Wanneer ik met mijne warme hand er aan kom, dan rijst het kwik, en daalt naderhand weder, wanneer de pijp en het kwik in dezelve bekoeld zijn. Alles komt bij denzelfden aan op de schaal: deze moet alleen naar de ondervinding worden opgemaakt. Bij voorbeeld, men neme de enkele pijp, zoo als ik die hier beschreven heb, make dezelve vast aan eene schaal, waarop nog geene merken van *vorst*, enz. staan, als op deze, die ik hier heb; dan plaatse men dezelve in water, dat begint te bevriezen, en zie tot welk eene laagte het kwik of de *spiritus* in het pijpje alsdan daalt, en

ma-

make daar het merk van *vorst*, dewijl men dan verzekerd zijn kan, dat, wanneer in de opene lucht zulk een *thermometer* op dat punt staat, het in dezelve zoo koud is, als in dat vriezende water, en het dus vriezen moet. Voorts plaatse men de pijp in kokend water, en teekene wederom het punt aan, tot hetwelk het kwik of de *spiritus* gerezen is; verdeelende dan den afstand tusschenbeide in evengelijke deelen; en aldus zal de *thermometer* geschikt zijn, om warmte en koude, dat men de *temperatuur* noemt, aan te wijzen; dragende, bij de Natuur- en Scheikundigen, warm weder den naam van *hooge*, en koud weder den naam van *lage temperatuur* van den dampkring: men lette echter vooral op, dat de pijp overal even wijd zij, dewijl, dit niet volkomen het geval zijnde, de tusschenverdeelingen daarnaar moeten worden ingerigt. De eerste aanleg tot eenen *thermometer* werd in ons Land, binnen *Alkmaar*, door zekeren *Drebbel* ontdekt. Deze nam een glazen fiooltje of kolfje, dat is een glazen bolletje met eene lange pijp er aan, zoo als bij *Plaat VI**, *Fig. 3*, is afgebeeld; dit vulde hij zoodanig met water of eenig gekleurd vocht, dat, wanneer hij het omkeerde in een bakje met water, de lange pijp gedeeltelijk vol stond. Aldus ontdekte hij eene aanmerkelijke verandering in het dalen en rijzen van het water, naar mate hij zijne hand aan het bolletje hield of daarvan wegtrok. Wilt gij weten, hoe hij te werk ging? Zie hier dan zulk een glazen kolfje, dat, met de lange pijp naar beneden, in dit bakje met water gestoken is; het water blijft, gelijk gij ziet, voor een gedeelte in die lange pijp staan, omdat het er niet uit kan loopen, door de drukking van de

M 5

lucht

lucht op het water van het bakje, even zoo min als het kwik in de *Torricellische buis* er niet uit kon. Aldus is de geheele *thermometer* van Dreb-
bel gereed, en let nu eens op, wat er gebeurt, als ik maar even mijne warme hand boven om den glazen bol houde.

lantje. Kijk, kijk, dat water in de lange pijp eens zakken!

Mr. Voorzeker! bij de minste vermeerdering van warmte zakt dit water, en bij vermindering rijst het, zoodat in dezen *thermometer* het zakken van het vocht warmte, en het rijzen koude aanduidt. Men behoeft de hand niet eens om den bol te houden; wanneer men slechts den bol met de hand nadert, straalt er warmte genoeg af, om de lucht in den bol uit te zetten, en bewijst tevens de afstraling. De reden, waarom dit gebeurt, is klaar: de geheele glazen bol van het kolfje is ledig van water, en alleen vol lucht; de lucht zet zich zeer spoedig en tevens zeer sterk uit, gelijk wij gezien hebben; derhalve met de minste warmte, welke aan dien bol komt (als zoo even door mijne hand), wordt de lucht uitgezet, en het water in het pijpje naar beneden gedrukt; vermindert deze warmte, zoo krimpt de lucht in, en de buitenlucht drukt het water in het pijpje omhoog en doet het rijzen; doch deze werking zelve toont ons, dat dit nooit een zuivere *thermometer* zijn kan, want het is tegelijk *barometer*. Als de lucht zeer zwaar is, zal het water in het pijpje minder kunnen zakken dan bij een' lagen *barometer* of lichte lucht; daarenboven zet de warmte het water in het pijpje zoowel uit als de lucht in den bol; deze werken dus tegen elkander in; en uit dien hoofde zal deze *thermometer*, bij dezelfde warmte of

of koude, den eenen tijd lager of hooger dan den anderen staan, hetwelk eenen in het oogloopenden misslag maakt. Alleen kan voor enkele proeven deze *thermometer* nog dienen, omdat hij de allergevoeligste is, en dan wordt hij van glas vervaardigd, als gij hier ziet, Plaat VI*, *Fig. 3**, in A een' gesloten' bol vol lucht, in B rooden *spiritus* of ander vocht, en in C open; bij de allerminste warmte in A, zet zich de lucht in den bol uit, en doet het vocht in B dalen, en bij bekoe-
ling weder rijzen. Deze *thermometer* is zeer geschikt voor vergelijkende waarnemingen te gelijker tijd. In Italië trachte men den *thermometer* te verbeteren; doch die verbetering was van geene waarde, dewijl men geene vaste schaal, dat is, geen bepaald punt van vriezend en kokend water had. Op dit denkbeeld kwamen, bijna gelijktijdig, zekere Fahrenheit alhier, en Réaumur in Frankrijk; doch hoezeer hunne wijze genoegzaam gelijk was, werd hunne verdeeling der schaal nogtans verschillend. Gij ziet, bij *Fig. 66*, de schaal van Réaumur en Fahrenheit afgebeeld.

Réaumur plaatste in het vriespunt de 0, en verdeelde tot 80 graden het punt van kokend water; Fahrenheit plaatste zijn punt 0 in dat punt, alwaar zijn kwik gedaald was, toen hij het in een mengsel van ijs en ammoniakzout gezet had, hetwelk hij, schoon ten onregte, voor de grootste koude hield; hij verdeelde dat punt tot het vriespunt in 32 graden, zoodat zijn vriespunt 32 graden is, en het punt van kokend water 212 graden. Deze schalen vindt men ook op de meeste *thermometers*, en hier ziet gij dezelve. Ik moet u nog doen opmerken, dat het beter is het vriespunt te bepalen op den stand van het kwik of den *spiritus* in smeltend ijs
of

of sneeuw, want dat is altijd hetzelfde en verandert niet, en het punt van vriezend water wel, want dit begint somtijds eerst te bevriezen 2 à 3 graden onder het vriespunt: Réaumur deed dit reeds. — In Frankrijk gebruikt men de schalen van Réaumur en die van 100 graden (*centésimale*); doch in Engeland en alhier meerendeels die van Fahrenheit: 1 graad Réaumur is $\frac{4}{9}$ graad Fahrenheit.

Heintje. Zoo, Meester! dan is het juist hetzelfde, wanneer een thermometer op de schaal van Fahrenheit op 32 staat of van Réaumur op 0.

Mr. Regt zoo! — En nu nog eene proef ten besluite, welke u nog duidelijker bewijzen zal, hetgene ik zoo even in den algemeenen regel zelde. Ik heb hier een weinig *spiritus*, van denzelfden, waarvan gij den druppel gevoeld hebt; daarmede bestrijk ik, met dit penseeltje, de kwikbuis van den thermometer. Door deze bestrijking wordt de *spiritus* vlugtig, en gaat over in lucht, doch moet, volgens onzen algemeenen regel, daartoe warmtestof medenemen, en dan koude veroorzaken. Let nu eens op, wat er gebeurt! Gij ziet, dat het kwik daalt, en dus de waarheid van ons gestelde bewezen. — Dan het wordt meer dan tijd, dat wij overgaan, om uit het verhandelde eenige Leeringen af te leiden; de stof is gewigtig en vereischt alle nadenken en oplettendheid.

L E E R I N G E N .

Uit hetgene ik u in deze Zamenspraak aangaande de warmtestof verklaard heb, kunnen wij de reden leeren van de volgende verschijnselen, zoo als:

Ten

Ten aanzien van haar uitzettend vermogen en voortleiding in de ligchamen:

Waarom een klavier bij verandering van warm in koud weder ontsteld wordt.

Waarom gewone slingeruurwerken des zomers langzamer gaan, dan des winters.

Waarom de smid de ijzeren banden heet en niet koud om het wiel legt.

Waarom de *spiritus* in eene thermometerbuis, met eenen grooten bol van onderen, eerst dalen en dan rijzen moet, als men dezelve in heet water steekt.

Waarom eene glazen buis, die welgesloten en van binnen vochtig is, vaneenbarst, als men haar boven eene kool vuur, of de vlam van eene lamp, zeer heet maakt.

Waarom men glazen of aarden vaten eerst door den wasem of boven een weinig vuur warm maakt, alvorens men er kokend heete soepen of spijzen op of in doet.

Waarom een glazen of aarden vat gevaar loopt te springen, als men er heet water in doet, terwijl het op eene koude metalen of steenen plaat staat.

Waarom eene flesch, die te vol wijn is, vaneen kan barsten, als men dezelve schielijk uit eenen kouden kelder in een zeer warm vertrek brengt.

Waarom men op ijzeren platen of steenen vloeren zoo spoedig koude voeten krijgt, en waarom wol, hout en kurk dienstig zijn, om dit voor te komen en om te verwarmen,

Waarom men de metalen handvatsels van kannen en trekpotten met stroo bewoelt, en waarom men dikwijls aan kannen en komforen houten handvatten en stelen zet. Waar-

Waarom een draad, stijf om een ijzer gebonden, niet brandt.

Waarom zich eene warme hand veel meer aan een stuk ijzer, dan aan een stuk hout bekoelt, schoon ieder op zich zelf denzelfden graad van warmte hebbe.

Waarom dikke soepen van boven koud kunnen zijn, terwijl zij van onderen nog heet zijn.

Waarom onze adem, zacht tegen de hand geblazen, warmte, en, hard geblazen, koude verwekt.

Waarom ijs eer op een tinnen bord, dan op een houten smelt, en waarom wollen en haren kleeden zoo warm dekken, en de wol ook het ijs voor smelten bewaart.

Waarom de zoo koude sneeuw den grond, en daaronder bedolvene planten, voor eene geheele bevrozing bewaart.

Waarom de dieren tegen de koude gedekt zijn met haar, wol of vederen.

Uit onze verklaring van verbranding, bevrozing en bekoeling, door verdamping, geeft men reden van de volgende verschijnselen, als:

Waarom het hout eenigen tijd op het vuur moet liggen, alvorens hetzelfde in brand geraakt.

Waarom de nog warme pit van eene kaars veel eerder ontvlamt, dan eene koude.

Waarom eene uitgebluschte kaars door aanbazing weder begint te branden.

Waarom men zeer voorzigtig moet zijn met licht in eene bewaarplaats van geestrijke vochten.

Waarom de ingelegde groenten onder de pekel, des winters, zoo ondragelijk koud voor de handen zijn.

Waar-

Waarom het ijs in besloten water altijd bol is.

Waarom de schippers het ijs rondom hunne schepen weghakken.

Waarom door de vorst de volsappige planten doodvriezen, balken vaneenscheuren en steenen opgeheven worden.

Waarom, bij dooi-weder, de koude aanhoudt, en waarom smeltende sneeuw, op onze handen en voeten, dezelve eene ondragelijke koude doet ondergaan.

Waarom een *thermometer*, die buiten hangt, bij dooi-weder, als de vallende sneeuw aanhoudend smelt, nog onder het vriespunt kan staan.

Waarom de zeevarenden in de *Ijszee*, in het midden van den zomer, eene oogenblikkelijke koude ontwaren, zoodra zij de ijsvelen naderen.

Waarom de koude vermindert, als het begint te sneeuwen, en de waarheid van het spreekwoord bevestigd wordt, „dat het van koude niet tot sneeuwen kan komen.”

Waarom het, des zomers, na den regen, altijd iets koeler wordt.

Waarom de wijn bekoelt, als de flesch, met eenen natten doek omwonden, in den zonneschijn staat.

Waarom de boombladeren altijd koud blijven, hoe sterk de zon er ook op schijnen moge.

Waarom het koel is op heete zolders, waar nat linnen hangt, en waarom des zomers de vertrekken koel worden, als men den grond met water besprengt.

Waar-

Waarom de schaduw van boomen meer verkoelend is, dan die van gebouwen.

ACHTTIENDE ZAMENSpraak.

Over de verbranding der lichamen en de beginselen der Elektriciteit.

Heintje. Lieve Meester! wij hebben nog dikmaals over uwe vorige les gesproken, en vader eens verteld, hoe eigenlijk het branden van de kaars niet anders is, dan de aantrekking of verbinding van de zuivere lucht met de grondstof der ontvlambare lucht en ook eenige koolstof, welke ons vet, onze olie en andere brandstoffen uitmaken; hoe elke derzelve eerst bij de aansteking tot een' zekeren graad van warmte moest gebracht worden, de eene dan de andere aangreep en aan zich verbond, waarbij de warmtestof de zuivere lucht verlaat, en in vlam uitgaat; doch vader begreep niet, waarom juist die brandstof eerst zoo heel warm moest gemaakt worden, en waarom een hout of zwavelstok, die vlamt, regt op en neder gehouden zijnde, met de vlam naar boven, namelijk, meest altijd uitgaat.

Mr. Ik zal het u trachten op te lossen, opdat gij het uw' vader dan ook wederom goed be-
duiden moogt. — Wat aangaat het eerste, moet ik aanmerken, hetgene ik u reeds te voren, bij de les *over de verwantschappen*, verklaarde, dat, wanneer twee of meer van elkander vreemde stof-

fen zich verbinden, dat is, gelijk gij weet, zich aantrekken zullen, er dit noodwendig plaats moet hebben, dat de eigene of onderlinge aantrekkingskracht van iedere stof op zich zelve niet sterker zij dan de neiging van de eene, om de andere aan te trekken; bij voorbeeld: olie en water verbinden zich niet te zamen; de oliedeeltjes op zich zelve, en de waterdeeltjes op zich zelve, trekken zich onderling veel sterker aan, dan zij elkander doen. Zoo werd in de proef, die wij laatst deden, de *magnesia* niet opgelost door enkel water, neen, maar er moest vitriool- of zwavelzuur bijgedaan worden; toen was de aantrekking van de eene tot de andere sterk genoeg, om de *magnesia* op te lossen. Daar nu de warmtestof de deeltjes der lichamen vaneenscheidt, zoo is dezelve het geschiktste, om de onderlinge aantrekking van deze of gene stoffen te verbreken, en daardoor de neiging tot andere stoffen te bevorderen. Zoo doet men nu ook met het in brand steken van het eene of andere ligchaam, bij voorbeeld van eene kaars: men maakt de brandstof in de pit zoodanig door warmte verdeeld, dat hare onderlinge aantrekking merklijk verbroken is, en alsdan is de verwantschap of neiging sterk genoeg, om de verbinding met de lucht daar te stellen. Dewijl het mij voorkomt, dat gij hetgene de verbranding betreft, nog niet wel hebt begrepen, zal ik hier nog eens mijne vorige verklaring, bijeengetrokken, herhalen; let slechts wel op. De lucht verbindt zich niet zoo aanstonds met het warme smeer in de pit; neen, men moet het op deze wijze beschouwen: als men eene kaars aansteekt, wordt het smeer, door de aan-

zoodat het water verbrandt en er dan geen genoegzame damp geboren wordt, veeleer denzelven door geen verder water, dat dan olie in het vuur, zoo als men zegt, zou zijn, aanzetten, maar liever de naburige zaken voor de woede der vlammen beveiligen. Van alle brandblusschingen is er zeker geene veiliger, wanneer men gelegenheid daartoe heeft, dan het dempen of smoren, dat is, de lucht afsluiten, en dus den toevoer van zuivere lucht, die de verbranding uitmaakt, beletten; bij voorbeeld: een brandende schoorsteen, van boven met een kussen of dikke deken toegedekt, en, zoo het kan, ook van onderen toegestopt, moet terstond ophouden te branden, en er kan nimmer verder ongemak van komen. Ik moet hierbij evenwel aanmerken, dat men, bij een' brandenden schoorsteen, wanneer de zoo even gezegde stopping van onderen en boven niet wel of gemakkelijk kan geschieden, met zeer veel vrucht kan gebruik maken van een middel, dat een ieder, meest altijd, bij de hand heeft; te weten: men neme drie à vier handen vol keukenzout, en werpe die op het vuur onder den schoorsteen, mits dit vuur vrij heet en ontvlammend zij, waartoe men er vooraf wat krullen of bosjes zwavelstokken op werpt. Nog beter is het, zout in een' aarden kop met vitrioolzuur te mengen en daarin te doen smelten, en vervolgens dit vocht op een zacht vuur onder den schoorsteen te plaatsen, want alsdan wordt de lucht uit het zout ontwikkeld, en zal, meest altijd, in den beginne, den brand blusschen; en ziethier de reden: de lucht, door het vitrioolzuur en de warmte, uit zout voortgebragt, noemt men zee-zout-zure lucht, en die lucht heeft

heeft eene zoo sterke verwantschap (*affiniteit*) met de zuivere lucht, dat zij dezelve terstond opneemt en verslindt; deze lucht dan, op voorzegde wijze uit het zout geboren, in den schoorsteen opgeklimmen zijnde, neemt de zuivere lucht uit denzelven weg, waardoor de brand gebluscht wordt, dewijl wij gezien hebben, dat zonder genoegzame zuivere lucht geen ligchaam branden kan.

Zietdaar al vrij lang met u over de *warmtestof* gesproken; doch de vorderingen, welke men onlangs in de kennis derzelve gemaakt heeft, vereischte dit.

Beschouwen wij nu eene vloeistof, welke met die der warmtestof veel overeenkomst heeft, doch ook weder in vele opzigten daarvan onderscheiden is, de *elektriciteit*, of *elektrische stof*. Ik zal u daarvan alleen de voornaamste eigenschappen en uitwerkselen voordragen: weest vooral oplettend. De naam van *elektriciteit* is ontleend van het Grieksche woord *elektron*, dat barnsteen beteekent, en dat wel, omdat zekere Thales van *Milete*, reeds 600 jaar vóór onze Tijdrekening, aan den barnsteen het eerst die eigenschappen ontdekte, welke men naderhand gezien heeft, dat *elektrische stof* was, en die ik u nu nader verklaren zal.

De *elektrische stof* bevindt zich, even als de warmtestof, in alle lichamen zonder onderscheid; doch zij vertoont zich niet, dan wanneer, hoe weinig ook, haar evenwigt verbroken wordt, en is, even als wij van de lucht, het vuur en andere zaken in de Natuur gezien hebben, niet in rust, voordat haar evenwigt hersteld is; het ligchaam, dat te veel *elektrici-*

teit heeft, tracht dezelve met geweld aan andere, die minder hebben, mede te deelen, ten einde er evenwigt zij. Door dit evenwigt verstaan wij, even als van de warmtestof gezegd is, dien staat, waarin ieder ligchaam die hoeveelheid *elektriciteit* bezit, als aan hetzelfde, op dat tijdstip, natuurlijk eigen is. Deze natuurlijke gesteltenis van *elektriciteit*, in de lichamen, regelt zich naar de oppervlakte; want men heeft ondervonden, dat de uitwerkselen van een' kogel, met *elektrische* vloeistof opgehoopt, dezelfde waren, of deze kogel hol, dan of hij geheel vast (of *massief*) was.

Het evenwigt der *elektrische* stof wordt in de lichamen verbroken door wrijven, stooten, schuren en slaan; en zoodra dezelve daardoor in een ligchaam is opgehoopt of verminderd, vertoont zich het verbroken evenwigt, door aan de lichamen, welke minder hebben, mede te deelen, of van die, welke meerder bezitten, stof tot zich te trekken, terwijl, wanneer de ligchaampjes zeer licht zijn, zoo als veertjes en kleine kurken balletjes, deze beurtelings worden aangetrokken en afgestooten, en, als ware het, dienen als zoo vele boden, die de stof aan het ligchaam, dat gebrek heeft, aanbrengen, of van het te veel hebbende ligchaam afvoeren.

Tot een' hoogen trap van verbroken evenwigt gekomen zijnde, vertoont zich de *elektrische* vloeistof ook aan het oog in vuurvonken en vuurstreamen, die van eenig geluid vergezeld gaan. Lichamen, waarin het evenwigt der *elektrische* stof verbroken is, en die dus *elektriciteit* vertoonen, noemt men *geëlektriseerd*. Zie hier

eene

eene glazen buis; deze wrijf ik met de hand, of liever, dat beter is, met een' droogen zijden lap, waardoor dezelve *geëlektriseerd* zal worden, en, gelijk ik zoo even zeide, deze ligte ligchaampjes, die op de tafel liggen, zal aantrekken en afstooten; ziet slechts. Men noemt dit *elektriseren*, of *elektriciteit* opwekken. — Even zoo gebeurt dit, wanneer men lak, of barnsteen, slechts even wrijft, zoo als hier op mijne roksmouw.

Jantje. o! Dat is aardig! en juist zoo als gij zeidet; zij springen als op en neer, om de *elektrische* stof over te brengen. Maar wat doen zij nu? Brengen zij de stof van de tafel naar de glazen buis, of van de glazen buis naar de tafel?

Mr. In het eerste geval heb ik door het wrijven de stof uit mijn ligchaam, en voorts uit den grond en de tafel, enz. naar de glazen buis toegetrokken, en dus de stof daarin opgehoopt. Daarom kwam de tafel te kort en de buis had te veel. De kleine ligchaampjes sprongen derhalve naar de buis, om stof te halen; beladen zijnde, bragten zij die weder naar de tafel, sprongen dan wederom, en haalden nog een vrachtje, enz. totdat de geheele buis het overtollige weder kwijt was. Dien staat der buis van overtolligheid, en dus alle lichamen, die opgehoopt van stof zijn, noemt men *positief*, of stellig *geëlektriseerd*, en die, welke minder hebben, of verminderd zijn, *negatief*, of ontkennend *geëlektriseerd*. Let wel op deze benamingen; zij zullen dikwerf te pas komen.

De *elektriciteit* heeft de eigenschap, dat zij zich door wrijving, enz. niet laat opwekken in

alle lichamen, maar alleen in sommige, dat is, 1. in de glas- en harsachtige lichamen, als glas, lak, hars, pek, voorts in porselein, zwavel, gebakken hout, 2. in zijden en wollen stoffen, 3. in met haar bezette vellen der dieren, bijzonder die van katten; in deze alle kan men door wrijving de *elektriciteit* opwekken, dat is, ophoopen of verminderen: met glas hebt gij het reeds gezien; eene pijp lak, gewreven op de wollen rok-mouw, zoo als ik daareven deed, doch beter met een kattevel, gelijk gij hier ziet, doet hetzelfde. Ook dit zijden lint, uitgespannen en met een kattevel gewreven, trekt andere lichamen naar zich toe, kleeft er aan vast en bewijst daarmede, dat het *geëlektriseerd* is. Wanneer men nu deze lichamen wrijft, wordt de *elektrische* stof opgewekt en stroomt door de hand, die ze wrijft, of door hetgene, waarmede men die anders wrijven moge, naar het gewreven lichaam toe, of door de handen van hetzelfde af. In het eene geval wordt, gelijk wij reeds zeiden, het lichaam *positief*, en in het andere geval, *negatief geëlektriseerd*. Zoo wordt, door het wrijven, glas *positief*, en hars en lak daarentegen *negatief geëlektriseerd*, van welke onderscheidene uitwerkselen, van dezelfde bewerking, weinig reden te geven is; deze lichamen noemt men *elektrische lichamen*. — De overige lichamen in de Natuur, voornamelijk de metalen, het water en de waterdamp, de lichamen der dieren, enz. zijn niet geschikt, om er op de voorschrevene wijze *elektriciteit* in op te wekken; men moge dezelve wrijven zoo lang men wil. Deze dragen alzoo den naam van geleiders of *conductors*, dewijl de *elektrische* stof zich zeer gaarne, aan hen mededeelt,

deelt, en door hen gereedelijk wordt voortgeleid. Een lichaam, bij voorbeeld, dat *geëlektriseerd* is, deelt aan zulk eenen *conductor*, hetzij eene koperen of andere metalen stang, zijne overtollige stof mede, en deze leidt die stof voort zoo lang het geleidende lichamen raakt. Begrijpt gij dit wel?

Heintje. Ja, *Meester!* de *elektrische* stof zit in alle lichamen, die er in de wereld zijn, maar in sommige, als glas, lak, enz. kan men dezelve door wrijving boven den natuurstaat ophoopen of beneden dezen daarvan berooven; en andere daarentegen, als koper, ijzer, enz. zijn geschikt om de overtollige, of door opwekking verzamelde, stof weg te voeren, zoodat zij er als langs heenloopt; maar kan men dat daarlangs heenloopen niet zien?

Mr. Wel begrepen! doch zien kan men het niet, zoo lang de geleider onafgebroken voortgaat; doch met stukjes, als in eenen ijzeren ketting, aan elkander zijnde, en als de *elektrische* stroom, die er langs gaat, sterk is, kan men het zeer duidelijk en treffend zien. — De *elektrische* lichamen nu, als glas, lak, zijde, hars, enz. voeren geene *elektrische* stof voort, maar bepalen dezelve, om te zorgen, dat een geleider, door *geëlektriseerde* lichamen vol stof gevoerd, die stof behoude en niet aan andere geleiders mededeelt. Om dit doel te bereiken, plaatse men denzelfden op glas of lak, enz. en zorg, dat hij nergens aan rake. Laat, bij voorbeeld, in *Fig. 67*, AB eene koperen buis of stang zijn, CD een' glazen voet, zoo raakt nu dat koper niet anders aan dan glas, en wanneer men nu met een werktuig, dat *elektriciteit* opwekt, de stof

aan deze koperen pijp AB mededeelt, zoo ver-
toont zich de opgehoopte of ontnomene stof in
dezelve, en de koperen buis, die men *conductor*
noemt, wordt *geëlektriseerd*. Dusdanig dienen
conductors, om de stof, welke in de *machine* op-
gewekt is, te verzamelen, of in het *negative*
geval af te geven, en derhalve bezigt men dezelve
altijd bij de glazen, hetzij schijven of bollen, die
men in de werktuigen, welke *elektriseer-machi-*
nes genoemd worden, tusschen lederen kussens
wrijft, om de stof, welke op de oppervlakte van
den bol of de schijf opgehoopt wordt, te ver-
zamelen, en ik u straks nader verklaren zal. Wan-
neer men dan eenig geleidend ligchaam op glas of
hars stelt, zonder iets anders aan te raken, en dus
de *elektrische* stof, die men er inbrengt of daarvan
afneemt, niet kan weggevoerd of weder aangebragt
worden, zoo noemt men hetzelfde *vrijgesteld* of *geï-*
soleerd. Zie hier een kelkje; als daar het een of an-
der, om het te *elektriseren*, op ligt, zoo is het
geïsoleerd; doch men moet, om iets te *isoleren*, en
bij al wat *elektriseren* is, wel bedacht zijn, alle
vocht weg te nemen, en waterdamp, eenen vocht-
tigen dampkring namelijk, te beletten, want daar,
gelijk wij gezegd hebben, vocht en damp geleiders
zijn, zoo voeren deze de stof weg of brengen ze
bij gebrek weder aan, en het *isoleren* baat niet; bij
voorbeeld: wanneer de voet, enz. van dit kelkje
vochtig is, zoo loopt de stof, die anders niet
over het glas heen kan, langs de vochten over
hetzelve heen: — de waterdamp, die zich in de
lucht bevindt, rust op de *geëlektriseerde* lichamen,
en neemt derzelve overtollige stof, als geleider
zijnde, mede; of omgekeerd. De luchtstof
zelve is *elektrisch* en voert dus geene stof weg;
wa-

ware dit zoo niet, er zou geene *elektrisering*
plaats kunnen hebben, dewijl de lucht, die overal
op de lichamen rust, alles weg zou voeren.
Zoo moet men ook zorg dragen, dat hetgene
men *isoleert*, geene puntige hoeken of scherpe
kanten hebbe, dewijl de stof door de punten weg-
vliedt, als zij in dezelve overtollig of opgehoopt
is; doch wanneer de puntige lichamen gebrek
aan stof hebben, dat is *negatief* zijn, zoo
trekken zij de stof gedurig tot zich, zelfs op
eenen merklijken afstand.

Twee lichamen, die beide *positief* of beide *nega-*
tief geëlektriseerd zijn, stooten, elkander naderende,
zich onderling af, doch het eene *positief* en het an-
dere *negatief* zijnde, trekken zij elkander aan. Men
toont dit aan door kleine vierpitten balletjes, aan
draadjes, aan de *geëlektriseerde* lichamen vast te
maken, welke, zoodra een ligchaam *geëlektriseerd*
is, opengaan, en de stof kwijt zijnde, weder
toevallen. In *Fig. 68* ziet gij een ligchaam op
een kelkje *geïsoleerd* liggen, en aan de einden bal-
letjes, die openstaan, en dus aantoonen, dat men
het ligchaam *geëlektriseerd* heeft. De reden, waar-
om die ligte balletjes van elkander verwijderd zijn,
is, dat in het geval van *positief*, zij zich ver-
spreiden, om aan andere lichamen het overtolli-
ge mede te deelen, waardoor de opgehoopte *elek-*
trische stof zich niet alleen op de oppervlakte
der lichamen, maar ook rondom dezelve in de
lucht verspreidt; en daarom heeft ieder *geëlektri-*
seerd ligchaam, en dus ook ieder balletje in het
aangehaalde geval, een' dampkring om zich heen,
zoo als door de tittels in *Fig. 68* wordt aange-
wezen; welke dampkringen van stof ook de van-
eenhouding veroorzaken, zoo als dezelfde *Figuur*
dii-

duidelijk aantoon. In geval van *negatief*, verspreiden de balletjes zich ook doch alsdan, om stof van andere voorwerpen, als uit de lucht, enz. tot zich te trekken. Nadert men nu *positief geëlektriseerde* balletjes met eene *geëlektriseerde*, dat is met kattevel gewrevene, lakstang, die altijd *negatief* is, zoo trekken zij aan; zij willen door hunnen overvloed het gebrek in de lakstang verhelpen; doch nadert men deze balletjes met eene *geëlektriseerde* glasstang, die *positief* is, zoo stooten zij af, dat is, zij sluiten zich te zamen; want de dampkring van opgehoopte stof, welke de *positive* stang om zich heeft, stoot tegen den dampkring der balletjes, en doet die dus teruggaan en te zamenvallen. Deze balletjes of andere ligte ligchaampjes, als dunne blaadjes goudblad, bereidt men afzonderlijk, om te dienen tot het ontdekken of de *elektriciteit* in werking is, als wanneer zij, vooral die van twee dunne reepjes goudblad, zich bij de minste werking der *elektriciteit* vaneen verspreiden; in welk geval men dezelve *elektrometers* noemt. Wanneer men nu deze met eene gewrevene lakstang nadert, kan men onderzoeken, welke *elektriciteit* er werkt: vallen de goudblaadjes of balletjes te zamen, dan is zij *negatief*, en openen zij zich meer en trekken aan, dan is zij *positief*.

Alhoewel iedere lakstang, iedere glazen buis, een zijden lint of waarin men ook stof opwekt, inderdaad *elektriseer-machines* zijn, wil ik u toch eene verklaring geven van het werktuig met eene glazen schijf, hetwelk men het algemeenst en menigvuldigst gebruikt. Ziet er eene afbeelding van in Plaat VI*, Fig. 4.

Laat A A A een' houten stoel of raam zijn, waarin, op eene spil *b*, draait eene glazen schijf

schijf B B, bewogen wordende door een' zwingel of kruk E. Nagenoeg tegen deze glazen schijf bevindt zich een kromgebogen koperen werktuig met een uitstek of staart van achteren, C C C, rustende op eenen glazen voet D. Aan den houten stoel zijn aan beide zijden deszelfs, zoo als bij *aa*, twee kussens van leder met eenig metaalachtig *amalgama* bestreken, dus te zamen vier, welke met schroeven gedrukt worden tegen de schijf. — Wat gebeurt er nu bij de werking dezer machine? De schijf B, door de kruk E bewogen wordende, wrijft tusschen de kussens *aa* door, welke wrijving de *elektrische* stof in het glas der schijf opwekt; deze opgewekte stof, die zich door bij donker te lichten, en met een krakend geluid verzeld gaande, kenmerkt, wordt nu door het koperen werktuig C C, eersten *conductor* genoemd, opgenomen en daarin opgehoopt, en als verzameld, omdat het glas D de stof belet weg te vloeijen, hetwelk terstond gebeurt, wanneer het glas van dezen standaard slechts vochtig is: de ophooping der *elektriciteit* in dezen eersten *conductor* toont zich klaar, wanneer men hem met eenigen geleider, gelijk de hand ook is, nadert, door het uitschieten van vonken, zoo als in *d*, die een krakend geluid hebben en het gevoel aandoen; wijders maakt men van deze opgehoopte stof zoodanig gebruik, als men zal goedvinden; zijnde het duidelijk, dat hier de kussens de *elektrische* stof verliezen, om bij de schijf op te hoopen.

Al wat men nu noodig heeft te *elektriseren*, brengt men slechts aan of nabij den *geëlektriseerden conductor*; bij voorbeeld: men neme een glazen klokje, en houde het om den knop C heen, dan

dan wordt het binnenste van dit klokje of stolpje *geëlektriseerd*, en stelt men het dan op een glas, waarop vierpitjes liggen, zoo ziet men deze heen en weder springen, om de stof van het stolpje weder in evenwigt te brengen; aldus kan men popjes laten dansen tusschen twee koperen platen, als bij F, eene hangende aan den *conductor* en eene staande op de tafel, — even zoo doet men klokjes spelen, en vele andere aardigheden meer.

Wanneer een *geëlektriseerd* ligchaam twee of meer achter elkander geplaatst wordende *geïsoleerde conductors* nadert, zal derzelver stof verplaatst worden, en zij dus *geëlektriseerd* zijn, de eene zijde *positief* en de andere *negatief*; bij voorbeeld: laat een *geëlektriseerd* ligchaam in C, Fig. 69, den *geïsoleerden conductor* A naderen, zoo zal de stof, welke natuurlijk over A verspreid is, van \div naar $+$ worden voortgestooten, en dus, het evenwigt verbroken zijnde, *elektriciteit* vertoonen, doch tweederlei, in \div *negatief*, en in $+$ *positief*; insgelijks zal de stof van A weder die in B verplaatsen, en dus ook *elektriseren*, weder in \div *negatief*, en in $+$ *positief*, en even zoo de dampkringen, gelijk die *Figuur* aanwijst. Dit alles zal ik u op eene eenvoudige, doch duidelijke wijze aantoonen door behulp van deze doosjes met balletjes, die ik, zoo als ik reeds daareven deed, op een kelkje zal *isoleren*; waarmede dan al die proeven kunnen gedaan worden, welke de gronden der *elektriciteit* uitmaken, en die ik u hier verklaard heb. (De Meester doet proeven met de doosjes van Canton, Fig. 68, welke op zeer drooge en schoone kelkjes gelegd worden, en dan geplaatst als de conductors in Fig. 69; alswanneer men ieder

der doosje met eene sterk gewrevene lakstang aanraakt, en aldus elektriseert, terwijl deze geëlektriseerde of gewrevene lakstang het positive en negative der balletjes aantoonet.) Gelijk ik u daareven, bij het onderzoeken der *elektriciteit* met eene gewrevene lakstang, gezegd heb. Immers daar eene gewrevene lakstang *negatief elektriseert*, moet zij, als de balletjes *negatief* zijn, dezelve afstooten, omdat gelijknamige *elektriciteit* elkander afstoot, en wanneer de balletjes door haar aangetrokken worden, zoo bewijst het, dat de balletjes *positief geëlektriseerd* zijn, omdat ongelijknamige *elektriciteit* elkander altijd aantrekt.

Wijders heeft men opgemerkt, dat de *elektriciteit* zich alleen regelt naar de oppervlakten der lichamen, zonder met derzelver massa iets te doen te hebben, zoo als ik reeds in den beginne heb gezegd. Nog meer, en dit verdient vooral opmerking, wanneer de oppervlakten van *geëlektriseerde* lichamen in eenen *geïsoleerden* staat veranderen, vergrooten of verkleinen, wordt ook de *elektriciteit* minder of meerder. Plaatst, bij voorbeeld, een koperen kettingje van eenige lengte, de schalen op elkander, op een zeer goed *isolierend* glazen tafeltje, en maakt dan het bovineinde van den op elkander liggenden ketting aan eene zijden koord vast. *Elektriseert* men nu door eene *Leydsche flesch* (waarvan nader) dezen ketting, en stelt men er een' *Elektrometer* met vierpitten balletjes bij, dan zullen die vaneen scheiden, en den *elektriken* staat van den ketting aantoonen; haalt men voorts den ketting, door middel van de zijden koord, schielijk naar boven, dan gaat deze op een' hoop liggende ketting uit elkander, de oppervlakte wordt in eenen *geïsoleerden* staat ver-
groot,

groot, omdat nu de schalmen elkander minder aanraken, en de balletjes vallen te zamen, als nu voor deze oppervlakte geene *elektriciteit* genoeg hebbende; laat men den ketting weder spoedig op elkander vallen, en vermindert men daar door de oppervlakte, zoo toonen de balletjes weder *elektriciteit*: dit alles moet echter zeer goed *geïsoleerd*, en met veel omzigtigheid in eene drooge lucht geschieden; want drooge lucht *isoleert*, terwijl eene vochtige lucht geleidt, zoo als ik reeds gezegd heb, en waarop niet genoeg getal kan worden.

Men kan de *elektriciteit* zoodanig ophoopen, dat zij, wanneer zij tot herstel van het evenwigt losbarst, eene geweldige kracht heeft, verplettert en verbrandt, wat zij in haren weg ontmoet, metalen doet smelten, enz.; dit geschiedt op deze wijze. Men neme eene flesch of een glas, als in *Fig. 70* is afgebeeld, van binnen en van buiten, tot eene zekere hoogte, als ABCD, met een geleidend ligchaam bekleed of gevuld; gemeenlijk beplakt men het glas met bladtin, zoo als deze flesch; in dezelve plaatst men eene koperen, dat is eene geleidende, stang EF; aan den knop E doet men een' ketting, die naar den eersten *conductor* van de *elektriseer-machine* gaat; de stof, aldaar opgehoopt, stroomt dan langs den ketting, en langs de stang EF, naar het binnenste bekleedsel van de flesch, en hoopt dus dezelve op met stof, zoo als door de titels wordt aangewezen. De buitenzijde daarentegen verliest, dewijl dezelve gemeenschap heeft met geleidende lichamen, die afvoeren naar de *elektriseer-machine*; hier is alzoo een verbazend verbroken evenwigt; de binnenzijde opgehoopt vol zijnde,

de buitenzijde stof verloren hebbende. Ligtelijk begrijpt gij nu, dat, wanneer men door middel van een gebogen koperdraad G, of op eene andere wijze, de stof, welke op het binnenbekselsel zit (en van daar niet weg kan naar het buitenste, doordien er een groote rand glas tusschenbeide is, welke geene stof laat doorgaan), in de gelegenheid brengt, om langs denzelfden naar het *negative* buitenbekselsel te komen, zulks op eene geweldige wijze geschiedt, en wat dan in dezen haren weg niet goed geleidend tusschenbeide is, kan zij verpletteren, verbranden en doen smelten; dit noemt men den *elektrieken schok*, en zulk eene flesch, naar de plaats der uitvinding, *Leyden* namelijk, eene *Leydsche flesch*.

Dikwerf kan men zulk eene flesch met zoo veel stof voorzien, dat de *elektriciteit* van de binnenzijde, over den rand van het glas heen, naar de buitenzijde springt, en als van zelve het evenwigt herstelt; terwijl, hoezeer de flesch ook vol stof zijn moge, men, door op eenen kleinen afstand één of meer puntjes van koper of staal te plaatsen, al de stof tot zich kan trekken, en de flesch weder geheel ledig maken. De punten, gelijk ik reeds te voren gezegd heb, trekken de stof langzaam aan, en men ziet niet dan een verlicht puntje; zoo voeren zij, overvloed van stof hebbende, dezelve ook langzaam weg, en vertoonen zich dan in het donker even als verlichte penseeltjes. — Wanneer men de *elektrische* stof in eene flesch op voorzegde wijze ophoopt, noemt men zulks laden; zonderling is het, dat zulk eene flesch niet laadt, dat is van binnen geene stof aanneemt, zoo de buitenzijde niet met geleiders verbonden is, waardoor zij hare

stof kan afstooten. Dit kan men duidelijk aantoonen, wanneer men eene *Leydsche flesch*, aan den eersten *conductor* van de *machine* ladende, vooraf op een glazen tafeltje stelt, dat wel droog is, en daardoor belet *elektrische* stof van buiten af te stooten; zullende men ondervinden, dat in dit geval de flesch niet merkbaar geladen wordt; doch zoodra men er weder een' geleider, of de hand, die ook een geleider is, aanbrengt, zal dezelve terstond geladen worden. Deze proef zou aanleiding kunnen geven, om te denken, dat het glas de *elektrische* stof doorlaat; doch vele andere en zelfs daartoe opzettelijk ingerigte proefnemingen toonen geheel het tegendeel aan: dit evenwel schijnt blijkbaar, dat de *elektrische* stof in het glas, dat *geëlektriseerd* wordt, indringt, ten minste zich aan de oppervlakte vasthecht; want, wanneer men twee flesschen neemt, beide van buiten wel, doch van binnen niet bekleed, en men doet dan de eene van binnen genoegzaam vol hagel; steekt daarin eene koperen pen; dezelve dus geladen laat worden, en den hagel overwerpt in de andere ongeladene flesch, dan zou men meenen, dat dezelve geladen moest worden; doch dit geschiedt niet: die tweede flesch blijft ongeladen, doordien de hagel geene stof medeneemt; maar giet men nu geheel anderen hagel in de eerste flesch, dan is dezelve weder geladen, waaruit blijkt, dat de *elektrische* stof zich niet in de geleidende stof plaatst, maar alleen het glas aankleeft; dienende dan de geleiding van binnen niet om de *elektrische* stof te bewaren, maar om dezelve aan de oppervlakte van het glas te vereenigen. — Naar mate de *elektriseer machines* groot zijn en

meer-

meerder stof opwekken, kan men meer dan éene flesch tegelijk laden, welke men dan *batterijen* noemt, wier schok of ontlading kleine houten mastjes van schepen in stukken slaat, dieren doodt, gouddraad smelt, voorloop en katoen, met hars bestrooid, in brand slaat en meer fraaije en wonderbare uitwerkselen te weeg brengt, geheel overeenkomstig met hetgene men in het groot van den bliksem ziet, welke, zoo als wij nader zien zullen, alleen *elektriciteit in het groot* is. Wanneer wij eene *machine* en toestel hebben, zal ik u deze fraaje proeven doen zien, de *machine* zelve heb ik u reeds verklaard.

Heintje. Dat van de werking der *Leydsche flesch* heb ik niet begrepen, *Meester!*

Mr. Dat is ook niet zeer gemakkelijk met de leer van *positief* en *negatief*, zoo als ik u gezegd heb, en welke overeenkomstig is met de gevoelens van den grooten Franklin; maar het zal u misschien duidelijker gemaakt kunnen worden, wanneer ik u doe opmerken, dat de meeste Natuurkundigen van dezen tijd stellen, dat er geene ophooping of vermindering van de *elektrische* stof zelve plaats heeft, maar dat deze stof bestaat uit twee verschillende stoffen, als die, welke door wrijving in het glas zich vertoont, en daarom door hen *glasachtige elektriciteit* genoemd wordt, en die, welke door wrijving van hars of lak wordt voortgebracht, en om die reden door hen *harsachtige elektriciteit* wordt geheeten. Zoo willen zij voorts, dat deze beide stoffen zich zeer gereedelijk aantrekken, en alzoo in alle ligchamen te zamen verbonden, aanwezig zijn. Zoo lang zij verbonden aan elkander blijven, vertoont zich geene *elektriciteit*; dan is alles

ongeëlektriseerd en in rust; doch zoodra zij vaneengescheiden worden, vertoonen zij zich als opgewekte *elektriciteit*. Deze vaneenscheiding gebeurt bij de *elektrieke* lichamen meestal door wrijving, en bij de geleidende door eene der stoffen, bij voorbeeld glasachtige, daar nabij te brengen; dan verplaatst zich de samenverbondene stof; het harsachtige wordt door het glasachtige aangetrokken, en het glasachtige afgestooten; vandaar, dat wij gezien hebben, dat *positief* en *negatief* zich zoo sterk aantrekken, en *negatief* en *negatief* of *positief* en *positief* zich onderling even sterk afstieten: wat wij *positief* genoemd hebben, zou dan het glasachtige en het *negative* het harsachtige zijn; de zoo even met u gedane proeven op afstanden, toonen dit stelsel vrij duidelijk aan; en met behulp hiervan wordt de verklaring der *Leydsche flesch* ook gemakkelijker.

Kracht van aantrekking en afstooting werkt door andere lichamen heen, hetwelk wij genoeg zien zullen bij de beschouwing der magneetkracht. Zoo werken dan ook bij de *elektriciteit* deze krachten door glas, hout, hars, de lucht, enz., die niet geleidend zijn, heen, en ziet hier dan het geval. Zoodra van den eersten *conductor* af, glasachtige stof overgebracht wordt aan het binnenbekleedsel van de flesch, en daardoor aan den binnenkant van het glas zelf, dan ontbindt deze stof die van het glas en ook die van het buitenbekleedsel, dat nog *ongeëlektriseerd* is, en dus de nog te zamen verbondene *elektrieke* stoffen bevat; de harsachtige houdt zij door aantrekking aan het buitenbekleedsel vast, en stoot de glasachtige, omdat zij zelve glasachtig is, weg,

weg, waardoor dan de binnenzijde der flesch glasachtig, dat is *positief*, en de buitenzijde harsachtig, of *negatief*, is *geëlektriseerd* geworden; zoo de flesch nu op een glazen tafeltje staat, dan kan de glasachtige stof van het buitenbekleedsel niet weggestooten worden, en blijft dus in verbinding met de harsachtige, en daardoor *ongeëlektriseerd*; maar is het buitenbekleedsel in staat, door geleiders, de glasachtige stof van buiten weg te voeren, dan vertoont zich de harsachtige zoo veel te meer, en de flesch moet meer en meer geladen worden; naar mate de glasachtige van binnen wordt aangevoerd, en daardoor meer en meer glasachtige van buiten kan weggestooten worden, wordt ook harsachtige aan het buitenbekleedsel meer en meer vastgehouden.

Verder moet ik aanmerken, dat de *elektrieke* vloeistof in het luchtledige, of wel bijna luchtledige, zich geheel vertoont als vlammeende en flikkerende, zeer gelijk aan het noorderlicht, dat de schoonste proeven in het donker oplevert.

Eindelijk heeft de *elektrieke* stof een bijzonder nut in de Geneeskunde: men geneest, met hare stroomen door het menschelijk ligchaam te doen gaan, verscheidene anders ongeneeslijke kwalen, als verlamming, doofheid, enz. — Men plaatst de liiders, *geïsoleerd*, op eene houten bank met glazen pooten, en geeft hun dus gemeenschap met den eersten *conductor* der *machine*, zoodat zij als met *elektrieke* stof worden opgehoopt, welke men vervolgens, door hen met *conductors* te naderen, vonkswijze uit het ligchaam haalt; of men doet, door middel van kleine *Leydsche fleschjes*, een stroom van *elektrieke* stof of *elektrieke* schokjes door de aangetaste deelen gaan.

Hiermede zou ik van de verklaring der *elektrische* kunnen afstappen, indien niet de belangrijke ontdekkingen der Hoogleeraren Galvani te *Bologne*, en Volta te *Pavia*, wegens het ontstaan van *elektrische* kracht, alleen door de vereeniging van twee verschillende metalen, vorderden, dat ik u ook dit wonderlijk en zeer opmerkenswaardig verschijnsel leerde kennen.

Het was namelijk in den jare 1791, dat de Hoogleeraar Galvani door een bijzonder toeval ontdekte, dat, wanneer hij, de rugzenuwen van eenen kikvorsch ontbloot hebbende, twee verschillende metalen, als een op het einde dezer zenuwen, en een ander op de pooten van den kikvorsch, plaatste, en vervolgens deze beide metalen, door middel van eenen daartoe gebogenen draad, of zoogenaamden ontlader, vereenigde, er alsdan, op het oogenblik der aanraking, sterke stuipachtige trekkingen in de pooten van den kikvorsch ontstonden; deze verschijnselen naderhand ook in andere dieren, ja zelfs in menschen, waargenomen zijnde, en daarmede vergeleken wordende, de *elektrische aandoeningen*, die men bij het aanraken van sommige vischen, zoo als van den *beefaal*, van den *raja torpedo* en andere, had ondervonden, meende men in de eerste proeven een bewijs te vinden voor het bestaan eener bijzondere, en aan het dierlijk ligchaam eigene vloeistof, die men uit dien hoofde *dierlijke elektriciteit*, of ook wel, naar den eersten ontdekker van dit verschijnsel, *Galvanische vloeistof* noemde. — De Hoogleeraar Volta, daarentegen, die zich insgelijks met deze proeven bezig hield, sprak reeds in 1792 dit gevoelen tegen, en bewees in 1796, dat deze *elektrische* kracht enkel en alleen door

door de vereeniging der twee verschillende metalen werd voortgebracht, en dat derhalve de tusschenbeide geplaatste zenuwen van den kikvorsch, in de voornoemde proef, niet anders waren dan zeer gevoelige *elektrometers*, welke door deze *elektrische* kracht werden aangedaan en in beweging gebracht. Voorts ontdekte hij het wonderbaarlijk verschijnsel, dat eene opeenstapeling van twee verschillende metalen, met tusschenbeidestelling van vochtige zelfstandigheden, eene aanmerkelijke *elektrische* kracht daarstelde, en het was deze belangrijke waarneming, die aanleiding gaf tot het zamenstellen van eene kolom, welke thans te regt, en zeer eigenaardig, de *elektrische-kolom* van Volta genoemd wordt.

Heintje. Wel, *Meester!* dat is waarlijk verbazend. Hoe! verkrijgt men *elektrische*, enkel en alleen door twee verschillende metalen op elkander te plaatsen? Ik meende, dat men, zelfs door de sterkste wrijving, geene *elektrische* in metaal kon opwekken. Ik bid u dus, wees zoo goed en zeg ons eens, hoe dit komt, en op hoedanige wijze zulk eene kolom zamengesteld wordt?

Mr. Ja, jongenlief! dit verschijnsel is inderdaad zeer opmerkenswaardig, en leert ons tevens, hoe ver wij er nog af zijn, al de werkingen der Natuur te kennen, alsmede, hoe toevallig wij somtijds eenige daarvan ontdekken, zoo wij slechts oplettend en vlijtig in onze nasporingen zijn. Dat de vereeniging van twee metalen een bijzonder uitwerksel heeft, kan ik u terstond doen gevoelen en laten zien: hier heb ik een' driegulden en een schijfje zink, van dezelfde

grootte: leg nu den driegulden boven op de tong en het schijfje zink er onder, zoodanig, dat zij elkander nog niet raken; na dezelve wel geplaatst te hebben, brengt gij de voorkanten der twee verschillende metalen tot elkander, over de punt van de tong heen, en op het oogenblik, dat zij elkander aanraken, zult gij eenen prikkelenden smaak op de tong gewaarworden; en dat deze aandoening met het *elektrische* overeenkomt, zal nader blijken, als gij dezen driegulden in den mond neemt, en dan dit staafje zink met het eene einde in den hoek van uw oog plaatst en het andere einde op den driegulden brengt; bij deze aanraking zal er in uw oog een licht ontstaan, even als dat van een schielijk voorbijgaand weêrlicht. — Ondertusschen strijdt het zoo even gemelde verschijnsel niet met die eigenschappen, welke ik u van de metalen en andere geleidende lichamen, in tegenstelling van die der *elektrische* zelfstandigheden, heb opgegeven; ook zult gij, uit hetgene ik u van de zamenstelling der kolom zal zeggen, gemakkelijk begrijpen, dat derzelve werking aan geheel andere oorzaken dan aan wrijving moet toegeschreven worden: eene Scheikundige werking heeft hier zeker plaats; want door het tusschengebrachte zure of zoute vocht wordt het metaal aangedaan en verkalkt. Maar dewijl het altoos voorzigtiger is, met de verklaring der oorzaken van een nieuw waargenomen verschijnsel zoo lang te wachten, totdat dezelve door deskundigen behoorlijk onderzocht en proefondervindelijk bewezen zijn, dan gewaagde stellingen daaromtrent voor te dragen, zal ik ook voor het tegenwoordige alleen aan uw laatste verzoek

zoek voldoen, en u opgeven de beste wijze, waarop men thans eene zoodanige kolom zamenstelt.

Ik heb u reeds gezegd, dat men daartoe twee onderscheidene metalen noodig heeft; evenwel is het niet onverschillig, welke; want de proeven hebben geleerd, dat die metalen, welke, met betrekking hunner verwantschap met het zuurmakend grondbeginsel (*oxygène*), het meest van elkander verschillen, daartoe het geschiktste zijn; daar nu *silver* en *zink* of *roodkoper* en *zink* beide in dit opzigt zeer wel voldoen, neemt men een zeker getal drieguldens of koperen platen, en even zoo vele plaatjes *zink* van dezelfde grootte; alsmede een gelijk getal lakensche lapjes, die behoorlijk moeten nat gemaakt worden, hetzij in sterke pekkel, verdund vitrioolzuur, of, dat tot nog toe het best van allen bevonden is, in eene oplossing van ammoniakzout in water. Nu plaatst men deze platen slechts eenvoudig op elkander, even als in Plaat VI*, *Fig. 5*: eerst eene zinkplaat, daarop eene koperen plaat, dan een' lap laken, dan weder zink en koper, enz., als bij de *Figuur* is afgebeeld. Hierdoor wordt eene *elektrische* werking geboren, welke van het eene einde, bij voorbeeld van A naar B stroomt, en wanneer B A een koperen geleider is met een puntig uiteinde, zoo geeft A eene vonk, als hij van B op A wordt aangebragt, en wanneer men, in plaats van dezen geleider, zijne natgemaakte handen gebruikt, ontwaart men eenen gevoeligen schok. Als de kolom en de platen groot genoeg zijn, kan men er metalen draden door smelten, en vele andere zaken meer. De uiteinden A en B noemt met polen, de koperen plaat de

negative, en die van zink de *positive* pool. — De werking eener zoodanige kolom van 200 paren, kort nadat men dezelve heeft opgestapeld, is verbazend, en de schok, dien dezelve veroorzaakt, bijna niet te verdragen; doch indien de aanraking onafgebroken geschiedt, gevoelt men een' doorgaanden *elektrieken* stroom, zoodanig als bij de werking der gewone *elektriseer-machines* tot nog toe niet bespeurd is. — Het water wordt ook door de werking dezer kolom gereedelijk ontbonden (*gedecomponeerd*), en wel op deze wijze: men neme eene glazen buis, ter wijidre van een half duim of een duim, en eenige duimen lang, ter wederzijde open, welke openingen, nadat de buis met zeer zuiver water gevuld is, door kurken wel gesloten worden; dan steke men door iedere kurk een koperdraad, met de punt in het water, zoodat de punten op een of twee duim afstands van elkander in het water staan; vervolgens make men boven aan de kolom een koperdraad met een' knop in eene horizontale rigting vast, hange daaraan deze glazen buis bij een der koperdraden, en verbindte het andere koperdraad door eenen geleider aan het onderende der kolom; terstond zal men het ontbondene (*gedecomponeerde*) water, in duizende luchtbelletjes, van de zinkpool zien oprijzen, welke belletjes de ontvlambare lucht (*gaz hydrogène*) als het eene bestanddeel van het water, uitmaken, terwijl de koperpool de *gaz oxygène* voortbrengt, welke niet oprijst in belletjes, omdat zij te veel verwantschap met de metalen heeft, en daardoor zich met het koper verbindt, en zichtbaar oxydeert. Wanneer men, in plaats van koperdraad, twee platina-draadjes gebruikt, dan ver-

verkrijgt men bij het eene draadje de *gaz hydrogène*, en bij het andere de *gaz oxygène*, die beide in belletjes oprijzen, want het *oxygène* verbindt zich niet gereedelijk met de platina. Voorts heeft men met eene kolom van 200 paren van zulke vierkante platen, iedere zijde van 5 duim, meer dan 20 duimen dun ijzer- of citerdraad gesmolten. Tot het trekken van vonken en het smelten van ijzerdraad of fijn gouddraad, worden handgrepen vereischt, welke ik u zal mededeelen. Om de vonken te trekken, neme men, zoo als ik reeds met een woord zeide, een gebogen koperdraad, ter dikte van niet minder dan een' pijpensteel, aan het eene einde met eene punt voorzien; dit koperdraad plaatse men aan het onderste deel der kolom, en buige het om, ten einde men met de punt de kanten van eene der bovenste schijven rake, alswanneer zich een klein vonkje zal vertoonen. Als de kolom niet zeer groot is, kan men geen ijzerdraad, maar nog wel gouddraad smelten, dat men van de zijde, waarom het gesponnen is, afrolt; van dit afgewondene gouddraad make men slechts een klein stukje vast aan het einde van het evengezegde koperdraad. Ook gelukt het vrij wel met een klein reepje goudblad: hiertoe plaatse men op de bovenste zinkplaat een ijzeren of glazen bakje, dat door een omgebogen ijzerdraad van binnen gemeenschap met de zinkplaat verkrijgt; hierin doet men eenig zuiver kwik: wanneer men dan het koperdraad van onderen aan de kolom brengt en voorts zoodanig ombuigt, totdat het stukje gouddraad of reepje goud, dat aan het boveneinde vast is, alleen het midden van het kwik raakt, zoo zal hetzelfde bij iedere aanraking met eene lichte vonk

vonk verbranden; men moet hier een ijzeren bakje of een glazen bakje met een' ijzeren geleider nemen, omdat het kwik veel verwantschap met koper heeft, en zeer weinig met ijzer. Om den schok van de kolom te voelen, dient men de handen altijd eerst nat te maken.

Men bezigt thans ook, en, zoo als men verzekert, met veel vrucht, de werking dezer kolom ter genezing van hardhoorigen en doofstommen, waaromtrent het te wenschen is, dat ook door deskundigen meerdere proeven mogen worden genomen.

Jantje. o, Lieve *Meester!* nu weet ik niet meer of ik iets hoor of niet, zoo verbaasd is hetgene gij daar zegt voor mij. Begrijpen kan ik het niet. Ik ben alleen ten hoogste verwonderd.

Mr. Dit is mij niet vreemd. Ik kan wel begrijpen, dat u dit moet onrzetten. Met der tijd zult gij, hoop ik, alles wel nader en meer volkomen bevatten. Alleen moet ik nog het volgende aanmerken.

Daar de kolom, zoo lang de lappen vochtig blijven, zich zelve weder herstelt, als zij haren stroom ergens heeft aangewend, is ook deze stroom sterker dan die van eene gewone *machine*; de schokken zijn daardoor ook geduriger en doordringender; doch zoodra de lappen, door het drukken van de eene plaat op de andere, droog worden, houdt de werking op. Om dit ongemak te voorkomen, hangt men dezelfde platen in bakken of troggen naast elkander, en giet den trog vol met het vocht, dat men tot de lappen gebruikt, en welke men dan trogmachines noemt, en die thans meer en meer in gebruik geraken.

U

U thans, zooveel ik naar uwe vatbaarheid geschikt oordeelde, van de *elektriciteit* verklaard, en de voornamste eigenschappen derzelve opgegeven hebbende, willen wij dit, als naar gewoonte, besluiten met eenige

L E E R I N G E N .

Door hetgene wij opgemerkt hebben, ten aanzien van de opwekking der *elektriciteit* door wrijving, verklaart men het knappende geluid en de zichtbare vuurvonkjes, welke men, bij het vuur zittende, met zijden kousen aan de beenen, door het wrijven derzelve met de hand, gewaarwordt; zoo ook, wanneer men het haar van eene kat in het donker strijkt.

Door het aantrekkend en ^astootend vermogen dezer stof, ziet men poppetjes tusschen twee koperen platen dansen, schelletjes schellen, enz.

Door de lading der *Leydsche flesch* toe te passen op verscheidene werktuigen, kan men vele kunstjes en gemakkelikheden verrigten, die verschillende aangename en bewonderenswaardige proeven opleveren, te veel om hier aan te voeren, en welke in de Werken van Cuthberson en anderen te vinden zijn.

NE-

NEGENTIENDE ZAMENSpraak.

Over de toepassing van het voorgaande op de verschijnselen in den dampkring.

Mr. Zijt gij daar, jonge Natuurkenners! wel, hebt gij nog weleens ernstig het in de vorige Zamenspraak behandelde overdacht?

Jantje. Dat geloof ik, *Meester!* wij hebben ons heel veel vermaakt met het wrijven van glazen buizen en zijden linten, en, na eenig sukkel, dat door niet genoegzaam droogen was toegekomen, is het ons zeer wel gelukt. Vader heeft beloofd, ons, bij gelegenheid, eene kleine *machine* te zullen koopen: o! wat zullen wij dan een vermaak hebben! Vader heeft ons verteld, eens met twaalf personen hand aan hand gestaan te hebben, en toen kregen zij alle tegelijk een' slag of schok door hun ligchaam, dien zij meest in de armen voelden, zoodat zij zich alle tegelijk loslieten. Zeg ons toch eens, hoe dat toegaat?

Mr. Dat zal ik u zeggen: het is de schok van de *Leydsche flesch*, dien men door twaalf personen, ja, al waren er ook vijf en twintig of vijftig, als zoo vele geleiders, laat heengaan. Wanneer de opgehoopte stof van de binnenzijde van de flesch gelegenheid vindt, om naar de buitenzijde toe te komen, langs geleiders, zoo doet zij het terstond, al waren deze ook nog zoo lang;
en

en zoo waren, in dit geval, de menschen de geleiders van de binnen- naar de buitenzijde, en wel aldus: de laatste man houdt, of, zijne hand tegen de buitenzijde van de flesch, of, heeft een koperen kettingje in de hand, dat aan de buitenzijde vastzit; de eene geeft vervolgens de hand aan den anderen, om den geleider van menschen geheel te maken, tot den eersten man toe; deze raakt, of, met de hand, of, met eenig geleidend ligchaam in zijne hand, den knop E, *Fig. 70*, aan, welke gemeenschap heeft met de stof der binnenzijde, en in dit oogenblik springt de stof met geweld over op de hand, en gaat alzo dwars door al de lichamen heen, langs de armen, totdat zij eindelijk, door de hand van den laatsten man, de begeerde plaats, de buitenzijde der flesch namelijk, bereikt; en al wat zij in dien weg ontmoet, krijgt den *elektrieken* schok, die bij het menschelijk ligchaam meest in de gewrichten der armen gevoeld wordt. In dit geval doen de menschen, die hand aan hand staan, hetzelfde, als ik u van de gebogene koperen stang G zeide, en volgens de nieuwe leer van de glasachtige en harsachtige *elektriciteiten*, is alles hetzelfde: de glasachtige stof vloeit langs de geleiders voort, om zich met de harsachtige aan de buitenzijde te verbinden, en het evenwigt te herstellen, dat is, de gewone *elektrische* stof, uit deze twee beginsels bestaande, weder daar te stellen.

Laat ons nu eens, hetgene wij tot hier toe verhandeld hebben, toepassen ter nadere verklaring van de luchtverschijnselen, als regen, donder, bliksem, enz., en onderzoeken, en welk eene rekening men maken kan op eenen rijzenden en dalenden *barometer*, betrekkelijk het weder.

Om

Om de reden te verstaan hoe de dampen oprijzen en dan de wolken maken, dient gij u wel te herinneren, wat ik van de dampwording of koking, bij het verklaren der warmtestof en van het opklimmen van rooden wijn in water, gezegd heb. Bij een' ketel, die op het vuur staat te koken, ziet gij de dampwording en opklimming zeer duidelijk door de tuit gebeuren; doch dit heeft niet alleen plaats bij heet kokend water, maar zelfs bij hetgene wij koud noemen: dagelijks klimmen er zichtbare en onzichtbare dampen, zoo uit het water als uit de aarde, naar boven; ook bij winterdag is de warmtestof altijd in het water werkzaam, om hetzelfde nog meer vaneen te scheiden; maakt altijd aan de oppervlakte waterdeelen los, die in veërkrachtigen damp overgaan, en alzoo, ligter dan de lucht geworden zijnde, naar boven moeten rijzen; zelfs het ijs, geheel aan de lucht blootgesteld, schijnt te verdampen, want het vermindert van tijd tot tijd. Wanneer de damp oprijst in eene lucht, die even zoo warm of warmer is dan het water of vocht, waaruit zij ontstaat, dan is zij geheel onzichtbaar, dat is, zij behoudt haren volkomen veërkrachtigen staat; maar is de lucht minder warm, of kouder dan de stof, waarvan de damp komt, dan verdikt de damp en wordt zichtbare wasem, zoo als wij uit de tuit van eenen ketel met kokend water zien opgaan. De warmtestof, welke zich in alle lichamen bevindt, zou de druipende vloeistoffen, waarin zij reeds den zamenhang, of wel de aantrekking der deelen onderling, meerendeels, verbroken heeft, verder doen uitzetten, en dus tot damp doen overgaan, zoodat er geene druipende vloeistoffen meer zijn zouden, ware het niet, dat de lucht, door

door hare zwaarte of drukking, deze poging der warmtestof verhinderde, en de vloeistoffen te zamenpersende, in eenen druipenden staat onderhield. Zonder deze drukking waren er geene druipende vloeistoffen; alle lichamen zouden vast of veërkrachtige vloeistof wezen; water zou er niet zijn, alleen ijs en waterdamp; dat er nu water is, daarvan is de persing der lucht de oorzaak. Wanneer ik eens eene luchtpomp hebben zal, kan ik het u duidelijk aantoonen; een glas met een weinig laauw water zal, de lucht rondom hetzelfde weggenomen zijnde, oogenblikkelijk in damp veranderen en koken. Wat moet er nu gebeuren, om in de Natuur dampen uit de druipende vloeistoffen te doen ontstaan? Alleen dit, dat de drukking der lucht zoo veel verminderd wordt, dat de werking der warmtestof, in de druipende vloeistof aanwezig, die der persing te boven ga; of dat de warmtestof in het water, of andere druipende vloeistof, zoodanig vermeerderd worde, dat zij de persing der lucht overwinne, en hierdoor eene veërkrachtige of luchtvormige vloeistof make, welke daardoor, ligter dan de lucht geworden, even zoo in dezelve opklimt als de roode wijn uit den hals van een klein fleschje in het water doet. De zoogenoemde geesten van vloeistoffen, als wijngeest (*spiritus vini*), bevatten in zich meer warmtestof, dan het water, de melk, enz.; deze dan worden ook veel eer damp dan water, en vervliegen (zoo noemt men deze dampwording in de zamenleving) bij de minste vermeerdering van warmte, sommige zelfs bij de minste vermindering van de drukking des dampkrings, bij voorbeeld: in den sterksten wijngeest (*æther*) is de warmtestof zoo sterk werkzaam, dat, wanneer men

dien brengt op zeer hooge bergen (alwaar de drukking der lucht zoo veel minder dan beneden is), bij voorbeeld op de *Alpen*, en het fleschje, waarin dezelve besloten is, opent, hij terstond vervliegt, dat is, damp- of luchtvormig wordt, zoodat, bij eene drukking van den dampkring, niet sterker dan op de *Alpen*, er geen *ether* kan zijn. — Zoo heb ik u dan de dampwording kortelijck verklaard. Doch hoe worden nu de dampen door koude verdikt, en hoedanig vermengen zij zich met de lucht? Hebt gij wel gezien, hoe glas of aardewerk, dat van eene koude plaats in een warm vertrek geplaatst wordt, waar veel menschen zitten, die, door hunne uitwaseming, vrij wat damp in het vertrek brengen, beslaat, en even als met een vocht overdekt wordt?

Jantje. Ja, *Meester!* dat heb ik dikmaals gezien; nog onlangs, dat er gezelschap bij ons was, bragt de meid eenige kelkjes binnen, die schoon en helder geweest waren, doch, in de kamer gebragt, er geheel bewasemd uitzagen.

Mr. Welnu, vriendjes! zoo gij u al het vorige herinnert, zal de reden hiervan, dunkt mij, voor u klaar zijn; doch eene herhaling van deze belangrijke kennis kan hier van nut wezen. Immers, de lucht van de kamer is vol damp; welke damp, door de lucht van de kamer verspreid, in eenen luchtvormigen en dus onzichtbaren staat, zoo als ik u in het begin der Veertiende Zamenpraak heb leeren onderscheiden, ook op de kelkjes rust; deze, zeer koud zijnde, hebben veel minder warmtestof dan de dampen, die dezelve omringen, welke dampen niet dan water zijn, door warmte tot damp uitgezet; dus moeten deze dampen warmte aan het glas me-

mededeelen, en verliezen daardoor te veel warmtestof, om zich in den staat van veërkrachtigen damp te kunnen onthouden; zij vloeijen dus te zamen in vochtdeeltjes, waardoor de kelken beslaan. Even zoo gaat het met de dampen in de lucht: indien deze te veel warmte verliezen, kunnen zij geen damp blijven, maar vloeijen te zamen tot druppelen water, die in regen nedervallen; deze zamenvloeiing zou nog menigvuldiger plaats hebben, zoo niet de wolken of dampen boven in de lucht nog door warmte uitgezet waren, of door *elektriciteit*, die, zoo als wij gezien hebben, de kleine deeltjes, even als de vlierpit-ten balletjes, van elkander houdt, en dus de zamenvloeiing dikwerf belet.

Ten aanzien der vermenging van de dampen met de lucht, hebben groote Natuurkundigen altijd gemeend, dat de lucht dezelve oploste, even als water zout oplost; doch nieuwere en zeer nauwkeurige Natuuronderzoekers, als Gay-Lussac, Dalton en anderen, gelooven veel reden te hebben, om dit niet als eene ware chemische oplossing te beschouwen; zij meenen door vele proefnemingen opgemerkt te hebben, dat de dampen als in de lucht indringen, misschien wel even als water in broodsuiker, drooge asch, enz., indringt, en, de lucht als aanklevende, worden opgehouden in eenen luchtvormigen of onzichtbaren staat, dat zij, als door de lucht opgehouden moettende worden, de lucht kunnen verzadigen, en dus meer damp aangevoerd wordende, zij te zamenvloeijen in eenen zichtbaren staat, zoodanig echter, dat alles afhangt van de *temperatuur* of warmtegraad der lucht, en niet van hare digtheid, zoodat, bij eene zelfde *temperatuur*, een kubiek voet lucht altijd

dezelfde damp-massa bevatten zal, onverschillig of de lucht zeer digt of zeer ijl is; werkende de dampen in derzelve onzichtbaren staat met eene eigene veërkracht, die natuurlijk slechts van de warmte af kan hangen; alleen wordt de dampwording spoediger bewerkt in eene ijle, dan in eene zeer digte lucht: deze biedt noodwendig wederstand aan derzelve veërkracht, en indien de drukking zoo sterk is, dat zij de veërkracht der dampen overwint, kan er geene verdamping meer plaats hebben; vandaar, dat dampen tot water of waterbelletjes, dat is zichtbare damp, wederkeeren, zoodra de drukking vermeerderd of de warmte verminderd wordt, gelijk ik u reeds in het begin der Veertiende Zamenspraak gezegd, en nu zoo even nog herhaald heb.

Dewijl de luchtlagen aan de oppervlakte der aarde altijd warmer zijn, en vooral als de zon er op werkt, en zij daardoor meer uitgezet en ligter worden, zoo moeten zij dan ook gedurig naar boven gaan, terwijl minder warme nederdalen, om dezelve te vervangen; zij voeren dus van zelve de dampen, waarmede zij bezet zijn, naar boven, waarbij de mindere drukking, die de lucht hooger uitoefent, de veërkracht der dampen vermeerderd. Koude ondertusschen doet dezelve in zichtbaren damp, dat is wolken en nevel, overgaan. Daar wij nu gezien hebben, dat de warmte de opneming der dampen in de lucht bevordert, zoo heeft eene warme lucht niet alleen meer geschiktheid, om dezelve te bevatten, maar ook om ze spoedig naar boven te voeren. Gij begrijpt dus waarschijnlijk reeds, dat, om iets van het weder te voorzeggen, men naauwkeurig acht moet geven, hoe het met de lucht gelegen

is,

is, of zij al veel water heeft opgenomen, ja, dan neen. De digtheid of zwaarte der lucht wordt door den *barometer* aangewezen, welke rijst, wanneer de lucht zwaar of digt wordt, en daalt, als de lucht ijl of ligt is. Vanhier, dat bij een' hoogen *barometer* de lucht meer drukt en tegenstand biedt aan de dampen, en dus het damp worden moeilijk maakt; zoo als wij gezien hebben, dat de drukking van de lucht de dampwording hinderlijk is; waarom wij dan ook, over het algemeen, bij eenen hoogen *barometer* goed weder te wachten hebben. Wanneer de lucht ligt is en ijl wordt, worden de dampen spoedig aangevoerd, en hebben dezelve dan gelegenheid de lucht eerder te verzadigen en spoedig te overladen, waardoor zij die loslaat, en het weder wordt dampig en wolkig; waarom wij bij eenen lagen *barometer* meestal slecht weder te wachten hebben. — Ten einde min of meer rekening te maken op het al of niet verzadigd zijn der lucht met dampen, waarop alles aankomt, zoo moet men vooral op de windstreek acht geven, of dezelve van eene vochtige of wel drooge plaats komt; zijnde bij ons de zuidweste- en westewinden, welke de lucht, die boven de groote zeeën hangt, ons aanbrengen, luchten, meeren-deels geheel vol met water, zoodat zij niet meer opnemen kunnen, daarom gemeenlijk de regenwinden. De noordooste-, ooste- en zuidoostewinden, daarentegen, komen van hooge en drooge Landen, alwaar zij met weinig vochten bezwangerd zijn; deze kunnen dus onze overtollige dampen opnemen en schoon weder aanbrengen; zoodat het bij eenen hoogen *barometer*

meter regenachtig weder kan zijn, indien de wind uit eenen vochtigen hoek komt, of ook van warme streken, bij ons kouder lucht ontmoet, die de dampen doen te zamenvloeijen; terwijl het ook, omgekeerd, bij eenen lagen *barometer* schoon weder zal kunnen zijn, als de wind droogte aanbrengt, en dus vele dampen opnemen kan. — Wanneer, bij tusschenpoozenden regen, de waterplassen op den grond schielijk opdroogen, kan dat mede ten blijke verstreken, dat de lucht vrij droog is, en nog vrij wat water kan bergen, en dit is dus gemeenlijk een gunstig teeken van schoon weder.

Na dit vooraf gezegd te hebben, zullen wij meer bepaaldelijk over den *barometer* spreken, en de oorzaken van deszelfs rijzing en daling nagaan.

Heintje. Dat weten wij immers reeds, *Meester*? De *barometer* rijst, als de lucht zwaarder of digter ineen wordt, en daalt, als zij ijler en dus ligter wordt.

Mr. Dat is zoo; maar ik bedoel iets anders, namelijk het kennen van eenige oorzaken, die de lucht zwaarder of ligter maken.

1. *De lucht wordt zwaarder*, wanneer derzelve deelen digter ineengedrongen worden, door de toevloeiing der naburige luchtkolommen, welke, als zoo vele tot elkander loopende luchtstroomen, de lucht als ineenschuiven; bij voorbeeld: wanneer, door een' gedurigen stroom van zuidweste- en westewinden, de lucht boven de noordelijke en oostelijke Landen al meer en meer opeengeschoven wordt, zoodat deze wind, als ware het, uitslijt, en er dus allengs stilte en vervolgens weder een zachte stroom van het oosten naar het westen geboren wordt, dat is

005-

oostewind, zoo zal de *barometer* voorzeker rijzen, en dus meer zwaarte der lucht aanrekenen, terwijl het aangename en schoone weder ons verkwikken zal. Alle noorde- en noordwestewinden schijnen in ons Land de lucht zwaarder te maken, doordien de *barometer* dan meest altijd rijst. Ook wordt de lucht zwaarder, wanneer dezelve vreemde deelen inhoudt, die niet met haar verbonden zijn; zoo als men dezelve dikmaals bij eenen zwaren, droogen mist waarneemt.

2. *De lucht wordt ligter*, wanneer zij, minder door naburige luchtstreken gedrukt, zich meer uitzetten kan.

Ook wanneer de lucht vele dampen heeft opgenomen, wordt zij ligter, zoo als reeds door den Heer de Saussure, in zijn Werk *over den Vochtmeter*, met proefnemingen, is aangetoond. Waarschijnlijk is de reden daarvan, dat de waterdamp, in onzichtbaren staat, soortelijk ligter dan de lucht zijnde, ook meer dan de lucht is uitgezet, en zich in dien ijleren staat met de lucht verbindende, dezelve ook ijler en daardoor noodwendig ligter maakt.

Sterke wind moet almede den *barometer* doen dalen, dewijl de lucht, in zulk eenen snellen stroom zijnde, niet met die kracht drukken kan, als waarmede zij, stil zijnde, drukt; zij moet daarom schijnen ligter te worden; en vandaar de lage *barometer* bij wind.

Wanneer wij nu deze oorzaken van verandering in den *barometer* wel overwegen, dezelve toepassen en vergelijken met de naauwkeurigste waarnemingen, zoo zou men omtrent den *barometer* de volgende regelen kunnen opmaken. — Vooraf echter moet ik u doen opmerken, dat het niet

P 4

even-

eveneens is, waar men den *barometer* waarneemt: bij voorbeeld, de bewoners der *Alpische* gebergten zien denzelfen altijd merklijk lager dan wij. Dus moeten wij, om wel over de hoogte of laagte eens *barometers* te kunnen oordeelen, vooraf de plaats weten, waarvan men spreekt, en op elke derzelve de gemiddelde hoogte kennen.

Heintje. *Meester!* wat wil dat zeggen, *gemiddelde hoogte van den barometer?*

Mr. Door gemiddelde hoogte van het kwik in de *barometer*-pijp, verstaat men den stand tusschen het hoogste en het laagste punt, sedert vele jaren waargenomen, en door elkander gerekend; en ziethier dezelve voor eenige plaatsen, welke op zeer verschillende hoogten boven de oppervlakte der zee liggen; want hoe hooger, hoe minder drukking der lucht, dewijl de drukkende luchtkolom dan korter wordt, en dus zoo zwaar niet is; vandaar ook, dat men door *barometers* de hoogten der bergen kan meten; de geheele bewerking daarvan u op te geven, zou uw begrip ver te boven gaan; alleen zal ik u zeggen, dat men den *barometer* waarneemt aan den voet des bergs, en vervolgens boven op den berg, waarna men, den *thermometer* tevens in aanmerking nemende, uit dit alles de hoogten opmaakt; — wanneer de hoogte niet meer is, bij voorbeeld, dan een half uur, zoo kan men, ten ruwste genomen, voor iedere lijn ($\frac{1}{12}$ deel van een' duim) daling van het kwik, rekenen $12\frac{1}{2}$ toises of halve roeden, mits bij de eerste lijn nog voegende één' voet, bij de tweede lijn twee voet, en bij de derde lijn drie voet, uit hoofde, dat de lucht niet alleen minder drukt, naar mate men hooger komt, maar tevens al ijler en ijler wordt.

Gemiddelde hoogten van den barometer.

Engelsche duimen en lijnen van 12 deelen in een' duim.

Aan de oppervlakte der zee,	29 duim. en 11 lijn.		
Te <i>Amsterdam</i> , nagenoeg aan de oppervlakte der zee gelegen,	29 ———	10 —	
Te <i>Parijs</i> , dat 45 toises, of Fransche roeden, van omtrent 6 voeten lang, boven de oppervlakte der zee ligt,	29 ———	7 $\frac{3}{4}$ —	
Te <i>Lyon</i> ,	82 toises,	29 ———	3 $\frac{3}{4}$ —
Te <i>Aix</i> ,	160 ———	28 ———	10 —
Te <i>Geneve</i> ,	181 ———	28 ———	7 $\frac{3}{4}$ —
Te <i>Bern</i> ,	258 ———	28 ———	2 $\frac{1}{2}$ —
Te <i>Munchen</i> ,	298 ———	27 ———	11 $\frac{3}{4}$ —
Te <i>Barèges</i> ,	650 ———	24 ———	2 —
Te <i>Quito</i> , in <i>Peru</i> ,	1470 ———	18 ———	9 —

Daar men waargenomen heeft, dat de *barometer* op den eenen tijd van het jaar veel meer rijst en daalt dan op den anderen, en wel des zomers, even als in de warme Landen, het minst, zoo volgt, dat het verschil tusschen den hoogsten en laagsten stand in de onderscheidene maanden hier te Lande verschillend zijn moet. Ziethier hoe men deze standen bevonden heeft: in Januarij 26 lijnen, in Februarij 23 lijnen, in Maart 26 lijnen, in April 22 lijnen, in Mei 26 lijnen, in Junij 13 lijnen, in Augustus 14 lijnen, in September 17 lijnen, in October 22 lijnen, in November 23 lijnen, en in December 28 lijnen. Men heeft dus noodig bijzonder te letten op het jaargetijde, of de maand van het jaar,

waarin men zich bevindt, en derhalve acht te geven, dat eene verandering in den zomer meer aanmerking dan in den winter verdient. — Op de gemiddelde hoogte hier te Lande, van 29 duimen, 11 of 10 lijnen, vindt men op de plaat van den *barometer* het punt van *veranderlijk* staan, en wanneer de *barometer* boven hetzelfde, en wel tot op 30 duimen en 4 lijnen rijst, vindt men op de plaat *goed weder*, en men heeft dan ook gemeenlijk goed weder, of des winters mist; doch onder het punt van *veranderlijk* dalende, regen en storm te wachten. — Spoedig dalen voorspelt altijd storm, — zeer veel dalen altijd regen. Wanneer de *barometer* tamelijk hoog staat, als op 30 duimen 4 lijnen, en het tevens goed weder is, doch het kwik des nachts daalt, zoo is er waarschijnlijkheid van verandering en regen. Het kwik des daags dalende en des nachts niet weder rijkende, kan men regen vermoeden; wanneer het kwik gedurende twee of drie dagen daalt, zonder veel regen, en dan iets rijst, goed weder; want dan bewijst de weinige regen, dien men bij den lagen *barometer* gehad heeft, dat er eene drooge lucht is, die veel dampen kan opnemen; zoo kan de lucht, bij de minste vermeerdering van zwaarte, die door de rijzing van den *barometer* wordt aangetoond, de dampen beter ophouden en helder weder maken; vermoedelijk wordt er, door het digter worden der lucht, warmte losgemaakt, die de zichtbare dampen weder in staat stelt van door de lucht te worden opgenomen. — Indien het eenige uren geregend heeft en het kwik nog daalt, zal de regen aanhouden; doch des nachts beginnende te rijzen, en daarmede aanhoudende, heeft men goed weder te wachten. — Als het kwik rijst, en het-
we-

weder koeler wordt, krijgt men droog weder; dewijl dit bewijst, dat de dampen verdunnen en dus van het hun nabij zijnde *calorique*, of warmte, medenemen. — Rijst het kwik bij warm weder, zoo heeft men ook goed weder te wachten, doordien de lucht dan, door vermeerdering van warmte, het best tot opneming der dampen geschikt is, en door de vermeerderde drukking meerder dampwording tegenhoudt.

Om nu in het algemeen te doen opmerken, wat men van de hoogte of laagte des *barometers* zeggen kan, zoo moet men letten, dat het hier te Lande, bij deszelfs stand van 29 duimen en 4 lijnen, tot 30 duimen en 3 lijnen, meestal veranderlijk weder is. — Wanneer de *barometer* langzaam en veel rijst, bij voorbeeld, 6 lijnen, of langzaam en veel daalt, zoo heeft men bestendig goed, of bestendig slecht weder te wachten, en bij eene schielijke rijzing of daling, minder bestendig. — Op 29 duimen, of lager staande, storm; — op 28 duimen en 4 lijnen dalende, orkaan; — doch als het dan zeer stil blijft, kan men voor eene aardbeving vreezen. Zoo er gedurende een' storm in den *barometer* slechts eene neiging tot rijzen bespeurd wordt, dat is, dat het kwik van boven bol begint te staan, zoo is dit een teeken van bedaren. Eindelijk moet ik nog aanmerken, dat de *barometer* op zee geregelder werkt, dan op het land, en een goed waarnemer aan de daling des *barometers* eenen naderenden storm voorzien, en daardoor dikmaals schip en volk behouden kan. — Ziet daar eenige regelen, ter voorspelling van het weder, uit den *barometer* opgegeven, voorspellingen, gegrond op de beschouwing (*theorie*)

sic) en de ondervinding van de beroemdste mannen in dit vak. — Maakt van dezelve een nuttig gebruik; doch verzuimt niet, zelve de aangewezen waarnemingen te doen, ten einde meer kundig en bedreven te worden.

TWINTIGSTE ZAMENSPRAAK.

Vervolg van het voorgaande.

Heintje. Daar zijn wij weder, waarde Meester! en nu kunnen wij u zeggen, dat wij reeds zoo op den *barometer* gestudeerd hebben, dat wij het door u opgegevene al vrij goed kennen. Dus doende, zullen wij altijd weten kunnen, als wij uitgaan, hoe het met het weder zijn zal.

Mr. Dat heb ik u niet zeker beloofd; alhoewel gij er des zomers nog al staat op kunt maken, doch evenwel niet geheel. Denkt slechts om hetgene ik u gezegd heb van den staat der lucht, of dezelve droog, of met dampen bezet is; vooral moet men om de windstreken denken, zoo als ik die reeds opgegeven heb. Nog moet ik u op iets doen letten, hetwelk onze vorige stelling, toen wij van de warmtestof spraken, bevestigt, dat, namelijk, bij winterdag, alle regen warmte aanbrengt; want de dampen, te zamenvloeiende van uitgezette belletjes tot waterdruppelen, verliezen al de warmtestof, die zij tot het onderhouden in den staat van damp noodig had-

hadden, welke stof dan losgeworden zijnde, de lucht verwarmt.

Heintje. Dat begrijp ik, Meester! maar des zomers is de regen toch altijd koel, en bezorgt koelte.

Mr. Voorzeker, en niets natuurlijker! Boven in de lucht is het zeer koud, zoodat de toppen van hooge bergen altijd met sneeuw en ijs bedekt zijn. Uit deze koude plaats komt de regen, en vandaar is dezelve dus merkelyk kouder dan de grond, die dan door denzelfden bekoeld wordt. Voorts doet het warme aardrijk den nedergevallenen regen weder uitdampen, en derhalve de lucht en andere lichamen, door het mededeelen van warmtestof, ter bevordering der dampwording, bekoelelen. Dit is ook de reden, waarom het des zomers, bij heet weder, altijd koeler op het water is, dan op drooge gronden: op het water is eene gedurige uitdamping, die de nabijzijnde lichamen van warmte berooft, en dus bekoelt; hetwelk op drooge gronden geene plaats heeft.

Gaan wij nu over tot het verklaren van verdere luchtverschijnselen.

De wolken komen voort uit de veêrkrachtige onzichtbare dampen, welke, door de lucht opgenomen zijnde, naar boven gevoerd worden, doch aldaar, door verminderde warmte, losgelaten worden, en te zamenvloeijen in eenen zichtbaren damp, dien wij wolken noemen. De beroemde Natuurkundige de Saussure heeft bij zijnen togt op de *Alpen* ondekt en duidelyk waargenomen, dat de dampen, waaruit de wolken bestaan, holle waterbelletjes zijn, voorzien van een onbegrijpelyk dun schilletje. Zoo lang nu deze

wa-

waterdampen door warmte, *elektricit*, of andere oorzaken, nog grootere volumen kunnen beslaan, dan dezelfde hoeveelheid lucht, blijven zij zweven ter plaatse, alwaar zij met de lucht in evenwigt zijn. Men kan, naar mijn inzien, dezelve beschouwen als door onderlinge aantrekking naderende, doch door warmtestof, of eenig ander uitzettend vermogen, wederhouden wordende, om elkander geheel te naderen of aan te raken, en daardoor tot waterdruppelen over te gaan, en dus in de spher van werking der aantrekking en afstooting in evenwigt te blijven. Op deze wijze zou men dan de wolken, zoo lang zij niet in regendroppels nedervallen, als bijeen behorende dampvolumen kunnen aanmerken, die, door onderlinge aantrekking en uitzetting, kleiner of grooter van omvang worden kunnen. Misschien worden deze dampen, die de wolken uitmaken, ook wel opgehouden door eene ligte stof, waarmede de waterbelletjes, uit welke zij bestaan, gevuld kunnen zijn, want tot nog toe heeft niemand kunnen waarnemen, waarin dit bestaat, misschien wel met veelkrachtigen waterdamp, die ligter dan de lucht is, en waaruit zij, met de lucht verbonden, bestonden. Het zamengevloede schilletje behoeft dan slechts zoo veel veelkrachtigen damp ingesloten te hebben, als bij de vorming van hetzelfde overbleef, en, door losgelatene warmte, die bij de zamenvloeiing tot water plaats moet hebben, vrij wat uitgezet zijn kan. Indien dit het geval is, dan kunnen ook hierdoor de wolken, zonder nedervallen, in de lucht blijven drijven, zoo als wij dagelijks zien gebeuren. Zoo lang deze belletjes niet te zamenvloeijen, en in regendroppels nederdalen, kan de lucht geheel met wolken bedekt

dekt zijn, en het toch droog weder blijven. Dat de met de lucht in evenwigt hangende wolken rijzen, wanneer de lucht zwaarder wordt, en dalen, bij het ligter worden derzelve, is duidelijk: rijzen de wolken, dan heeft men gemeenlijk geen regen te wachten, en men zegt te regt: de lucht is te hoog om te regenen; doch dalen dezelve, volgt veelal de regen, ten zij eene warme en drooge lucht deze dampbellen weder opneemt, en in onzichtbaren damp verandert, of wel de geheele wolkvolumen uitzet, en weder rijzen doet; zoo regent het ook weleens in de bovenlucht, zonder dat het water op de aarde komt, en eene drooge en warme lucht het water opneemt, en in onzichtbaren damp met haar verbindt.

Wanneer de dampdeeltjes in de lucht bevrozen, en alsdan tot elkander te zamenvloeijen, zoodat de lucht ze niet meer ophouden kan, heeft men *sneeuw*. — Daar ik u zoo even zeide, dat deze dampdeeltjes *geëlektriseerd* kunnen zijn, zoo zijn zij het ook in den bevrozenen staat van sneeuw; trekken elkander dus gedurig aan, en stooten zich onderling weder af: hierdoor worden de kristallen of figuren van de sneeuw geboren. Vandaar zijn de figuren van de sneeuw met ooste- en noordoostewinden het schoonst, dewijl dan de dampkring het sterkst *geëlektriseerd* is.

De vallende regendrop, boven in de lucht bevrozen, maakt den *hagel* uit. De dampen, welke de vallende hagel onderweg ontmoet, vriezen aan denzelfen vast, en vandaar de ruigte van den hagelsteen en deszelfs somtijds zoo verbazende grootte. Mogelijk komen hier nog an-

andere omstandigheden bij, als, bij voorbeeld, wanneer men de vonk van eenen *elektrischen* schok ergens doorlaat, zet zij de lucht reeds zeer merkbaar uit; hoe veel meer moet dit niet in de wolken bij den bliksem geschieden; en daar eene snelle uitzetting veel warmtestof tot zich trekt, moet ook, bij iedere uitbarsting van den bliksem, oogenblikkelijk zware koude geboren worden, en daardoor soms het water van de zamenvloeiende dampbellen in de wolken bevrozen tot hagelsteenen, en als er veel water zamenvloeit, tot groote hagelsteenen, en zelfs stukken ijs; gelijk dikmaals bij donderbuijen gebeurt.

De *bliksem* is niet anders dan de uitwerking der *elektriciteit*. De wolk is opgehoopt met *elektrische* stoffen, en dus het evenwigt in de Natuur verbroken. Deze wolk tracht die stof mede te deelen aan al wat minder heeft, en ook aan de aarde, die *negatief* is in vergelijking van de wolk, die *positief* is, en geeft dus, even als een *elektriseer*-werktuig, in vonken, het overtollige over; welke vonken, in de lucht, stralen van *elektrisch* vuur zijn, bij ons onder den naam van *bliksem* bekend. In eene donderbui is gemeenlijk meer dan ééne wolk boven of naast elkander, alle opgehoopt met *elektrische* stof, die, elkander naderende, dat verschijnsel maken, hetwelk ik u onlangs (in de Achttiende Zamenspraak van dit Deel) van de *conductors* verklaard heb. Zie hier hoe het toegaat. Laat *Fig. 71* eene donderbui voorstellen, slechts uit twee wolken bestaande; dan zal de stof van de wolk A, naar de eene zijde tot de wolk B getrokken wordende, de stof van B verplaatsen naar de andere zij-

zijde (de stof heb ik met tittels aangewezen); dus zal de onderste zijde van de wolk A *positief* en de bovenzijde van dezelve B *negatief* zijn; nu zal de onderzijde van A dit gebrekkige in de bovenzijde van B trachten te herstellen, en aldaar een' bliksemstraal, C, afschieten, terwijl de wolk B, hare *positive* zijde naar de aarde, die *negatief* is, gekeerd houdende, weder bliksemstralen op de aarde afslaat, indien dezelve slechts nabij genoeg is. Hoogten derhalve, als torens en hooge boomen, ontmoetende, stort de bliksemstraal daarop neder; doch veelal is de donderbui te ver van de aarde, om dezelve te bereiken, en doet dan niets dan van de eene wolk op de andere slaan, hetwelk die gedurige bliksems of weêrlichten veroorzaakt, welke geheel zonder gevaar, en bij warme avonden zoo menigvuldig zijn.

Jantje. Nu begrijp ik nog zooveel te duidelijker, waarom gij ons reeds te voren waarschuwde, bij onweders niet onder boomen of nabij torens of hoogten te gaan.

Mr. Dit brengt mij van zelf op den weg, om van de *afleiders* te spreken, welke reeds in het jaar 1752, door den onsterfelijken Franklin, een' man, in de Geschiedenis van *Amerika* met roem bekend, werden uitgevonden. Deze ontdekte zeer toevallig *elektrische* verschijnselen aan de koord van den vlieger van zijn zootje, welke koord bij een opkomend onweder nat was geworden, en kwam daardoor op het denkbeeld, om den bliksem af te leiden. Wij hebben gezien, dat alle metalen geleiders zijn, en dat puntige geleiders de stof langzaam tot zich trekken. Dus kan men ook de *elektrische* stoffen uit de wolken tot zich lokken, door op torens, of hooge

gebouwen, lange staken te plaatsen, van boven voorzien van verscheidene metalen pennen, als in *Fig. 72*; aan welke staken een ketting is verbonden, welke langs den toren loopt, en zoo diep in den grond begraven is, dat hij de wel of het water raakt. Wanneer dan een bliksemstraal den toren nadert, wordt hij door de punten langzaam aangehouden en gebroken, en loopt langs den ketting, als geleider, tot aan het water, dat ook geleider is, alwaar hij zich verdeelt. Men moet vooral zorgen, dat de ketting stevig genoeg is, om niet door den bliksemstraal gesmolten te kunnen worden. Ook behoeft men den ketting niet zoo te stellen als de *Figuur* aanwijst; maar men kan hem langs den stok en vervolgens langs den muur veilig heenleiden. Het is zelfs genoeg, en dit wordt thans veel gedaan, dat men langs de daken van huizen en torens dikke strooken lood legt tot aan het water toe, en dat men dan de nokken, die met lood bedekt zijn, de windwijzers van de schoorsteenen en alle hooge plaatsen der gebouwen, daarmede in verbinding brengt; want punten zijn, om den bliksem af te leiden, niet noodzakelijk. Zoo heeft men het, bij voorbeeld, op het Gemeeneländshuis, of Halfwegen *Haarlem* en *Amsterdam*. De ondervinding heeft nogtans geleerd, dat deze loodstrooken zeer dik moeten zijn, of zij worden door den bliksem gesmolten, en ook wel aan elkander gesoldeerd; want anders zijn zij niet meer in staat onafgebroken voort te leiden, en beveiligen in deze beide gevallen niet meer.

Heintje. Wel, *Meester!* dat is eene schoone uitvinding! doch ik zou bang zijn, dat de bliksem, met zulk een ding op mijn huis, juist naar

naar mij toe getrokken zou worden. — En is het ook geene zonde, dat men onzen Lieven Heers weêr dus bepalen wil, en met dien ketting, als ware het, den weg wijzen, waar het heen moet?

Mr. Ik heb tot hier toe reden gehad uwe oplettendheid te prijzen; doch deze vraag zou mij haast doen denken, dat gij niets van de *elektriciteit* begrepen hadt. De *elektriciteit*, zaagt gij immers, volgt altijd geleiders, en wel bij voorkeur geleiders, die van staal, ijzer of koper zijn. Welnu! de bliksem, weet gij, treft die plaats, welke het hoogste of naaste bij de wolk is: bij voorbeeld, in molens heeft men denzelfden nimmer eerst in de kap zien slaan, maar altijd in eene van de roeden of wieken, die boven de kap uitsteken. Indien men nu een' houten staak of mast boven een' molen, toren of gebouw uitsteekt, wat moet dan noodwendig het geval zijn? Dat de *elektrische* stof der wolk, welke den molen, toren of het gebouw nadert, zich naar deze nabijzijnde punten wendt, en, in plaats van in eenen vreesselijken bliksemstraal neder te vallen, door dezelve, afgeleid en zacht langs den ketting heengevoerd wordt. Wil men van deze breking der bliksemstralen een denkbeeld hebben, men neme eene *Leydsche flesch*, vol stof geladen, en ontlade die met een koperdraad, voorzien van een' knop; dan zal men een' slag hooren, en met vreesselijk geweld het evenwigt zien herstellen; doch neemt men een koperdraad met eene punt, zoo is alles gebroken: men hoort niets, en de stof vloeit zachtens weg. — Wat nu aangaat uwe tweede vraag, deze neem ik u minder kwalijk, dewijl gij kinderen zijt, en door de ontzaggelijke vertooning van donder en bliksem, eer gij iets van derzelve

aard kendet, u daarvan zeker schrikverwekkende verbeeldingen hebt moeten maken, welke niet weinig versterkt zijn geworden, doordien gij waarschijnlijk den donder weleens hebt hooren noemen een bewijs van GODS gramschap, en hebt hooren zeggen, dat GOD op de menschen vertoornd is als het dondert, en dergelijke GOD onteerende beschrijvingen daarvan meer. Doch gij behoort evenwel nu, uit hetgene ik u geleerd heb, reeds te weten, dat dit alles met de waarheid strijdig is, en voor niets meer te houden dan voor het uitwerksel van onkunde en bijgeloof. — Ik bid u, denkt eens bedaard na, wat gij reeds van de luchtverschijnselen geleerd hebt. Heb ik u niet duidelijk verklaard, dat het onweder eene natuurlijke zaak is, voortkomende uit de *elektrische* stoffen in de wolken, welker uitbarsting den bliksem en den donder te weeg brengt? Wat bijzonders is er nu meer in het onweder dan in den regen, de sneeuw, den wind, enz.? Alleen dit, dat de vertooning daarvan, door het vuur des bliksems en het geraas des donders, verschrikkelijker is. Maar is en blijft het evenwel niet een verschijnsel, even zoo natuurlijk als regen, sneeuw, wind, enz.? Wat dunkt u nu, zou het dan ook zonde wezen, dat wij in huizen wonen, en door derzelver dak den regen beletten in het huis te vallen, ja zelfs er goten om heen te maken, door welke wij den regen den weg wijzen, waarlangs hij heen moet? Zeker zult gij zeggen: neen, dat is geene zonde; men zou een volslagen zot zijn, zoo men de huizen ongedekt liet, of zich niet in huizen voor het ruwe weder beveiligde. Welnu, is het dan niet volmaakt zoo gesteld met het onweder, dat een natuurlijk

verschijnsel is, gelijk de regen, sneeuw, wind, enz.? En is het niet even zoo min zonde, de molens, en andere hooge, en dus voor het onweder blootstaande, gebouwen, door *afleiders* voor het inslaan van het onweder te bewaren, als onze huizen voor het inslaan van den regen en de sneeuw met daken te voorzien? Ja is het niet even zoo zot, dat men gevaarlijke gebouwen niet met *afleiders* voorziet, als het zot en belagchelijk zou zijn, uit vreeze van GODS weér en wind in derzelver vrijen loop te bepalen, de huizen ongedekt te laten? En, wat meer is, lieve kinderen! zij, die molens of andere hooge, voor het onweder aan gevaar blootgestelde, gebouwen niet met *afleiders* laten voorzien, zijn ook, wanneer de bliksem dezelve treft en in de asch legt, even zoo weinig te beklagen, als die dweepzieke zot te beklagen zou zijn, welke door een' harden stortregen al de meubelen in zijn huis liet bederven; doordien hij, om onzen Lieven Heers weér paal noch perk te stellen, zijn huis zonder dak had gelaten. Ik sprak evenwel hier met opzet alleen van molens en andere hooge op zich zelve staande gebouwen, bijzonder op het platte land, dewijl het onnoodig zou zijn, in de steden op alle gebouwen *afleiders* te laten maken; omdat de ondervinding leert, dat het onweder hier te Lande zeldzaam of nooit in de huizen der steden slaat. Het schijnt, dat de torens, die meerendeels, uit den aard der bouw, met geleidende stoffen voorzien zijn, als zoo vele *afleiders*, de rondom liggende huizen beveiligen.

Heintje. Dat begrijp ik nu vrij wel, Meester! Maar is het wel zeker, dat de bliksem

sem en de *elektrische* stof ééne en dezelfde zaak zijn?

Mr. Wanneer gij een glas met wijn voor u hebt, en ik neem een pijpje en zuig eenigen wijn uit dat glas, is dat dan dezelfde wijn, dien gij in het glas hebt, of niet?

Heintje. Voorzeker dezelfde wijn; want het is immers een gedeelte van dien, welke in mijn glas was.

Mr. Even zoo zeker is ook de *elektriciteit* dezelfde stof als de bliksem; want wanneer men, in plaats van het pijpje, dat ik ter zuiging van den wijn voorstelde, een' vlieger neemt, van boven voorzien met eene metalen punt, en waarvan voorts het touw of de koord aan hetzelfde met dun koperdraad doorgeloopt is, welke draad met die punt gemeenschap heeft, en dus *elektrische* stof geleiden kan, en men dan dien vlieger in de lucht oplaait, zoo zal de *elektrische* stof, die in de lucht en de wolken opgehoopt is, gedurig naar deze punt trekken, en langs den draad, of de koord, nederstromen; zoodat men, dezelve aan eenen *geïsoleerden conductor* vastmakende, er al de *elektrische* proeven mede doen kan, welke anders de werking van de *machine* daarstelt. Bij het naderen van eene wolk boven den vlieger vermeerderd de *elektriciteit* van den vlieger merklijk. Dit onderzoek met den vlieger werd ook het eerst door den straks genoemden Franklin gedaan, en sedert, zoo hier als in andere Landen, menigvuldige malen herhaald. Is dan nu ook deze stof, welke men door den *elektrischen vlieger* uit de wolken trekt, niet dezelfde als die der wolken, welke den bliksem maakt, en dikmaals in kleine blik-

bliksemstralen langs de koord van den vlieger nederstroomt? Gewis; en daarom moet men ook zeer behoedzaam en voorzigtig bij deze proefnemingen zijn en met dezelve te werk gaan. — Behalve dit leert iedere bliksemstraal, die in eenig voorwerp slaat, ons duidlijk en onweder-spreekbaar, dat hij de metalen, als de beste geleiders, even als de *elektriciteit* der *machine*, gereedelijk volgt. Het is alzoo met de hoogste Natuurkundige zekerheid waar, dat de bliksem niet dan een stroom is van *elektrische* stof, even als de vonk van de *Leydsche flesch*, bij derzelver ontlading, en dus, dat de *afleiders*, goed gemaakt zijnde, van de grootste nuttigheid ter beveiliging zijn.

Jantje. *Meester!* zeg ons nu toch eens, hoe komen de wolken zoo *geëlektriseerd*; en wat is het geraas van den donder?

Mr. Het antwoord op deze vragen is nog al moeilijk; evenwel zal ik trachten u een gevoelen mede te deelen omtrent de beantwoording der eerste vraag, dat veel waarschijnlijkheid heeft. Herinnert gij u nog, wat ik gezegd heb, in de Achttiende Zamenpraak, omtrent de oppervlakten der *geëlektriseerde* lichamen, wanneer die, in eenen *geïsoleerden* staat, van uitgebreidheid of grootte veranderen?

Jantje. o Ja, *Meester!* gij hebt ons gezegd, dat als *geëlektriseerde* lichamen, in eenen *geïsoleerden* staat, grooter van oppervlakte werden, zij minder *elektriciteit* vertoonden, en kleiner wordende, daarentegen sterker *geëlektriseerd* werden; en gaaft ons daarbij de proef met het koperen kettingje op de schalmen op elkander op een glazen tafeltje liggende.

Mr. Zeer wel onthouden. Welnu: de dampen,

pen, die van de aarde oprijzen, voeren met zich een gedeelte *elektriciteit*, eigen aan hunnen staat, en naar mate hunner mindere of meerdere uitgebreidheid; daar nu de warmte boven in de lucht vermindert, moeten deze oprijzende dampen allengskens minder uitgebreidheid verkrijgen, totdat zij, in de hoogere en koudere luchtgewesten, tot water, in de gedaante van kleine belletjes, die de wolken uitmaken, overgaan. In dezen staat meer bijeengedrongen, dan toen zij door warmte uitgezet van de aarde oprezen, moeten zij, als eene kleinere oppervlakte uitmakende, in eenen *geïsoleerden* staat, omdat de lucht niet geleidt, als wolken *geëlektriseerd* zijn, en wel *positief* of stellig. Aldus moeten, bij zeer warm weder des zomers, de wolken bestendig *geëlektriseerd* zijn, en wij dikmaals donder hebben, hetwelk in den winter geene plaats heeft, doordien de dampen, vooreerst, dan minder oprijzen, en, ten andere, door de koude reeds nabij de aarde even zoo dicht bijeen zijn als boven in de lucht, dewijl de koude der bovenlucht, die des zomers zeer aanmerkelijk verschilt bij die van beneden, des winters weinig onderscheid heeft; de donderbuijen, die wij weleens des winters hebben, komen van warme gewesten naar ons overwaaijen. Dus is bijzonder warm weder, en vooral eene benaauwde warmte of drukkende lucht, een voorteken van donder; en geen wonder; want hoe warm ook de lucht aan de oppervlakte der aarde zijn moge, zij is en blijft boven altijd zeer koud, gelijk ons de nimmer geheel wegs meltende sneeuw op de zeer hooge bergen bewijst. Hoe warmer dan de lucht beneden bij den grond of de aarde is,

is, hoe uitgebreider en menigvuldiger de dampen zijn, en dus de inkrimping in de koude bovenlucht zooveel te sterker; en naar mate die sterker is, wordt de oppervlakte kleiner, en de *elektrische* stof zooveel meer opgehoopt, ter vorming van zware donderbuijen. — Wat nu aanbelangt het geraas van den donder, dit is gedeeltelijk de slag, welken de uitbarsting der *elektrische* vonk, of des bliksemstraals, in de wolken veroorzaakt, even als ook de *Leydsche flesch*, bij derzelver ontlading, een' slag geeft; welke slag het gevolg is van de eensklaps sterk uitgezette lucht, die bij alle *elektrische* uitbarstingen plaats heeft, en bij den bliksem zoo geweldig is, dat zij dikwerf vele voorwerpen omverwerpt en ter nederslaat, zonder dezelve eigenlijk te treffen. — Deze slag doet het geluid veroorzaken, dat, wederkaatsende tegen bergen, wolken, enz. de rommeling der donderslagen te weeg brengt; waarbij, volgens het gevoelen van sommige Geleerden, nog andere Scheikundige redenen in aanmerking komen. Door de wederkaatsing tegen de bergen heeft men in de bergachtige Landen ook de zwaarste donderslagen.

De *wind*, zeide ik u reeds te voren, is niet anders dan een stroom van lucht, even als het water eener stroomende rivier. En daar nu (gelijk ik u bij de verklaring der lucht heb aangetoond) de zwaarte en veërkracht derzelve altijd het evenwigt herstelt, en dus, alwaar de lucht, door warmte of andere oorzaken, ijler is dan de naburige, daar naar toe tracht te stroomen, en zulks ook werkelijk doet, zoodra hare meerdere zwaarte de veërkracht der ijlere lucht overwint, zoo veroorzaakt dit een' luchtstroom, wel-

ken wij *wind* noemen. De wind is dan de lucht zelve, en wij voelen die zelfs bij het stilste weder, als wij hard loopen. Men noemt de streken, waaruit hij waait, naar de vier hoofdstreken, des hemels, als noord, oost, zuid en west, of tusschen dezelve, als noordwest, zuidoost, enz. Men ontdekt de plaats, van waar hij waait, door het drijven des rooks, door het draaijen der vlaggen van schepen, weêrhanen op torens en huizen, enz.

Jantje. Ook zeker aan het drijven der wolken, *Meester!* dewijl die, als in de lucht hangende, ook derzelve stroom volgen moeten?

Mr. Zij volgen wel den luchtstroom, waarin zij hangen; maar deze stroom is, boven in de lucht, dikmaals geheel anders dan de windstreek beneden, en dus drijven de wolken boven somtijds geheel anders dan beneden de luchtstroom loopt. Evenwel gebeurt het meest altijd, dat de wind beneden den bovenstroom volgt, en derhalve weldra beneden even zoo waait als de wolken boven drijven.

Jantje. Voor niets ben ik meer bevreesd, dan voor die ijsselijk harde *stormwinden!* o! Die zijn zoo akelig, en het is even alsof daardoor alles het onderste boven gekeerd wordt.

Mr. Voor deze vrees, Jantje! is vrij wat meer reden, dan voor die voor den donder. Want, inderdaad, de stormwinden doen dikwerf meer schade in één uur, dan de donder en bliksem in vele jaren achtereen. De ijsselijkste verwoestingen worden, zoo te land als ter zee, door de felle winden aangeregigt. Doch het gaat met den wind als met meer andere zaken in de Natuur. Kan de schade,

de, die hij aanrigt, groot zijn, zooveel te grooter is ook het nut. — Behalve dat de *wind* noodzakelijk is, als zijnde de lucht zelve (en zonder lucht kan geen schepsel leven), zoo is het nut des winds zeer in het oogloopende. De wind doet onze zaag-, water-, pel- en pletmolens bewegen; hij stuwt onze rijkgeladene schepen over de zeeën, ter bevordering van den koophandel; doch bovenal bevorderen sterke winden zeer de gezondheid, vooral van de stedelingen. Zonder dezelve zou de lucht in de steden, door de vele ademhalingen, verbrandingen, verrottingen, enz. bedorven tusschen de huizen blijven hangen, en binnen kort voor de bewoners derzelve doodelijk zijn. De stormen jagen deze bedorvene lucht uit alle straten en van alle grachten weg; doen dezelve door de zuivere lucht van het veld, of van afgelegene Landen, verwisselen, en bevorderen daardoor niet weinig de gezondheid. Zoo nuttig en noodzakelijk zijn dan de anders akelige stormwinden! Zoo goed is de lieve GOD, dat Hij de verwoestende Natuurverschijnselen toch ten algemeenen nutte, ten zegen van het menschedom, heeft ingerigt!

Wat *dauw* en *mist* is, moet ik u nu nog verklaren. — Wanneer het een mooie zomersche dag, en de grond door eenen voorafgaanden regen bevochtigd is, heeft men ook gemeenlijk des avonds den meesten dauw, en daarvan is de reden hierin gelegen: zoo lang de lucht, en vooral nabij de oppervlakte der aarde, door de zon verwarmd wordt, is zij in den besten staat, om de uit het aardrijk en uit het water, als van meren, slooten, enz. menigvuldig opklimmende waterdampen, op te nemen en met

met zich te verbinden, zoodat zij helder en doorschijnend blijft; doch zoodra de zon ondergegaan, en daardoor de warmte verminderd is, is deze thans bekoelde lucht minder ter opne- ming geschikt geworden, en kan dus alle damp- deelen, welke door de warmte met haar verbon- den waren, niet meer opgelost houden, laat de- zelve los, en de lucht nabij den grond, welke den meesten waterdamp bevat heeft, moet on- doorschijnend en dampig worden. Hier komt bij, dat, door de nog overgeblevene warmte in het water en in de aarde, de uitdamping des avonds en den ge- heelen nacht door blijft voortgaan; welke damp dan even zoo min door de lucht kan worden opgehou- den, omdat hij dadelijk bij deszelfs oprijzing reeds warmte verliest, daardoor verdikt wordt, en, als een nevel, zichtbaar zich vertoont, welchen wij dan *dauw* noemen. Vandaar is het, dat men op het land, bo- ven de slooten, den sterksten dauw ziet, dewijl uit het water zelf natuurlijk meer dampen oprijzen, dan uit het land of de aarde; waarom men ook bij het vallen van den avond dezelve het eerst uit de slooten, als een' rook, ziet opkomen. Deze damp, of dauw, hoe langer hoe meer van warmte beroofd, wordt eindelijk te zwaar, om zich in de lucht op te houden, en valt neder; waardoor het aardrijk even als met eenen zachten regen bevochtigd wordt, en dus de gewassen der velden met een voor derzelver groei zoo heilzaam vocht verkwikt en voor het te sterk uitdroogen bewaard worden. Het be- vochtigen of bedauwen der planten en andere voor- werpen wordt nog door iets anders te weeg ge- bragt; dat is, door de afstralende warmte; en let- ten wij nu op hetgene ik in de Zeventiende Zamen- spraak

spraak daarvan zeide, dan bewaren glimmende lig- chamen veel meer derzelve warmte, omdat zij min- der afstralen, dan donkere, en vandaar ook, dat zeer glimmende metalen de dauwdampen minder op zich doen te zamenvloeijen, dan andere, en dus minder of zelfs zeer weinig dauw op zich ver- toonen; wanneer de lichamen zullen kunnen af- stralen, moet het weder op andere zijn, welke deze warmte ontvangen kunnen; zijn er nu wolken aan den hemel, zoo stralen ook al de aardsche voorwerpen warmte af naar deze wolken, en deze geven ook weder stralende warm- te terug; echter alleen als zij in het toppunt zijn, anders niet; zoodat bij een' bewolkten hemel de grond niet gereedelijk bekoeld kan worden, doordien de wolken te veel teruggeven; doch bij een' helderen hemel stralen alle voorwerpen en de grond op elkander en in de lucht af, en bekoelen dus het meest, en doen den dauw op de planten en gewassen veel meer te zamen- vloeijen, dan bij eene betrokkene lucht.

De *mist* is veelal als eene wolk, die tot op de aarde is neêr gedaald. Soms valt hij nat neder, doch ook somtijds blijft hij droog, en is dan wel het sterkst, zoodat men niet rondom zich zien kan. Zoo betuigen de Reizigers, die hooge bergen, als die der *Alpen*, enz., welker kruinen dikwerf hooger dan de wolken zijn, beklommen hebben, dat zij, wan- neer zij eene wolk bij den top der bergen ont- moeten, waardoorhenen zij dan verpligt wa- ren op te klimmen, zij zich ook als in eenen mist bevonden, volmaakt gelijk aan dien, welchen wij dikmaals ondervinden, doch meestal een' mist, welke nat maakte, zoodat dikwerf de te zamenge- vloet

vloeide dampdeelen in waterdruppen langs hunne haren en kleederen aflieden. Hierbij komt zeker ook nog, dat, de lucht des winters, en wel bijzonder in het najaar (wanneer er nog vrij wat uitdamping plaats hebben), door de koude minder ter opneming geschikt zijnde, deze uitdamping, even als des zomers bij den dauw, aan de oppervlakte der aarde, als een mist, blijven hangen. Vandaar, dat in dien tijd de warmte der zon (hoe gering ook) dikmaals aan een' dikken mist des morgens over dag nog zoo veel warmte bijzet, dat dezelve genoeg uitgezet wordt, om weder naar boven te klimmen, wanneer men zegt: de mist trekt op, en men dan, wanneer de warmte niet genoeg is om denzelfden volkomen op te lossen en helder weer te maken, den mist over dag boven in de lucht als wolken ziet hangen, welke bij het ondergaan der zon weder nederdalen, en des avonds op nieuws een' mist veroorzaken. Men heeft opgemerkt, dat drooge mist niet geheel op den grond raakt: de reden daarvan kan zijn, dat dezelve geëlektriseerd is, en zich uit dien hoofde van de aarde, die alsdan eene gelijke *elektriciteit* heeft, afstoot.

Hoozen, waterhoozen, zijn wolken, welke, in de gedaante van lange buizen, uit de wolken op de aarde nederhangen, doch zeldzaam plaats hebben. Deze trekken met geweld alles naar boven, en rigten dikmaals groote verwoestingen aan. Zij worden door twee verschillende, tegen elkander werkende, winden, of luchtstromen, veroorzaakt. De wolk, daardoor getroffen, wordt gedeeltelijk in eenen draaikring gebracht, en vormt zich dus trechterswijze naar be-

beneden. De omslingerende deeltjes der wolk krijgen, met de even snel omslingerende lucht, eene middelpuntschuwende kracht, en maken dus van binnen een ijdel, waarin alles door de regtstandige, maar vooral zijdelingsche, persing der lucht opgetrokken, en vervolgens naar boven wordt gevoerd. Ik heb eens geheele hoopen, of roken hooi ineens zien opnemen en tot bij de wolken opvoeren. Het water rijst als eene dikke kolom onder dezelve op, en wordt tot eene groote hoogte opgevoerd, of wel wijd en zijd weggeworpen, zoodat dit opgetrokkene water als een regen nederstort; en daar dikmaals door eene hoos visschen worden opgetrokken, gaat zulk een regen ook weleens gepaard met nedervallende visschen, en wat er ook meer mogt opgetrokken zijn, vreemd aan eenen gewonen regen. Wanneer men dezelve ontmoet, is de veiligste weg, zich plat op den grond te leggen en lage boomstruiken of palen vast te houden, dewijl men anders gevaar loopt, mede naar boven geslingerd te worden.

Het *noorderlicht* is, waarschijnlijk, een *elektrisch* verschijnsel. Ik toonde u, bij de verklaring der *elektriciteit*, dat dezelve in het genoegzaam luchtledige zich verlicht vertoonde, even en met zulke vlammen als het noorderlicht. — Nu is de lucht boven in den dampkring zeer ijel en bijna gelijk aan het luchtledige; zoodat, wanneer *elektrische* stoffen zich daar ophoopen, deze ook altijd zulk een vlamvend verschijnsel moeten maken. Waarom het zich bij ons alleen in den omtrek van het noorden vertoont, en waarom het soms jaren achtereen zeer sterk, en dan weder verscheidene jaren, zoo als nu,

nu, zich bijna geheel niet vertoont, is nog niet opgelost, om er u met zekerheid, en tot genoegzame bevrediging van uwen weetlust, iets van te zeggen.

Dwaallichten, vallende sterren, vuurballen, en welke vurige verschijnselen in de lucht ook meer plaats mogen hebben, zijn alle derzelver oorsprong verschuldigd aan de werking van gezwavelde of *gephosphoriseerde* waterstof en zuurstof, in den staat van ontvlambare en zuivere lucht met elkander verbonden, en waarschijnlijk door een *elektriek* vonkje ontstoken, of op eenige andere wijze in verbinding gebragt. Gij behoeft alzoo niet te vreezen voor eenig vurig verschijnsel in de lucht, hoe akelig het zich, naar uwe verbeelding, ook aan u vertoonen moge; het heeft natuurlijke oorzaken, en is met geen gevaar verzeld. — De dwaallichtjes, waarvan wij zoo aanstonds spraken, hebben dikwijls bijgeloovige menschen verschrikt, en dat zooveel te meer, dewijl ze op moerassige eenzame plaatsen, en vooral op kerkhoven, zich het meest lieten zien, en dan door sommige zotskappen voor de geesten der afgestorvenen, die boven de graven zweefden, gehouden werden. De reden daarvan is ondertusschen zeer natuurlijk: uit de moerassen en doode lichamen wordt veel *gephosphoriseerde* ontvlambare lucht geboren, welke, door deze of gene toevalligheid ontstoken zijnde, brandend rondzweeft. De *phosphorus*, menigvuldig in de lichamen van menschen en dieren aanwezig, wasemt op de kerkhoven en geregtsplassen uit, en verbindt zich met de reus voortgebragte brandbare lucht, waarmede zij veel verwantschap heeft; makende eene *gephos-*

phosphoriseerde brandbare lucht, welke bij de minste gelegenheid ontbrandt, zoodra zij met zuivere lucht, in eene genoegzame warmte, in aanraking komt, en veroorzaakt daardoor dan eens *dwaallichten*, wanneer zij slechts in kleine hoeveelheden wordt aangestoken, dan *vuurklompen*, wanneer eene grootere hoeveelheid lucht in brand geraakt, en dan weder de zoogenoemde *vallende sterren*, enz., wanneer de stof hoog in de lucht ontvlamt. Soms worden bij deze ontbrandingen stoffen vereenigd, welke, hoewel in eenen luchtvormigen staat in de bovenlucht rondzwevende, zich tot steenachtige lichamen zamenvoegen, en de zoogenaamde *luchtsteenen*, die weleens op de aarde nedervallen, uitmaken.

Jantje. Waarom noemt men dan dit vurig verschijnsel veelal *dwaallichten*?

Mr. Omdat de ontstokene stof zich in de lucht als lichtjes, of vlammetjes van eene kaars, vertoont. Reizigers, dezelve ziende, en niet genoeg ervaren in de Natuurkunde, dachten, dat het lantaarns waren, die anderen op den weg voor zich uit droegen, volgden dus weleens dat licht en dwaalden geheel van den weg; van zulke enkele voorvallen is deze naam ontstaan. Daar zij de luchtstof zelve is, die brandt, kan men ze niet opsporen of vangen. Loopt men naar haar toe, zoo stoot men de lucht voort, en de lichtjes vlugten vooruit. Loopt men er voor weg, zoo volgen zij den luchtstroom, en vervolgen de voorhen vlugtenden; hetwelk aan domheid en bijgeloof nog meer grond moet geven, om te denken, dat het iets bovennatuurlijks zij.

Heintje. o, *Meester!* welk eene geruststelling geeft mij deze kennis, doch bijzonder nu

ik er iets van begrijp! Te voren hoorde ik u dat ook wel zeggen, maar had er geen denkbeeld van; doch nu ik de proef der branding van ontvlambare lucht gezien heb, ben ik veel geruster, en zal niets van dien aard meer vreezen, veel minder mij eenige sprookjes daarvan laten wijsmaken.

Mr. Het is mij aangenaam, dat gij het duidelijk begrijpt; want zonder dat is alles niets, en de toestemming is gedwongen. Nu kunt gij op gronden van zekerheid al die vooroordeelen bestrijden, en met teekenen van dien aard lachen, als uit natuurlijke oorzaken voortkomende.

Ten besluite van dit ons gesprek moet ik nog aanmerken, dat het binnenste van onzen aardbol zeer vele holligheden heeft, waarvan vele zwavel, waterstof en warmtestof bevatten, welke, in bergen opening vindende, of door eenige uitbarsting opening makende, zich met de zuivere lucht van den dampkring verbinden en in brand gestoken worden; hetwelk de *brandende bergen* uitmaakt, die in hunne woede eene gesmoltene stof uitstorten, welke men *lava* noemt; werpende, daarenboven, nog vele steenen en asch uit, terwijl een dikke damp in de lucht opklimt en eene verschrikkelijke vertooning maakt.

Dikwerf ondervindt men, bijzonder in den omtrek en de nabuurschap van Landen, alwaar brandende bergen zijn, schuddingen in den grond, zoodat, somtijds, huizen instorten, ja, geheele verwoestingen aangerigt worden, hetwelk men *aardbevingen* noemt. Waarschijnlijk is dit verschijnsel toe te schrijven aan ontstokene *hydrogène* of waterstof, welke, door de eene of andere oorzaak, warmte genoeg bekomen heeft, om zich met

oxy-

oxygène te vereenigen en verschrikkelijke uitbarstingen daar te stellen; zoo als deze *hydrogène*-lucht dikmaals in de koolmijnen voorhanden is, en, bij ontbranding, vele verwoestingen aanrigt; welke uitbarstingen zulk eene uitzetting veroorzaken, dat de korst der daarboven liggende aarde dreunt of beeft. Of mogelijk vormt de Natuur aldaar mengselen van salpeter, kool en zwavel, die zich menigvuldig in de aarde bevinden, en, door de warmtestof aangestoken, even als het buskruid, uitbarstingen maken, en die dreuning of aardbeving veroorzaken, welke meestal met een onderaardsch geluid gepaard gaat.

Hiermede zullen wij onze verklaring van de luchtverschijnselen staken, en rust nemen tot eene volgende gelegenheid. Erkent gij intusschen gods goedheid en grootheid, overal zoo blijkbaar op te merken en te ondervinden! Hoort steeds zijne donders met eerbied; maar dankt Hem tevens voor het herstel van het evenwigt dier stoffen, zoo noodzakelijk voor alles, wat leeft! Bezie alle hemel- en luchtverschijnselen met diep ontzag voor derzelve Maker; doch vreesst geene derzelve, dewijl zij u onschadelijk zijn!

Heintje. Beste *Meester!* wij zijn opgetogen, geheel verrukt over hetgene wij geleerd hebben! o, Wat is de Natuur vol wijsheid, en god een goedertieren Vader!

EEN EN TWINTIGSTE ZAMENSpraak.

Over den Zeilsteen.

Mr. Ha, vlijtige leerlingen! ik zie, dat mijne lessen u behagen, dewijl gij den tijd onzer bijeenkomsten vervroegt. Dit zie ik met het uiterste genoegen, en met lust vang ik weder aan u mijne onderrigtingen mede te deelen.

Heintje. Wel, *Meester!* zouden zulke lessen ons niet behagen, daar zij zoo veel schoons, zoo veel wonderbaarlijks behelzen! Wij verzeke- ren u, dat wij dezelve ook met lust en opmerking zullen hooren.

Mr. Komtaan dan, alweder van iets nieuws gesproken: van eene bijzondere stof; namelijk die van den *magneet* of *zeilsteen*. Hebt gij wel ooit een' zeilsteen gezien?

Jantje. Neen, *Meester!* maar ik heb wel hooren vertellen, dat dezelve al wat ijzer is, verbazend sterk tot zich trekt, zoodanig zelfs, dat wanneer schepen, bij ongeluk, over eene partij zeilsteenen, die op den bodem van de zee liggen, zeilen, zij alsdan, uit hoofde van het ijzer, dat aan dezelve is, naar beneden getrokken kunnen worden.

Mr. Dat de zeilsteen ijzer tot zich trekt, is waar, echter ook maar alleen ijzer en staal; doch dat zij een schip naar beneden zouden ha-
len,

len, gesteld al, dat zij op den bodem der zee lagen, is onwaar en een verdichtsel. Zoo vertelt men, dat een herder, over eenen berg van zeilsteenen gaande, en spijkers in zijne schoenen hebbende, daaraan vast bleef zitten; dat Mahomet in eene ijzeren kist begraven wordende, men met dezelve onder een' zeilsteen doorging, welke de geheele kist, tot verbazing der aanwezenden, naar boven trok, zoodat die aan den zeilsteen bleef hangen. Alle sprookjes voor den vaak: zulk een sterk vermogen bezit de zeilsteen niet. Zie hier deszelfs aard en eigenschappen.

Den zeilsteen (*magneet*) onderscheidt men in twee soorten, in *natuurlijken*, en door kunst gemaakten, of *artificiëlen*. De natuurlijke zeilsteen is een zwartachtige steen, welken men vindt in of bij de ijzermijnen in *Noorwegen*, *Moskovië*, enz.; doch zoodanig als hij uit de bergen komt, is zijn vermogen zeer klein. Ik heb hier een' zeilsteen, zoo als men dien vindt; doch ziet eens met hoe veel moeite men iets aan denzelven hangen kan. — Deze steen was reeds in de oudste tijden, waarvan de geschiedverhalen tot ons zijn gekomen, bekend. Thales, een der oudste Wijsgeeren van *Griekenland*, die 600 jaar vóór onze Tijdrekening leefde, maakt er reeds in zijne Werken gewag van. Hippocrates sprak van een' steen, die het ijzer aantrekt; en Plato geeft denzelven den naam van *Heracleus*, naar eene stad, *Heraclea* genaamd, in welker nabuurschap deze steen gevonden werd; terwijl Aristoteles hem den *steen bij uitnemendheid* noemt (*). Onaangezien al deze verschillende namen, door de oude Wijs-

(*) Hippocrates, Plato en Aristoteles, mede Grieksche Wijsgeeren, van welke de eerstgenoemde in-
gee-
van welke de eerstgenoemde in-
zon-

geeren aan dezen steen gegeven, zijn de meeste Natuurkundigen van gedachten, dat de zeilsteen den naam van *magneet* ontleend heeft van eene der steden van *Klein-Azië*, *Magnesia* geheeten, welke zich aan den voet des bergs *Sypilus* bevond, alwaar men meent, dat deze steen eigenlijk ontdekt is. — De Ouden, hoezeer met dezen steen bekend, schijnen weinig anders van denzelven geweten te hebben, dan dat hij ijzer aantrok, en men onderscheidene ijzeren ringetjes door denzelven kon doen vasthouden, even als een kettingje. Daar nu de zeilsteen, zoo als hij uit de mijnen komt, weinig kracht heeft, gelijk ik zoo even aantoonde, zoo moet men denzelven, om krachtig te doen zijn, met ijzer beslaan, gelijk deze gedaan is, wanneer men denzelven *gewapend* noemt. (*De Meester toont hun een' gewapenden zeilsteen.*)

De *artificiële*, of door kunst gemaakte zeilsteen, is een stuk staal, dat men, of door strijking op den *natuurlijken* zeilsteen, of door eenige andere kunstbewerking, de zeilsteenkracht, dat is, het vermogen om ijzer aan te trekken, heeft medegedeeld. Zie hier zoodanig eene staaf; gemeenlijk is dezelve sterker dan de *natuurlijke* steen.

Heintje. Trekt dan de zeilsteen niets anders dan ijzer en staal aan? Ei! hoe komt dat?

Mr. Zooverre tot nog toe de waarnemingen gegaan zijn, niets anders zoo sterk; schoon nikkel en kobalt ook *magnetisch* zijn, en men het geel koper niet geheel daarvan vrij kent; doch wat daarvan, en van de geheele aantrekking, de ware reden zij, is tot op heden nog niet aangetoond; en u gissingen des-

zonderheid de Geneeskunde beoefende, werden geboren, de eerste in het jaar 460, de tweede in het jaar 429, en de derde in het jaar 384 vóór de Geboorte van CHRISTUS.

wege voor te houden, zou uwer kennis meer schade dan voordeel doen. Intusschen moet ik u toch zeggen, dat men meent, dat bij den zeilsteen hetzelfde plaats heeft, als bij de *elektrici- teit*, volgens het gevoelen van velen, zou plaats hebben, en waarvan ik u met een woord gesproken heb. Even als men stelt, dat de *elek- tricke* stof uit twee onderscheidene stoffen bestaat, als eene glasachtige en eene harsachtige, welke, met elkander vereenigd, den staat van rust uitmaken, zoo wil men ook, dat de *magneet*-stof bestaat uit eene zoogenaamde noordelijke en eene zuidelijke stof, dat, wanneer dezelve vereenigd zijn, gelijk bij volkomen ongemagnetiseerd ijzer, alles in rust en evenwigt is; doch zoodra dit ijzer eenen *magneet* nadert, of slechts op denzelven werken kan, de stof zich scheidt, en het ijzer eene magne- tische noord- en zuidpool vertoont; zoodat dus bij alle *magneten* deze stof gescheiden is. De noordelijke en zuidelijke stoffen trekken elkander gedurig aan, terwijl de noordelijke de noordelijke en de zuidelijke de zuidelijke afstoot. — Bezien wij nu de verdere eigenschappen van den *magneet*.

1. Zoo als wij reeds gezien hebben, trekt hij het ijzer tot zich, en wordt ook van het ijzer aangetrokken. Neemt eene stalen naald, in de gedaante van een' uurwijzer, welke aan den zeilsteen gestreken, en dus een *artificiële mag- neet* geworden is; plaatst die naald op een stijltje, waarop dezelve ligtelijk in het rond bewegen kan, zoo hebt gij eene *magneet*-naald, dat is, een' waren *artificiëlen magneet*, in evenwigt, zeer beweegbaar op een dun stijltje rustende. Nadert nu dezen *magneet* met een stukje ijzer, zoo zult gij zien, dat dezelve door het ijzer wordt aangetrokken; bij welke aantrekking het ijzer

altijd magnetisch wordt, omdat de *magneet* de stof ook in het ijzer scheidt en tot zich trekt.

2. Men ontdekt aan den zeilsteen, zoowel aan den *natuurlijken* als *artificiëlen*, twee plaatsen, regt tegenover elkander, alwaar het vermogen het sterkst is; welke punten men de *polen* noemt.

Ziet maar eens! Deze *artificiële magneet*-staaf (zoo als in *Fig. 73* is afgebeeld) zal ik met ijzer-vijlsel bestrooijen, en gij zult zien, dat de twee uiteinden het sterkst met hetzelfde bezet zijn. Even zoo bestrooi ik dezen *natuurlijken* zeilsteen met ijzervijlsel, en gij ziet duidelijk op denzelfden twee plaatsen tegenover elkander, alwaar het vijlsel het sterkst wordt aangetrokken. Hieruit blijkt dus, dat alle zeilsteenen twee tegenover elkander staande punten hebben, die het sterkst werken, welke men *polen* noemt. Tusschen beide bevindt zich een punt, dat geene werking heeft; dit punt is juist in het midden der polen, als deze beide even krachtig zijn; doch ongelijk van kracht zijnde, is dat punt niet meer in het midden.

3. Wanneer een zeilsteen vrijgesteld wordt, zoodat hij vrijelijk bewegen kan, even als deze onze *magneet*-naald eigenlijk is, dan zal de eene pool zich altijd wenden naar het noorden en de andere naar het zuiden; gelijk gij ook aan deze naald ziet: ik mag dezelve omdraaijen zoo veel ik wil, altijd zal zij weder stil blijven staan in dezelfde rigting, van noord en zuid namelijk. De pool van den *magneet*, welke zich naar het noorden wendt, noemt men de *noord*-, en de tegenoverstaande de *zuidpool van den magneet*. De ontdekking van deze eigenschap heeft het uitstekendste voordeel aan het mensch-

menschdom toegebracht. Zonder haar had men het niet durven wagen, met zijne schepen het strand te verlaten, en den wijden oceaen te doorklieven; nieuwe werelddeelen te ontdekken, en met de verstaafgelegene volken handel te drijven. Immers wat zou onze scheepvaart zijn; hoe zou de schipper, op zee zijnde, alwaar hij niets dan lucht en water ziet, weten kunnen, welken weg hij moet zeilen, indien hem geen bepaald punt aan den hemel, het noorden bij voorbeeld, bekend ware? En welk ander middel is hiertoe, vooral bij donker weder, dan het *kompas*, dat het noorden aanwijst? Dit kompas nu is niet anders dan eene *magneet*-naald, gelijk deze; welke men somtijds enkel als deze heeft, en somtijds van onderen tegen eene kompas-roos vastgemaakt, waarvan dan de lelie het noorden aantoot. Ziethier zulk een kompas, dat men een scheeps-kompas noemt. Men moet wel opletten, dat in de kompasnaald de polen even sterk zijn, en het niet-werkende midden in den dop is, waarop zij draait. Wanneer en waar het kompas het eerste uitgevonden is, houdt men nog voor onzeker; alleen weet men, dat de Fransche zeelieden, in de twaalfde eeuw, er reeds gebruik van maakten, onder den naam van *marinette*, wanneer de naald op een spilletje draaide; doch nog vroeger gebruikten zij die naald drijvende op het water; en dezelve droeg aldus den naam van *calamite*, of *grenouille verte*, in het Nederduitsch *kikker*, drijvende juist op het water als een kikker. De kompasnaald wijst, ondertusschen, niet het ware noorden, maar ten oosten of ten westen van hetzelfde. Eenige plaatsen, evenwel, zijn er op den aardbol, alwaar zij het ware noorden

aanwijst. Hier te Lande is het verschil aanmerkelijk, op andere plaatsen minder, en dikwerf zeer veranderlijk. Men noemt dit, bij de zeelieden, de *miswijzing van het kompas*, doch bij de Natuurkundigen de *declinatie*, of afwijking van het noorden, die men dan weder onderscheidt in ooster- en wester-*declinatie*. Hier heeft de naald eene wester-*declinatie*, dat is, eene wijziging te veel naar het westen, van omtrent $22\frac{1}{2}$ graden, of bijna twee windstreken.

Heintje. Maar, *Meester!* wat helpt nu het kompas, wanneer hetzelfde niet het noorden aanwijst, en daarenboven nog gedurig verandert?

Mr. De kunst is deze zwaarigheid te boven gekomen; men kan, door behulp van Wiskundige berekeningen, juist weten, hoe veel de naald ten westen of ten oosten draait; en alsdan begrijpt gij ligt, dat het juist hetzelfde is, als of zij het ware noorden aantoonde.

Jantje. Ik heb wel hooren zeggen, *Mees-ter!* dat het kompas, als men te ver naar het zuiden gaat, stilstaat, en dat men daarom het zoogenaamd onbekende zuiden niet ligt ontdekken kan.

Mr. Er zijn plaatsen op den aardbol, waar het kompas stilstaat, dat is, waar het geen bepaald punt aanwijst; doch deze hangen niet van het zuiden af, dewijl men die zelfs nabij de noordpool der aarde vindt. De oorzaak daarvan is, dat de *magneet-naald* niet alleen, gelijk ik u verklaard heb, *declinatie* heeft, maar ook eene *inclinatie*, dat is, eene vooroverbuiging, die somtijds zoo sterk is, dat de naald (de werking der zwaartekracht belet zijnde haar vermogen te oefenen) geheel regt op en neder

ge-

getrokken wordt. Waar dit gebeurt, begrijpt gij, dat het kompas ook geen noorden aan kan wijzen, dewijl de streeklijn der *magneet-stof* regt op en neder is, en dus naar geen zuiden of noorden loopt. Hier te Lande is thans de *inclinatie*, of vooroverbuiging der naald, bijna 72 graden.

De lijn, welke door de kompasnaald als noorden en zuiden wordt aangewezen, doch het ware noorden en zuiden niet is, noemt men den *magnetischen Meridiaan*, en die, welke er dwars regthoekig overloopt, dat is, oost en west, heet *magnetische Equator*. De *inclinatie* van de *magneet-naald* rekent men altijd, als de naald in de rigting van den *magnetischen Meridiaan* geplaatst is; want het is zonderling, dat, hoe meer men eene *magneet-naald* uit de rigting van haren *Meridiaan* neemt, hoe grooter de helling wordt, en dat zij, wanneer men haar juist in den *magnetischen Equator* stelt, regt op en neder staat. Gij begrijpt wel, dat zulk eene *magneet-naald*, om de *inclinatie* te zien, anders toegerust is dan eene gewone kompasnaald: zij is zeer lang, in het midden voorzien van een dun asje, als de evenaar van eene balans, welk asje gemeenlijk op twee welgepolijste glazen strookjes beweegt, zoodanig dat zij alleen op en neder, en niet zijdelings, als een kompas, bewegen kan.

4. Wanneer men twee *magneten* tot elkander met hunne polen doet naderen, zal men daarvan altijd ondervinden deze opmerkelijke eigenschap, dat de noordpool van den eenen de noordpool van den anderen afstoot; zoo ook de zuidpool van den eenen de zuidpool van den anderen; doch de noordpool van den eenen zal

zal de zuidpool van den anderen bestendig aantrekken; zoodat polen van denzelfden naam, als noord en noord, zuid en zuid, elkander afstooten, en vijandig kunnen genoemd worden, terwijl de ongelijknamige, als noord en zuid, elkander aantrekken en dus vrienden kunnen heeten. Men kan de reden hiervan zoeken in hetgene wij hierboven zeiden, dat de noordelijke de noordelijke en de zuidelijke de zuidelijke stoffen elkander afstooten. — Deze eigenschap vindt men overeenkomstig met de *elektriciteit*, ten aanzien waarvan wij gezien hebben, dat *positief* en *positief*, *negatief* en *negatief geëlektriseerde* lichamen elkander afstooten, terwijl *positief* en *negatief* elkander aantrekken. Deze eigenschap geeft aanleiding tot al die vermakelijkheden, welke men door den *magneet* verrigt. Zie hier eene derzelve. In dit doosje liggen vier losse nummers, 1, 2, 3, 4; legt dezelve nu zoodanig gij wilt, en sluit het doosje; dan zal ik door dezen kijker kunnen zien, zonder de doos te openen, hoedanig gij de nummers gelegd hebt. Ziet slechts.

Jantje. o, *Meester!* dat is verwonderlijk! Hoe kan men dat weten?

Mr. De reden hiervan is deze: In ieder blokje, waarop een nummer staat, ligt een *artificieel magneetje*, zijnde een stukje staal, op den *magneet* gestreken, dat dus eene noord- en zuidpool heeft; doch in verschillende rigtingen, ziet *Fig. 74*, te weten in N^o. 1 zuidpool naar boven en noordpool naar onderen, N^o. 2 noordpool links en zuidpool regts, enz., zoo als de letters N en Z aantoonen. In dezen kijker, dat maar een houten of koperen koker is, bevindt zich eene kompasnaald, welke ik op het deksel van de doos plaats. Komt dezelve op N^o. 1, dan moet,

moet, volgens de zoo even verklaarde eigenschap, de noordpool van het kompas boven de zuidpool van het *magneetje*, dat in het nummer ligt, staan, omdat noord- en zuidpool elkander aantrekken en dus regtuit wijzen. In N^o. 2 staat weder de noordpool van de naald boven de zuidpool van het nummer, dat is boven Z, en wijst dus het noorden ter rechterhand; in N^o. 3 is het noorden naar beneden, en in N^o. 4 het noorden ter linkerzijde. Zoo geven dan deze verschillende rigtingen van de naald de verscheidene nummers te kennen. Aldus verrigt men een aantal aardigheden, welke opzettelijk, onder anderen, beschreven zijn door zekeren *Guyot*.

5. De *magneet* deelt zijne kracht mede aan alle staal en ijzer, dat op denzelfden gestreken wordt, mits men hetzelfde in ééne en dezelfde rigting strijke; bij voorbeeld: dit mesje strijk ik één' en denzelfden weg, van het dikke naar de punt, zonder terug te halen, en alsdan is het een *artificiële magneet* geworden. Ziet slechts hoe het eene naald opligt; — doch strijkt men het nu terug, zoo gaat de kracht er weder uit, of vermindert.

6. Alle ijzeren staven en bouten, welke regt op en neder staan, of in de rigting van den *magnetischen Meridiaan* liggen, worden door den tijd *magneten*; zoodat kruisen van kerktorens, bouten van gevangenissen, enz. somtijds eene aanmerkelijke magnetische kracht vertoonen. Zelfs is dit zoo sterk, dat, wanneer men maar een' ijzeren bout regt op en neder houdt, en alsdan van boven en van onderen denzelfden met eene *magneet*-naald nadert, deze naald het eene einde van den bout zal aantrekken en het andere einde afstooten, ten bewijze, dat deze bout, enkel door denzelfden regtop te houden, eenige *magneet*-kracht verkregen

gen heeft. Dit gebeurt ook, wanneer men denzelfven in den *magneet-Meridiaan* horizontaal houdt; doch in den *magnetischen Equator* vertoont de bout geene kracht; met een' hamer slaande wordt de kracht sterker. Ook kan men door slaan, stooten, enz. de polen dezer ijzeren bouten veranderen. Men kan gerust zeggen, dat alle ijzer magnetische polen door de werking van het *magnetismus* der aarde verkrijgt, alleen in den *magnetischen Equator* niet; doch deze poolkrachten zijn onbestendig en veranderlijk; men kan echter, door wrijven en slaan, deze polen meer bestendig maken: een fraai werktuig, door den vernuftigen Wijtse Foppes, in 1764, te *Leeuwarden* uitgevonden, en, door Professor Brugmans, in 1765 beschreven, bewijst dit alles op eene uitmuntende wijze.

Ik kan deze Zamenspraak over den *magneet* niet eindigen, zonder u bekend te maken met een allerzonderlingst verschijnsel, dat, vóór weinige jaren, door zekeren Doctor Oersted, te *Kopenhagen*, het eerst werd ontdekt, en sedert alle Natuurkundige nasporingen tot zich heeft getrokken; bestaande in eene zekere werking van de *elektriciteit* op de *magneet*-kracht. Reeds lang had men gesproken en geschreven over de overeenkomst van de *elektrische*- en *magneet*-krachten, vooral door het gelijk aantrekken en afstooten van ongelijknamige en gelijknamige *elektriciteiten* en polen; doch aanzienlijke Geleerden hadden dit altijd blijven ontkennen, totdat voornoemde Oersted ontdekte, dat eene *magneet*-naald, boven of onder den geleider van eene kolom van Volta, waarlangs de *elektrische* stroom zich beweegt, geplaatst, terstond van hare noordelijke en zuidelijke rigting ten

oos-

oosten of ten westen afweek, en het dus scheen, dat deze stroom den geleider polen deed vormen, die overeenkwamen met de polen van den *magneet*. — Om dit te doen zien, vervaardige men een bakje van rood koper, als in Plaat VI*, *Fig. 6*, A B C D E F G, van boven open en van onderen gesloten; in dezen bak hechte men houten sponningen, *hilk*, waarin schuiven kan eene plaats van zink, *m*, ter grootte van *hilk*, zoodanig, dat deze zinkplaat nergens het koper van den bak rake en van boven iets over den koperen rand van den bak kan uitsteken. Nu koper en zink geheel buiten aanraking zijnde, hechte men twee koperdraden *mn* en *op*, met knelstukjes, een aan de koperen plaat bij *o*, en een aan de zinkplaat bij *m*; aan de einden van deze draden, *n* en *p*, maakt men gemeenlijk kleine ijzeren bakjes, om wat kwik in te kunnen doen. Thans is, door deze draden, *p* de koperpool en *n* de zinkpool geworden van het *galvanisch* werktuig, in dezen bak geboren, wanneer men denzelfven tot boven toe volgiet met water, waarin men wel gemengd heeft $\frac{1}{20}$ part, in gewigt, zwavel en salpeterzuur, van ieder evenveel. Plaatst men nu een' koperen geleider van *p* op *n*, dan gaat de *galvanische* of *elektrische* stroom langs den geleider *np*, en de *magneet*-naald Q zal, boven dezen geleider gesteld, ten oosten afwijken, en onder denzelfven ten westen, mits men den bak in den *magnetischen Meridiaan* plaatse. Wanneer men zich overtuigen wil, dat hier ware *elektrische* werking, even als bij de kolom van Volta, plaats heeft, dan neme men een koperdraad met een kromgebogen puntig einde, stelle het eene einde in het kwik van het bakje bij *p*, en rake met het puntje het

het kwik in het bakje bij n aan, en de *elektrische* vonk zal zich vertoonen; men kan door geleidraden dezen stroom van p naar n brengen, waar men wil, even als van de polen der Volta'sche kolom. Doet men nu den geleider weg, en neemt men een koperdraad RS , als in Plaat VI*, Fig. 7, spiraalvormig gebogen; plaatst men, voorts, in de holte der spiraal, een dun glazen buisje, TU , waarin eene zuivere ijzeren of stalen naald ligt, die volstrekt geene *magneet*-kracht bezit; hangt men dan de einden van het koperdraad R en S in de bakjes met kwik, n en p , en laat men dit eenigen tijd hangen, zoodat de *elektrische* stroom langs het koperdraad om de glazen buis slingert, — zoo zal de naald *magneet*-kracht verkrijgen, hetwelk duidelijk bij eene kompasnaald blijken zal; want de eene punt zal de noordpool van de kompasnaald afstooten, terwijl de andere haar zal aantrekken; zoodat dan ook de *galvanische* stroom ijzeren of stalen naalden magnetisch maakt. Men lette hierbij op, dat, bij dezen koperen bak en middelschot van zink, de koperpool nu *positief* en de zinkpool *negatief* is, en dat de zoogenaamde *galvanische elektriciteit* overeenkomt met de gewone, schoon, in de kolom of bak, op eene andere wijze voortgebracht wordende. Men kan evenwel door den gewonen *elektrischen* schok van eene tamelijk groote flesch ook stalen naalden magnetisch maken, wanneer men, namelijk, langs het koperdraad van den toestel, in de vermelde Fig. 7, met de naalden, zoo als voren toegerust, eenige malen den schok laat gaan, — en ook wanneer men eene naald, bij voorbeeld eene stopnaald, op eene

eene tafel legt, als AB , Plaat VI*, Fig. 8, waarop een stukje glas ligt, op hetwelk een reepje bladtin, als CD , geplakt is, en men dan, langs dien reep, dwars over de naald heen, eenige malen eenen vrij sterken schok laat gaan, zoo is de naald *gemagnetiseerd*, en wanneer men de naald legt als in Fig. 9 (Plaat VI*) AB , voorts het stukje glas, dat men op de naald plaatst, beplakt met eene strook bladtin, als eene V , hier gemerkt met DCE , en dan bij C of D den schok laat ingaan, en bij D of C weder uit, zoo wordt deze naald niet alleen *gemagnetiseerd*, maar verkrijgt meer dan de twee gewonepolen van den zeilsteen. Deze en vele andere verschijnselen, die alle zeer opmerkenswaardig zijn, kunnen met genoemde of dergelijke werktuigen gedaan worden; dan dit is genoeg tot ons bestek, enz.

En hiermede heb ik u het voornaamste van den *magneet*, of zeilsteen, alsmede van de nieuw ontdekte *magnetische elektriciteit* verhaald en aangetoond. Sparen wij nu de beschouwing der laatste bijzondere vloeistof, het *licht* namelijk, tot eene volgende gelegenheid, na u vooraf het een en ander uit deze verklaringen van den *magneet* ter leering te hebben aangewezen; iets, waartoe wij in de laatste Zamenkomsten geene genoegzame aanleiding vonden, als zijnde die meest alle verklaringen en leeringen zelve.

L E E R I N G E N.

Waarom van de ringetjes, die men aan eene *magneet*-pool gehangen heeft, eenige af zullen vallen, als men met eene gelijknamige pool eens anderen *magneets* nadert, en dezelve daarentegen

II. DEEL.

S

meer

meer zal kunnen houden, als men eene ongelijknamige pool er bijvoegt.

Waarom eene *magneet*-naald, die door de ongelijknamige pool van eenen *magneet*, waarvoor men een ijzeren plaatje houdt, aange trokken wordt, zich verwijdert, zoodra de *magneet* wordt weggenomen.

Waarom een *magneet*, die een zeker gewigt draagt, hetzelfde zal laten vallen, zoodra men een stuk of staaf ijzer er aanvoegt, dat de beide polen des *magneets* en het opgehoudene ijzer raakt.

Waarom een ijzeren aanbeeld magnetisch is; zoodat het bovenste deel deszelfs de zuidpool van den *magneet* afstoot en de noordpool aantrekt.

Waarom men zeggen kan, dat eene stalen of ijzeren balans nooit zoo naauwkeurig is als eene koperen.

Waarom meest alle stalen of ijzeren werktuigen, die men heeft moeten vijlen of boren, magnetisch worden.

Waarom de schilfers, die van een ijzer, dat gesmeed wordt, afvliegen, altijd magnetisch zijn, en in de rigting van den *magnetischen Meridiaan* op den grond liggen.

Waarom ijzeren vuurtangen, die meest altijd regt op staan en dikmaals op eene ijzeren plaat gestooten worden, magnetisch zijn.

Waarom van de plaatjes, die men van een
magneet-pool getrokken heeft, eene of twee
vallen, die men met een gelijken pool eens
andren magneet aantrekt, en dezelve aantrekt
niet

T W E E

TWEE EN TWINTIGSTE ZAMENSPRAAK.

Over het Licht en de kleuren.

Jantje. o, *Meester!* wat hebben wij ons vermaakt met den *magneet!* Vader had een *magneet*-staafje, even als een hoefijzer van een paard gebogen; dat heeft hij ons gegeven, en daaraan hebben wij vier naalden gestreken, en toen dezelve in vierkante blokjes kruk gestoken, in verschillende rigtingen; vervolgens deze blokjes, met papier beplakt, en nommers daarop gemaakt, in een doosje, waarvoor wij ze van pas gemaakt hadden, gesloten, en toen met een klein horologie-kompasje dezelve opgezocht, dat volmaakt gelukte.

Mr. Zeer wel, en dit is ook even zoo als ik u verklaarde. Gij moet nu maar opletten, dat gij de nummerblokjes in de doos zoodanig inrigt, dat zij niet dan naar eene zelfde rigting kunnen gelegd worden; want legt men ze er verkeerd in, zoo wijst ook uw kompas verkeerd, gelijk gij begrijpen kunt.

Heintje. Maar, *Meester!* waarom heeft men den *magneet* dus krom omgebogen, zoo als dien van vader?

Mr. Men doet zulks, om de kracht van de twee polen, die anders naar verschillende kanten regt tegen elkander over werken, te vereenigen, en derzelver kracht dus te vergrooten, gelijk zulks

S 2

ook

ook inderdaad geschiedt; zoodat deze hoefijzers, voornamelijk als men eenige daarvan naast elkander voegt, eene verbazende kracht kunnen hebben.

Maar stappen wij hieraf, en gaan wij nu over tot het beschouwen van eene bijzondere stof, die de geheele ingespannenheid van uwen geest verdienen zal, het *licht* namelijk.

Het *licht* blijkt, afgescheiden van de zon en de vaste sterren, eene op zich zelve bestaande stof te zijn, van zulk eenen fijnen aard, dat zij alle verbeelding verre te boven gaat. Bij voorbeeld, wanneer men in een stukje kaart of papier, met eene speld, een klein gaatje prikt, zoo zal men, des nachts, daardoor naar de sterren ziende, een zeer groot gedeelte van den sterrenhemel, met honderden sterren, zien kunnen. Nu moet van al die sterren, welke zoo verbazend groot zijn, wil men ze zien, het licht door dat gaatje in ons oog vallen. Begrijpt dus eens hoe verbazend fijn die lichtstof zijn moet, naardien millioenen lichtstralen tegelijk door dit kleine gaatje heen gaan. De lichtstof wordt door de zon in beweging gebragt, of ten minste zoodanig bewerkt, dat zij de lichamen, welke rondom ons zijn, zichtbaar maakt, dat is, aan ons oog doet gewaarworden; en deze beweging der lichtstoffen moet boven alle verbeelding snel zijn; immers, wanneer wij haar als werkelijk van de zon afkomende beschouwen, bemerken wij, dat het licht slechts 8 minuten en 13 sekonden tijds besteedt, om van de zon tot ons te komen; dat is eene snelheid, waardoor het licht in eene sekonde nagenoeg 41000 Duitse mijlen moet afleggen. Dit is duidelijk door waarnemingen en berekeningen bewezen; dan of

het licht werkelijk dien weg aflegt, of dat hetzelfde door de zon slechts in eene trillende beweging gebragt wordt, even als de lucht door het geluidgevend ligchaam, is niet te bepalen.

Hoe veel overeenkomst het licht ook met de warmtestof hebbe, schijnt het evenwel eene geheel bijzondere stof te zijn; en hoezeer het licht der zon warm is, schijnt het op zich zelf evenwel niet warm te wezen; ten bewijze hiervan de koude, welke men op de hooge bergen gewaarwordt, zoodanig, dat op derzelver toppen, zoo als in *Europa* op de *Alpen* en *Pyreneën*, bij de sterkste zomerhitte, de sneeuw niet smelt. Met dat al zijn er Geleerden, welke beweren, dat het licht en de warmtestof één en dezelfde zijn, zeggende, dat boven en in de ijle gewesten des dampkrings, de warmtestof, als van de zon afstralende, alleen licht is, en naar mate zij, verder gaande, stoffen als digtere lucht en dampen ontmoet, zich daarmede verbindt, en voor zoverre zij daarmede verbonden is, warmte wordt; blijvende alzoo het onverbondene licht; dus nabij de oppervlakte der aarde de meeste warmte en tegelijk licht, en boven op de hooge bergtoppen meer licht en helderheid dan beneden, maar minder warmte, omdat daar minder stof voorhanden is, om zich er mede te verbinden. Volgens anderen, verbindt zich het licht, van de zon afkomende, in den dampkring met de warmtestof, en deze, met het licht medegevoerd, maakt de warmte, welke vermeerdert door de terugkaatsing van de oppervlakte der aarde; waarom des winters, wanneer, door de schuinite der zonnestrallen, de

terugkaatsing weinig is, ook de warmte het minst is. Dat de terugkaatsing de warmte vermeerdert, kunt gij genoeg ondervinden, als gij van eenen openen weg komt, voornamelijk des zomers, en dan voorbij een' muur, of eene schutting, gaat, waarop de zon vlak schijnt, en dus het licht terugkaatst, vooral als zulks een muur of schutting witachtig is, o! dan is de warmte ondragelijk. Op de hooge bergen toont zich ook de uitwerking van het teruggekaatste licht, als warmte, zeer klaar; men ziet dikwerf groene planten nabij ijs en sneeuw, wanneer de ligging der bergen het licht aldaar sterk terugkaatst. Het licht, Scheikundig beschouwd, werkt op de lichamen, en doet dezelve ontbinden en met zich verbinden, en verandert de zuren en metaalkalken, doordien het zich gaarne met het zuur verbindt; vandaar is het ook, dat het licht, en wel vooral het zonnelicht, uit de bladen van boom- en plantgewassen, die meerendeels door het in dezelve opklimmende water gevoed worden, de zuurstof, waaruit het water (zoo als wij weten) gedeeltelijk bestaat, als grondbeginsel der zuivere lucht, en daardoor die lucht zelve, ontwikkelt en aldus zuivere lucht voortbrengt; latende het andere bestanddeel van het water, het watermakend beginsel namelijk, ter voeding over, gelijk wij in de Zestiende Zamenpraak van dit Deel zagen, Hierdoor veranderen de kleuren der gewassen, welke buiten het licht eene gele kleur behouden. Ook de dieren worden ziek, wanneer zij buiten licht moeten leven; zelfs de mensch, langen tijd in een' donkeren kelder of hol opgesloten, wordt meest altijd waterzuchtig. Eindelijk hebben proef-

nemingen doen zien, dat het licht schadelijk is voor het uitbotten of ontwikkelen der zaden, welke door het daglicht, en vooral door het zonnelicht, het meest worden teruggelouden.

Lichamen, die uit zich zelve licht geven, als de zon, de sterren, vuurvlammen, enz. noemt men *lichtende lichamen*; de overige, die, om gezien te worden, door zoodanige lichtende lichamen moeten verlicht worden, heeten *donkere lichamen*. Hetgene ons in deze kamer omringt, kan, zonder het schijnsel van eenig lichtend ligchaam, zoo als de zon, de maan, eene kaars, eene lamp, of het vuurlicht, niet gezien worden. — Lichamen, welke het licht in rechte lijnen doorlaten, zoo als glas, kristal, water, enz. dragen den naam van *doorschijnende*; doch die dezelve in allerlei rigtingen verspreiden, of zich wel Chemisch met derzelver deelen verbinden, zijn *ondoorschijnend*. Men vermeerdert de doorschijnendheid eens lichaams door deszelfs poriën te vullen met eene stof, die meer overeenkomst met deszelfs digtheid heeft dan de lucht, welke zich in dezelve bevindt: zoo wordt mat glas door natmaking doorschijnend, papier door olie, enz. Ook zijn er nog weder andere lichamen, die, aan het licht blootgesteld zijnde, hetzelfde als inzuigen en bewaren, of met zich dragen, zoodat zij in het donker licht geven; waarom men dezelve met den Griekschen naam van *phosphorus*, dat is, *lichtdrager*, bestempelt. Zoo heeft men hout, dat des nachts glimt, en daarom *glimhout* genoemd wordt; men vindt het dikwijls aan de stammen van oude vermolmde wilgen- of populierboomen; ook heeft men torretjes, die een

licht uitgeven. Beide deze verschijnsels hebben menigmaal aanleiding gegeven tot bijgeloovige verdichtselen, als het zien van vurige menschen, dwaallichtjes, en dergelijke zotheden meer. En, geen wonder! domme en bevreesde menschen zien des nachts licht op eene plaats, waar zij zulks niet verwachten, noch daarvan eenige reden geven kunnen; verschrikken, en verbeelden zich welras meer dan zij zien; verzuimende ook vooral niet, om hunne verhalen nog akeliger, dan hunne denkbeelden op dien tijd waren, te maken; en vandaar, behalve het voornoemde, dikwerf de zoogenaamde spookverschijningen. Ziet hier een stukje, dat, door kunst bereid, den naam van *phosphorus* draagt. Alhoewel deze naam van *lichtdrager* (want dit beteekent, zoo als gezegd is, dat woord), in dit geval, oneigen is, daar de *phosphorus* (welker uitvinding wij aan Alchimisten of goudzoekers verschuldigd zijn, die, allerlei stoffen door elkander mengende en stokende, als bij toeval, deze stof gemaakt hebben, terwijl men dezelve thans bereidt uit de beenderen van dieren) eigenlijk eene stof is, welke eene zeer sterke verwantschap heeft met de zuivere lucht, zoodanig, dat zij, bij de minste wrijving of warmte, zich met de zuivere lucht des dampkrings verbindt, en dus in brand geraakt; zoodat het licht van den *phosphorus* veroorzaakt wordt door eene gedurige branding. — De geslepen diamant, wit papier, droog dennehout, witte suiker, en meer dergelijke stoffen, zijn eigenlijk ware lichtdragers, doordien zij, uit het licht schielijk in het donker overgebragt, nog eenige oogenblikken licht geven.

Heintje. o! Dat is fraai. Ik zal nu wel
zor-

zorgen, dat men mij niets wijsmake van al die vurige verschijnselen bij den nacht. Deze *phosphorus* toont mij duidelijk aan, hoe men door onkunde daarvan in donker zou kunnen schrikken.

Mr. Regt zoo, lieve jongen! En merk daar dan nu ook bij op, van welk eene groote nuttigheid de Natuurkunde is, die ons zoo vele verschijnselen en zaken, schrikbarende voor den onkundige, in derzelve waren aard en als nietsbeduidende dingen leert kennen, en bedenk dan, hoe noodig het is, zich, ten minste eenigzins, op derzelve beoefening toe te leggen, opdat men ook tegen het bijgeloof gewapend moge zijn. Maar gaan wij verder. Het licht, waarvan ik u zoo even zeide, dat het van de lichtende lichamen, als de zon, eene kaars, enz. op de donkere valt, en deze daardoor zichtbaar maakt, wordt van dezelve teruggeworpen, en daardoor aan onze oogen overgebragt. Wordt hetzelfde geheel teruggeworpen, zoo ontstaat er in ons oog die aandoening, welke men *wit* noemt; doch wordt het ten deele in het ligchaam ontbonden, dan ontstaan er andere kleuren. Men heeft, namelijk, opgemerkt, dat de lichtstof kan ontbonden worden in onderscheidene kleurgevende stoffen. Men ziet zulks, wanneer men in eene donkere kamer, door eene opening, een' bundel lichtstralen doet vallen, en dezelve laat gaan door een *prismatisch* of kantig glas; alsdan verkrijgt men de schikking van de kleuren, welke in *Fig. 75* afgebeeld zijn: als N°. 7 violet, 6 purper, 5 blaauw, 4 groen, 3 geel, 2 oranje, of hooggeel, 1 rood.

Wanneer nu de geheele lichtstof in een lig-
chaam

chaam ontbonden wordt, zonder iets terug te kaatsen, zoo is het ligchaam *zwart*; en vandaar de reden, waarom een zwart kleed in het zonnelicht zoo veel warmer dan een wit is, dewijl het zwart al het licht als inzuigt, daar het wit alles wederomkaatst. Vandaar ook, dat sneeuw, uit hoofde der witheid, niet door de winter-zonnestralen smelt; doch legt men des winters over een potje met sneeuw een zwart lapje, en laat daarop de zon schijnen, zoo zal de sneeuw welras gesmolten zijn, terwijl de daarbij rondom op den grond liggende sneeuw niet smelt. Omtrent de warmtestof is ten aanzien der kleuren nog deze bijzonderheid op te merken, welke door vele proefnemingen gestaafd is; te weten: dat, wanneer een ligchaam, hetwelk door eene zwarte kleur bedekt is, meer losse warmte bezit dan de lucht of andere lichamen daarbuiten, deze kleur het gereedste is, om de warmte af te geven; doch, omgekeerd, ook weder het geschiktst, om de warmte van buiten als in te zuigen. Witte en blinkende lichamen, daarentegen, zuigen zeer moeilijk warmte in; doch warmte bezittende, geeft deze kleur dezelve ook weder zeer moeilijk af. Worden alle andere kleuren door het ligchaam aange-trokken, behalve het blaauwe, zoodat de in ons oog blaauw makende stof alleen teruggaat, dan toont het ligchaam blaauw, enz.; zoo ook met alle andere kleuren en samenbindingen van dezelve. — De kleuren zitten derhalve niet in de lichamen zelve, maar alleen in de werking van het licht. — Wanneer men dus eenig voorwerp beschildert, bij voorbeeld met rood, zoo doet men niet anders, dan er eene stof op sme-
ren,

ren, welke de eigenschap heeft, om van de lichtstoffen alles te ontbinden, of tot zich te trekken, behalve dat gedeelte, hetwelk rood maakt, en het beschilderde kaatst alzoo dien straal aan ons oog terug, welke aldaar die aandoening verwekt, die wij *rood* noemen. Wat dunkt u, kinderen! van zulk eene merkwaardigheid der lichtstoffen, fijn boven alle verbeelding, en dan nog onderscheiden van aard in hare ontbinding van de lichamen?

Heintje. Dat is zeer mooi, *Meester!* maar het is bijzonder vreemd, dat die lichtstof uit zoo veel verschillende soorten bestaat, en dus een mengsel schijnt te zijn van rood-, geel-, groen-, blaauw-, purper- en violet-makende lichtstoffen.

Mr. Ja, lieve jongen! dat is zeker vreemd; doch waarschijnlijk in de Natuur zoo niet: deze is eenvoudig. Het licht is gewis ééne en dezelfde stof, en de verschillende kleuren worden alleen geboren door de verschillende aandoeningen, in het oog veroorzaakt door eene meerdere of mindere snelheid in derzelve beweging, of verschillende digtheid der stof zelve; doch daar de verklaring hiervan nog wat hoog voor u is, zullen wij ons liever bij de uitdrukking der zeven verschillende straaldeelen houden; terwijl ik u vooral opmerkzaam wil maken op de goedheid van den almachtigen en wijzen Schepper, dat Hij de boomen, planten en grasvelden van zulk eenen aard gemaakt heeft, dat dezelve al het licht aannemen, en die gedeelten, welke de groene kleur daarstellen, alleen aan ons oog terugkaatsen; eene kleur, door de zachte ineenvloeiing van het geel en blaauw zamengesteld, en welke, uit dien

dien hoofde, de scherpte en gloed van het geel, zoowel als de hardheid van het blaauw, vermindert en ineensmelt, en dus dat zacht en aangenaam groen uitmaakt, zoo nuttig voor de bewaring van ons gezigt; zij is de middelkleur, en vereenigt het schoone en zachte van alle kleuren in zich. Indien alles wit was, zouden, op eenen enkelen zomerschen zonachtigen dag, onze oogen, door het geweld van al het wederomgekaatste licht, voor altijd bedorven zijn. Neen! dank zij der Voorzienigheid! dan alleen geeft Zij ons wit, in plaats van groen, wanneer de zon, des winters, nabij den Steenbokskeerkring zijnde, hare lichtstralen zoo schuins op dat gedeelte der aarde werpt, hetwelk wij bewonen, dat dezelve door de weinige, of bijna geene, wederkaatsing, die eigenlijk, zoo als ik u reeds heb doen opmerken, de sterkte van het zonnelicht aanbrengt, niet dan eene flauwe werking doen, en de witte kleur dus niet aan de oogen hinderen kan.

Heintje. Lieve *Meester!* hoe klaar leert ons de Natuurkunde GODS grootheid, goedheid en wijsheid kennen! Waarom merken toch alle menschen zulke weldaden van GOD niet op! Ik weet bij ondervinding, dat het waar is, hetgene gij daar gezegd hebt: in den laatsverleden zomer zat ik te lezen in een boek, daar de zon op scheen, doch kon het voor mijne oogen niet uithouden.

Mr. Gij moet u ook wel wachten, in het sterke zonnelicht te lezen, veelmin op eenig wit papier, op eene witgeschilderde schutting of muur, lang te zien; er zijn vele voorbeelden, dat menschen niet alleen hun gezigt daardoor verzwakt, maar zelfs geheel verloren hebben.

Nu heb ik u aangetoond, hoe de kleuren gevormd

vormd worden, en hoe verschillend die in het licht zelf aanwezig zijn. Doch hebt gij ze wel ooit dus bij elkander gezien, als ik daar zoo even van het *prisma* vertelde? Ziet daar dan zulk een glas, dat, uit hoofde van deszelfs driekantige gedaante, de lichtstof als ontbindt in hare verschillende kleurdeelen, en aldus gescheiden dezelve aan ons oog vertoont. Ziet er maar eens door.

Jantje. o, *Meester!* dat is fraai! Alle boomen en huizen zijn vol kleuren. Ja, en ook die kleuren, welke gij ons gezegd hebt.

Heintje. Het zijn juist kleuren, en het gelijken wel alle regenbogen.

Mr. Wel opgemerkt. Als ik nu het *prisma* in het zonnelicht houde, ziet gij die kleuren aan den muur, welke ik u straks gezegd en opgenoemd heb, *Fig. 75.* Niet alleen, dat de lichtstralen door een *prisma* vaneengescheiden worden, ter formering der onderscheidene kleuren; maar ook de stralen zelve verschillen in breekbaarheid; dat is: de roode straal wordt het minst door het *prisma* omgebogen, en de violette het meest, zoo als men hier in deze proef duidelijk ziet. Nog komt hier deze bijzonderheid bij, dat de warmte, welke het zonnelicht geeft, in deze gebroekene stralen ook even zoo onderscheiden is in verwarming als verlichting. De *thermometer* bewijst ons, dat de verwarming van den rooden, groenen en violetten straal tot elkander is als 3 tot 1½ en 1. De regenboog is ook niets anders, dan een schijnsel, hetwelk de zon maakt in de nedervallende regendroppels. De regenboog, let hier slechts op, is altijd lijnrecht tegenover de zon, in eene wolk, die regent. De vallende regendrop-

druppels breken het licht der zon, even als dit *prisma*; verdeelen het dus in de bewuste kleuren, en brengen hetzelfde, teruggekaatst in de gedaante van eenen boog, aan ons oog terug, dien wij den *regenboog* noemen. De reden, waarom zich dit wederomgekaatste licht der zon juist als een' boog vertoont, en dat hoe hooger de zon boven den Horizon is, hoe kleiner, en hoe lager, hoe grooter, zal ik u verklaren, wanneer gij in de gronden der Wiskunde meer zult bedreven zijn. Soms heeft men twee regenbogen; doch daarin zijn de stralen tweemaal gebroken en tweemaal wederomgekaatst, en dus veel flauwer; men ziet ze niet, of de lucht moet daartoe gunstig zijn: dat is, van voren zeer donker en van achteren helder.

Kringen om zon en maan, zoogenaamde *bijzonnen*, en alle verschijnselen van dien aard, zijn alle brekingen en weërkaatsingen van zonnestralen in eene dampachtige lucht. Vandaar ziet men, bij helder weder, dikwerf, des avonds een' kring om de maan, welke bewijst, dat de bovenlucht hare helderheid verliest, en met dampen beladen wordt, dus gemeenlijk een voorteken van vochtig weder. Gij kunt hiervan de proef nemen, wanneer gij een sterk bewasemd, dat is, met vochten overdekt glas neemt, bij voorbeeld, de glazen van sleden, of koetsen, waarin men zit; wanneer men daardoor, des avonds, ziet naar eene brandende kaars of lantaarn, zoo zal men om het licht derzelve eenen verlichten kran, of kring, gewaarworden, even als om de zon en maan bij eene dampige lucht.

Denkt nu met oplettendheid al het verhandelde na, en rust voor eenigen tijd van de in-

inspanning van uw denkvermogen; doch vergeet niet, om uit hetgene ik u thans verklaard heb, op te zamelen de volgende

L E E R I N G E N.

Waarom men ondragelijke warmte gevoelt, wanneer men des zomers over zandgronden of langs zandduinen gaat, waartegen de zon schijnt en terugkaatst.

Waarom de bladen van planten, die in donkere kelders bewaard worden, of zich in het binnenste van eene vaste dicht geslotene plant, bij voorbeeld, kropsalade, andijvie, enz. bevinden, geel van kleur zijn.

Waarom ijs ondoorschijnend wordt, als er zich veel luchtbellen in geplaatst hebben.

Waarom diamanten nog een oogenblik in het donker zichtbaar zijn.

Waarom men met een stukje *phosphorus* vurige letters op zwart papier kan schrijven.

Waarom zich een zonnestraal gekleurd vertoont, als hij schuins op een glas met water valt.

Waarom alle voorwerpen, door een *prisma* beschouwd, zich gekleurd vertoonen.

Waarom de kleur van de vlam, die een vertrek verlicht, zeer veel invloed heeft op de kleur der voorwerpen, welke men daarbij ziet. Bij voorbeeld: waarom de aangezichten van een gezelschap, dat alleen door de vlam van zwaveligen turf verlicht wordt, eene doodelijke kleur hebben.

Waarom papier eerder door een brandglas wordt

wordt aangestoken op die plaats, waar eene zwarte vlak is, dan op eene andere.

Waarom zwarte stoffen warmer kleeden dan andere, als de lucht warm is.

Waarom witte kleederen des winters, in de koude buitenlucht, warmer zijn dan zwarte.

Welken invloed witte en zwarte muren en schuttingen in tuinen hebben moeten op de daarvoor staande vruchten.

Waarom witte voorwerpen het verste zichtbaar zijn.

Waarom eene schijf, die zeer snel in de rondte draait, wit schijnt, alhoewel dezelve met de zeven kleuren van den regenboog, als zoo vele aanliggende cirkelronde banden, beschilderd is.

DRIE EN TWINTIGSTE ZAMENSPRAAK.

Vervolg, over het licht en de straalbreking.

Mr. Zijt gij daar, mijne jonge vrienden? Ik ben blijde u te zien.

Heintje. Wij ook, *Meester!* dewijl wij hoe langer hoe meer verlangende zijn naar meerdere kennis. Doch zeg ons eens, als het u gelieft, hoe wij dit verstaan moeten: ik heb in den Bijbel gelezen, dat god aan Noach, na den Zondvloed, den regenboog tot een teeken van een ver-

verbond met hem stelde; zou er dan te voren geen regenboog geweest zijn?

Mr. Waarom niet? God zegt immers niet, dat Hij den regenboog nu eerst daarstelde, maar dat Hij denzelven Noach nu tot een teeken aanwees? Zoo zou hem de zon of de maan eveneens ten teeken kunnen aangewezen zijn; en wat was natuurlijker en eigenaardiger bij het gebeurde met den Zondvloed, dan een verschijnsel, zoo als dit van den regenboog, door de Natuur geformeerd, in eenen vallenden regen, daartoe te gebruiken? Overal, waar het regent en de zon er tegenover schijnt, vertoont zich deze boog, en zal zich ook van den beginne der wereld aan dus vertoond hebben. Noach en de zijnen hadden dien zeker meer gezien; en, hoe weinig zij ook van de Natuurkunde mogten weten, zullen zij, echter, wel opgemerkt hebben, dat dezelve alleen gezien werd met regenachtig weder, of bij regenbuijen. Nu moest dan, in het vervolg, het zien van den regenboog natuurlijkerwijze hen de herhaling van dié plasregens doen duchten, welke dien vreesselijken vloed, waaraan zij nu ontkomen waren, hadden vergezeld en aangezet. Maar om hun de vrees daarvoor te ontnemen, stelde god juist het teeken des regens tot het teeken van verzekering, dat er zulk een vloed niet weder over de aarde zou komen. Als zij dan, kort vóór eenen zwaren regen, den natuurlijken regenboog zagen, herinnerde hun deze de Goddelijke verzekering en belofte. — Ziet! zoo weet de wijsheid van god den sterveling het voor hem schrikbarende tot een aangenaam troostmiddel te doen dienen.

Doch vervolgen wij onze taak. Wanneer wij het licht aanmerken als in regte lijnen

nen of stralen van het lichtgevende voorwerp af te komen, zoo ondergaat het verandering in deszelfs weg, als het van eene dunnere in eene dikkere, of van eene dikkere in eene dunnere middelstof overgaat. De lucht, het glas, het water, enz. waar licht doorgaat, noemt men de middelstof. Wanneer nu een lichtstraal van de lucht schuins op water, of op een glas valt, zoo gaat hij van eene dunnere in eene dikkere middelstof over; wijkt van zijnen regten weg af, en wordt, zoo als men het noemt, gebroken. Laat, bij voorbeeld, in *Fig. 76*, DBEA een' bak vol water zijn, waarop de lichtstraal BC schuins invalt, dan zal dezelve, in het water bij B komende, niet regtuit langs BF voortgaan, maar naar de loodlijn BE toegebogen worden, nagenoeg $\frac{1}{4}$ van FE, en in glas $\frac{1}{3}$ van FE, en langs BI voortloopen; in I weder in de lucht komende, wordt dezelve nogmaals zooveel gebroken van de loodlijn IK af, dat de lijn IG weder dezelfde streek als BC heeft, en daarmede evenwijdig is. De reden van deze breking is alleen de aantrekkingskracht van het water op den lichtstraal BC; deze wordt, nabij de oppervlakte van het water komende, hoe langer hoe meer aangetrokken, en dus zoodanig omgebogen, dat de streeklijn niet meer blijven kan CBF, maar, in B, BI wordt. In glas is, gelijk ik zoo even zeide, deze aantrekking, en dus de breking, nog sterker. Deze breking, welke de lichtstralen ondergaan, wanneer zij uit de lucht in water of glas, of uit water en glas in de lucht komen, is de oorzaak, waarom men, onder water iets ziende, hetzelfde nooit op de regte plaats ziet. Men moet hier ondertusschen wel opletten, dat ik

doet

door lichtstralen niet alleen versta die, welke van de zon, de maan, eene kaars, of eenig voorwerp, afkomen; neen, maar ook die, welke van ieder voorwerp naar alle zijden worden afgekaatst, met die kleur, welke niet wordt opgenomen door het ligchaam, en dus in onze oogen valt, gelijk ik reeds in de vorige Zamenpraak zeide. Zoo stroomden van alle lichamen, wanneer het licht is, miljoenen lichtstralen af naar alle zijden, welke de kleur van het punt, waarvan zij komen, met zich voeren, en dezelve kenbaar doen worden, alwaar zij stuiten of te zamengebragt worden, hetgene men in donkere plaatsen, daar het licht van buiten niet hindert, duidelijk ontwaren kan; dan hiervan in het vervolg meer; genoeg voor heden, zoo gij u maar gedurig voorstelt, dat er van alle lichamen, welke zichtbaar zijn, stralen afschieten in regte lijnen, die in ons oog vallen, en aldaar dat voorwerp afbeelden, hetwelk wij ontwaar worden, gelijk wij ook nader zullen zien. Dus, wanneer er iets onder water ligt, en zal gezien worden, moeten de lichtstralen van het voorwerp eerst door het water, en dan door de lucht, in het oog vallen, en derhalve, volgens den voorgaanden regel, gebogen worden. Zie hier eene aardige proef tot bewijs: deze bak, in *Fig. 77* afgebeeld, zij vastgesteld en ledig; het oog, bepaald geplaatst in A, ziet over den rand B in C, en kan dus een stuk geld, in D liggende, niet zien; doch laat het oog en den bak op dezelfde plaats blijven, en giet den bak vol water, zoo zal de straal AB gebroken worden bij den ingang van het water in E, en dus naar D loopen, en het geld, dat te voren, de bak ledig zijnde, onzichtbaar was,

T 2

nu

nu zichtbaar worden. Eigenlijk komt de lichtstraal van het geld D, breekt in E van de loodlijn af, en valt, langs E B, in het oog A, dat ondertusschen meent hetzelfde regtuit te zien, hoewel het eigenlijk in D ligt. Als het oog echter in F loodregt op het water ziet, dan is er geene breking.

Heintje. Dat zal dan ook de reden zijn, waarom een regte stok, in het water gestoken, altijd schijnt geknakt of krom geworden te zijn, dat ik dikmaals met verwondering heb opgemerkt?

Mr. Voorzeker; de breking in het water is daarvan de reden. Deze *straalbreking*, zoo als men het noemt, veroorzaakt ook, dat wij de zon reeds zien eer dezelve wezenlijk boven den Horizon is; dewijl hare stralen in den dampkring onzer aarde komende, eene dikkere middelstof aantreffen, dan waaruit zij komen, worden zij dus gebroken, en naar de aarde omgebogen; zie *Fig. 78*. De straal Z B van de zon onder den gezigteinder H O zijnde, wordt gebroken, en buigt om naar A, zoodat A de zon in C boven den Horizon meent te zien, hoewel zij er nog wezenlijk onder is, en zonder breking naar D zou voortloopen, en voor A onzichtbaar zijn gebleven. Door eene dergelijke breking ziet men de voorwerpen van verre wel eens hooger dan zij zijn, als dunne luchtlagen aan de oppervlakte der aarde, of digtere dampen, nabij dezelve, straalbreking veroorzaken, hetwelk men *opdoemen* noemt. Wanneer lichtstralen op een bol geslepen glas evenwijdig vallen, dat is, op een glas, aan eene of aan beide zijden bultig of kegelvormig geslepen, buigen zij tot elkander in genoegzaam één punt, hetwelk men het *brandpunt* noemt; zie *Fig. 79*. Laat, aldaar, op

op het bol-glas de evenwijdige lichtstralen A B, C D, E F, G H en I K vallen; deze zullen alle in één punt L te zamen komen, dat het brandpunt is, mits, volgens hetgene ik stelde, aan elkander evenwijdig zijnde, zoo als de zonnestrallen altijd zijn. Deze dan in een bol-glas opgevangene lichtstralen loopen, gelijk ik zoo even zeide, in één punt L zamen, dat ook werkelijk brandt, zoo als gij in een brandglas, dat zulk een bol-glas is, zeker wel gezien zult hebben.

Jantje. Ja, *Meester!* dikmaals heb ik gezien, dat vader zijne pijp er mede aanstak: hij hield het glas altijd zoo lang op en neder, tot dat hij een klein rond stipje licht kreeg, en dat brandde dan.

Mr. Juist, en dat stipje is het vergaderingspunt der opgevangene zonnestrallen, welke zoo dicht bijeengebragt zijn, dat zij eene kracht hebben gekregen, om alles in brand te steken. Laat, in *Fig. 80*, A het bol- of brandglas zijn en B de zonnestrallen, zoo worden die te zamengebogen naar D, en maken, gelijk alle brekingen in ronde bolle glazen, een' kegel van licht, als C, welks top D het brandpunt is. Hoe boller die glazen zijn, hoe meer de breking is, en hoe nader het brandpunt in het glas valt. Een *hol-glas*, dat is, aan eene of beide zijden hol geslepen, doet de stralen uiteenloopen, zoo als *Fig. 81* aantoon; en dus het tegengestelde van een bol-glas.

Jantje. Het is raar, *Meester!* ik heb vader wel met zulk een glas zijne pijp aan het zonnelicht zien aansteken, maar nooit aan het maanlicht; dat is toch ook licht, en wordt dan ook in één punt zamengebogen.

Mr. Dat gij uw' vader nooit bij manschijn

schijn het brandglas hebt zien gebruiken, wil ik wel gelooven, en is zeer natuurlijk: het maanlicht warmt niets; al laat men het brandpunt van hetzelfde door een bol-glas op een' thermometer vallen, deze zal er niets van rijzen. De reden hiervan is, dat het licht der maan duizende malen dunner, ijler, of minder, dan het zonnelicht is, en dus in een brandpunt gebragt, nog op verre na niet sterk genoeg is, om de enkele zonnestrallen te evenaren.

Heintje. Hoe komt het toch, Meester! dat, wanneer ik door een brandglas, of, zoo als gij het noemt, bol-glas, zie, de voorwerpen, of dingen, die ik zie, grooter worden?

Mr. Ik zal beproeven, of ik het u bevattelijk kan maken; — doch merk vooraf op, dat de lichtstralen, van eenig voorwerp afkomende, die gebroken worden, door een bol-glas te zamenkomen in een zeker punt, gelijk gij zoo even in het brandglas gezien hebt; dat dan op die plaats van zamenkomst ook het beeld vertoond wordt van dat punt van het voorwerp, waarvan zij afkomen, en men in het donker hetzelfde duidelijk ontdekt, zoodat men meent het voorwerp zelf daar te zien. — Laat, in *Fig. 82*, *AF* een voorwerp en *BD* een bol-glas zijn; van welk voorwerp wij ons alleen tot de twee punten, *A* en *F*, willen bepalen; uit deze punten schieten verscheidene stralen af, waarvan wij alleen die, welke het glas raken, in aanmerking nemen, en wel de uiterste *AB* en de middelste, die door het middelpunt *C* van het glas gaat, en daarom altijd regt voortloopt, zonder gebroken te worden, als *ACE*, uitmakende den lichtkegel *ABC*, van welken *AB*, die het

bol-

bol-glas in *B* raakt, gebogen wordt, gelijk wij gezien hebben, naar binnen toe, langs *BE*, en alzoo in *E* de andere, van hetzelfde punt *A*, langs *AC*, komende, ontmoet; vertoonende daar het bovineinde *A* van het voorwerp, waarvan zij afkwamen; insgelijks door den straal *FC*, die weder door het middelpunt gaat naar *L*, en dus niet gebogen wordt, en *FD*, komende van *F*, en gebogen wordende in *D*, langs *FDL*, mede naar *L*, alwaar zich derhalve het onderende vertoont en alzoo het voorwerp omgekeerd in *LE* voorstelt. Om dit duidelijk en fraai te zien, zoo maakt men eene kamer, die op de straat uitzigt heeft, geheel donker, maar laat in een der luiken eene opening maken, ter grootte van een brilleglas; plaatst voor die opening een bol geslepen glas, doch hetwelk een brandpunt heeft, ver genoeg, om behoorlijk tusschen het glas en het brandpunt te kunnen staan; hangt dan op de plaats, waar de gebrokene stralen zamenkomen, een witten doek, of scherm, dan zullen zich al de voorwerpen, die buiten op de straat zijn, met de levendigste kleuren op dien doek vertoonen, en de fraaiste vertooning der wereld maken; bewijzende tevens, wat ik u daareven leerde; terwijl gij de werking in *Fig. 83* kunt nagaan. Laat, aldaar, *CD* een bol-glas zijn, in de opening van eene donkere kamer geplaatst, *AB* een voorwerp van buiten, een' boom, bij voorbeeld, zoo vallen de lichtstralen, die van alle punten, en dus ook van *A* en *B*, naar alle zijden afschieten, in het bol-glas, als van *A* de stralen *AC* en *AD*, die tot elkander gebogen worden en op den doek of het scherm in *F* zamenkomen, en aldaar den top des booms afbeelden; die van *B*, zijnde *BC* en

T 4

BD,

BD, buigen te zamen in E, en beelden daarden voet af, stellende de stralen van den boom tusschen A en B de overige deelen van den boom op dezelfde wijze voor; terwijl die van het midden, GH, dat is, die regt op het midden van het glas vallen, ook regt naar H doorgaan, zonder gebroken te worden; doch GC en GD worden gebroken mede in H; en derhalve staat de geheele boom, omgekeerd, op den doek, en zoo alle andere voorwerpen.

Heintje. Dat is wonderlijk, *Meester!* Hoe kunnen toch die lichtstralen de gedaante van eenen boom met zich voeren en afbeelden? Dat begrijp ik geheel niet.

Mr. Ja, lieve jongen! er zijn nog vele, zeer vele zaken in de Natuur, waarvan wij de reden niet weten; ja, gij zult ondervinden, dat, naar mate gij meer wezenlijke vorderingen maakt, die onbekendheden zelfs grooter zullen worden, dat is, het onbekende van zulke zaken, die zich dan eerst aan uwen geest zullen opdoen, en waaraan gij te voren niet dacht. Ik zal echter trachten, u er een flauw denkbeeld van te geven. Van ieder punt van een voorwerp komen stralen af, welke de kleur van dat punt, zoo als ik u verklaard heb, met zich voeren. Overal, waartegen die straal komt, ver- toont hij min of meer die kleur, vooral in eene donkere plaats; want als men in de zoo even verklaarde donkere kamer het bol-glas weg- neemt, en alleen de opening laat, zoo zal even- wel de boom door de enkele lichtstralen wor- den afgebeeld, echter flauw, omdat er van één punt verscheidene stralen komen, die nu niet, zoo als in het glas gebeurde, te zamen worden ge-
bragt,

bragt, maar regt doorloopen, en alzoo eenige ver- warring maken. Doch de kleuren zijn duidelijk genoeg, en ook de gedaante wel te onderschei- den, vooral wanneer de opening zeer klein is. Iedere straal dan ver- toont op den doek de kleur van het punt, waarvan dezelve komt, hetzij lichtgroen of donkergroen in de schaduw; ie- dere tint van licht en donker wordt dus door de stralen overgevoerd op den doek; en wat is er meer noodig, om het voorwerp volkomen af- gebeeld te hebben? Wat doet de schilder anders, dan de kleuren zoodanig en in die gedaante bij elkander te plaatsen, als zij in het voorwerp zijn? en daarmede is het beeld gemaakt. Hetzelfde is dan ook het geval met de voorwerpen, welke door lichtstralen afgebeeld worden.

Laat mij nu overgaan tot het beantwoorden van uwe vraag, Heintje! waarom de dingen door bolle glazen grooter worden; vertrouwend, dat gij het voorzegde wel begrepen zult hebben. Gij dient echter vooraf wel te weten, hoedanig wij iets grooter of kleiner zien. Beschouw eens, met aan- dacht, den toren in *Fig. 84*, welke door het oog op twee verschillende plaatsen, als uit C en D, ge- zien wordt; ongetwijfeld ziet het oog D denzel- ven grooter dan in C. Maar hoedanig? Het groo- ter of kleiner zien hangt alleen van den hoek af, welchen het voorwerp, dat wij zien, met het oog maakt; dat is, het hangt af van de schuinte der lijnen AC en AD op de grondvlakkige ooglijn BC; — naar mate de openingen of hoeken der in C en D zamenkomende lijnen, AC en BC, AD en BD, grooter of kleiner zijn, ziet het oog het voor- werp ook juist zoo veel grooter of kleiner. Als nu D op de helft van BC is, zoo zal de hoek
T 5 bij

bij D ook blijkens eens zoo groot als bij C zijn, en daarom de toren in D zich eens zoo groot als bij C vertoonen. — Om nu uwe vraag te beantwoorden, zoo let op *Fig. 85*, en verbeeld u, dat ONC een bol-glas is; laat daarvoor geplaatst zijn een voorwerp AB: als zich nu in IKLM het oog bevindt, hetwelk door het evengezegde bol-glas naar het voorwerp AB ziet, hoedanig zal zich dan dit voorwerp aan het oog vertoonen? Laat ons zien. — Van het voorwerp AB, heb ik u geleerd, stroomen (wanneer het verlicht is) van alle punten lichtstralen af in regte lijnen, welke uit ieder punt voortkomen, en vervolgens, in onze oogen vallende, ons het voorwerp doen zien. Nu zou men dus tusschen A en B vele uitschietende lichtstralen moeten trekken, om te zien, wat daarmede in het glas gebeurt; doch dit zou verwarring maken, en daarom niets afdoen. Men neme dan maar alleen de stralen, welke uit de twee uiterste punten komen, als A en B, dewijl die het geheele voorwerp bepalen, en al de overige daartusschenbeide liggen. Zien wij nu eerst die, welke uit het punt A komen: deze gaan naar alle zijden heen; doch beschouwen wij alleen daarvan de uiterste AN en de middelste AC; met deze hebben wij maar alleen te doen; terwijl men zich verbeelden moet, dat tusschen AN en AC millioenen lichtstralen, van het punt A afkomende, liggen, zoodat ANC vol lichtstralen is, en een' kegel, of penseel van licht, uitmaakt; waarom men de ruimten, welke tusschen twee lichtstralen, die van één punt afkomen, als hier tusschen AN en AC, en ook van het onderste punt B, tusschen de stralen

BC

BC en BO in zijn, *lichtkegels*, of *lichtpenseelen*, noemt. Onthoud dit wel. Wat gebeurt er nu met het lichtpenseel ANC, hetwelk door de stralen AN en AC gemaakt wordt? De straal AN raakt bij N het glas; wordt naar binnen gebogen, zoo als wij van de bolle glazen gezien hebben; loopt dus voort tot E, alwaar hij weder uit het glas gaat, en daardoor nog eens naar binnen gebogen wordt, zoodat hij voortgaat langs EI, en bij I in het oog valt. Even zoo gaat het met den straal BO uit het punt B; deze raakt in O het bol-glas; wordt naar binnen gebogen tot F; gaat daar weder uit, en wordt nog eens naar binnen gebogen, totdat hij, langs FM, in het oog komt. De overige lijnen BC en AC gaan regtuit voort en worden niet gebroken, omdat zij door het middelpunt van het glas gaan, zoodat deze bij K en L in het oog vallen. Dus vallen dan van het voorwerp, of eigenlijk van de twee punten van het voorwerp, A en B, in het oog de vier stralen EI, CL, CK en FM; en nu zien wij met ons oog altijd de voorwerpen op die plaats, alwaar de laatste rigting van den straal heen wijst, vlak vóór, of bij de aanraking van het oog.

Jantje. He, *Meester!* zien wij dan de dingen niet altijd regtuit, zoo als zij staan?

Mr. Wordt de man nu een kind? Wij zien ze wel regtuit, maar niet altijd op de plaats, daar zij staan. Hebt gij dat niet beter gezien met het stuk geld, in den bak met water, dat ik u in *Fig. 77* verklaarde? Meendet gij niet, dat geld op eene geheel andere plaats te zien, dan het waarlijk lag, omdat de rigting van den straal vóór, of het naast bij het oog, eene andere rigting, door de breking, uit het water in de

lucht

lucht overgaande, bekomen had? Is dat dan zoo, hoedanig zal dan nu het oog, in dit geval, het voorwerp AB zien, dat is, waar zullen de punten A en B zich vertoonen? Men volge slechts de lijnen bij het oog van iederen lichtkegel na: waar die zamenkomen, moet ook het punt zijn, daar het oog het voorwerp door het bol-glas meent te zien. Zie hier: wanneer wij van den lichtkegel ANC de stralen vlak bij het oog EI en CL volgen, en regt doortrekken, zoo komen zij in het punt P zamen, alwaar dus het oog het punt A zien zal; voorts zijn van den kegel BCO de stralen vlak voor het oog CK en FM, welke, regt doorgetrokken, in D zamenkomen, en de reden, waarom het oog het punt B in D zal zien, en derhalve het geheele voorwerp AB zich zoo groot als PD voorstellen; doch tevens verder af, gelijk de *Figuur* aantoont. Kunt gij nu begrijpen, waarom bolle glazen vergrooten?

Heintje. o Ja, *Meester!* ik geloof het begrepen te hebben; doch ik zal er te huis nog wat op studeren moeten.

Mr. Dat is ook zeer noodig; want zoo gij dit niet verstaat, zullen al onze volgende gesprekken mede niet veel baten. Laat ons nu bezien, wat er gebeurt, wanneer men door een hol geslepen glas naar eenig voorwerp ziet.

Met de holle glazen is het juist anders gelegen: deze verkleinen de voorwerpen, doordien zij de stralen, na de breking, naar buiten uitbuigen; doch zij vertoonen het voorwerp nader bij, zoo als gij in *Fig. 86* duidelijk zien kunt. Laat AB een voorwerp zijn en IKLM een holglas, zoo zal, even als in het vorige geval,

AKC

AKC de lichtkegel van het punt A zijn, waarvan de straal AK, zoowel bij den in- als uitgang van het glas (omdat het hol is, gelijk *Fig. 81* aantoont), naar buiten uitgebogen wordt (terwijl de middelstralen, AC en BC, ongebroken voortgaan), en dus met stralen IG en CF in het oog valt. Even zoo is BMC de lichtkegel van punt B, waarvan de straal BM bij den in- en uitgang van het glas naar buiten uitgebogen wordt, en volgens LE in het oog komt; derhalve wordt door het oog het punt A gezien in de rigting IG en CF, welke, in P te zamen komende, aldaar het punt A vertoonen; terwijl het punt B gezien wordt langs LE en CH, die in D te zamen komen, en aldaar het punt B verbeelden; zoodat het oog het geheele voorwerp AB in PD, verkleind, doch nader bij, ziet. Aldus vergrooten dan de bolle, en verkleinen de holle glazen. Hoe boller de glazen zijn, hoe meer zij vergrooten, en hoe holler, hoe meer zij verkleinen. Men noemt daarom de bolle *ver groot*- en de holle *verklein*glazen. Door het vergrooten, worden de deeltjes der lichamen meer uit elkander gezet, en derhalve kan het voorwerp met te meer naauwkeurigheid beschouwd worden. Sterke vergrootglazen noemt men *mikroskopen*, welke men somtijds met nog meer glazen zamenstelt, om met meer gemak te zien. Doch de eenvoudigste, namelijk die met een enkel sterk vergrootglas, zijn de beste. Ziet daar voor ditmaal genoeg verhandeld: gij zult er nog weleens over na mogen denken, om het wel te verstaan. Zijt gegroet tot wederziens, en overweegt wel de volgende

L E E-

L E B R I N G E N.

Waarom een jager, die een' snoek, welke in het water ligt, wil schieten, het geweer merkelyk onder denzelven moet aanleggen.

Waarom men, na den ondergang der zon, nog eenigen tijd, en, bij den zomer-zonnestand, den geheelen nacht door, licht heeft, dat de schemering genoemd wordt.

Waarom de zon en de maan, dicht aan den gezigteinder, van boven ovaal schijnen, en van onderen geplat.

Hieruit kan men ook verklaren:

Waarom de voorwerpen, op verre afstanden gezien, schijnen opgeheven in de lucht, of als in eene zee te staan, en vanwaar, bij helderen zonneschijn, vooral tegen de zon in gezien, de voorwerpen in eene gedurige trillende beweging zijn.

Waarom sommige werklieden een' glazen bol met water gevuld bezigen, waardoor zij het licht eener lamp doen heengaan, ten einde beter te kunnen zien.

V I E R

V I E R E N T W I N T I G S T E Z A M E N S P R A A K.

Vervolg van het voorgaande. Wederomkaatsing der lichtstralen, en toepassing van het voorgaande op gezigtkundige werktuigen.

Mr. Wel, lieve kinderen! hebt gij nog al eens om ons laatste gesprek gedacht?

Heintje. Ja, *Meester!* dikmaals, en het schoone daarvan heeft onzen lust nog merkelyk vermeerderd.

Mr. Dat verheugt mij en spoort mij aan, om er u nog meer van te doen kennen. Hebt gij wel *verrekijkers* gezien?

Jantje. Ja, *Meester!* die zijn zeer aardig; want dingen, geheel van verre, kan men nabij voor zich halen. Maar hoe en waardoor dit geschiedt, begrijpen wij niet. Verklaar ons daar toch eens de reden van.

Mr. Een verrekijker is alleen een samenstel van twee bolle glazen, die men onderscheidt in het voorste bij het oog, dat men het *oogglas* noemt, en het achterste naar de voorwerpen gekeerd, dat den naam van *objectief* of *voorwerpglas* draagt. De werking daarvan is niet anders dan deze: Laat, in *Fig. 87*, BF en DH twee bolle glazen zijn, zoodanig in de buis van een' kijker vastgezet, dat het brandpunt, dat is het

het punt van zamenkomst der evenwijdige (*parallele*) stralen, van het glas BF in CG is, en even zoo van het glas DH ook in CG: wat gebeurt er dan? Het voorwerp AE doet lichtkegels op het voorwerpglas vallen, als ABFA en EBF E, welke dermate omgebogen worden, dat in het brandpunt van het glas het punt A in G, en het punt E in C te staan komt; in welke punten van zamenkomst (gelijk ik bij de verklaring van de donkere kamer [*chambre obscure*] heb aange-toond) dan ook het voorwerp met al zijne kleuren wordt afgebeeld; het voorwerp staat alzo afgebeeld in CG, doch omgekeerd. Nu doet het niet anders dan hetzelfde, door het glas HD, op de straks verklaarde wijze, vergrooten; doch, om met het oog wel te zien, moeten de stralen er genoegzaam evenwijdig invallen, dewijl wij, om den verren afstand der meeste voorwerpen, aldus de stralen in het oog ontvangen; en dit gebeurt, wanneer de lichtkegels, gelijk hier, uit het brandpunt C en G op het glas DH vallen. Want, toonde ik u, in de vorige Zamen-spraak, aan, dat evenwijdige stralen, op een bol-glas vallende, in één punt, dat men het brandpunt noemt, te zamen kwamen, zoo volgt ook, dat stralen, die uit het brandpunt van een glas voortkomen (zoo als hier uit de punten C en G), en aldus op het glas vallen, na de breking, evenwijdig moeten voortloopen; gelijk de *Figuur* aanwijst. Nu wordt het voorwerp gezien in de rigting der stralen bij het oog DK en H. K, en dus onder den hoek DKH, terwijl het bloote oog het ziet, als men de lengte des kijkers voor niets rekent, onder den hoek AIE; derhalve is de vergrooting van zulk eenen kijker zoo veel, als

als de hoek DKH grooter dan AIE is; nu betoogen de Wiskundigen, dat die hoeken even zoo gesteld zijn als de lijnen IL en LM; zoodat de kijker zoo veel vergroot, als de lijn IL grooter dan LM is. Daar zulk een eenvoudig zamenstel van kijkers het voorwerp verkeerd doet zien, dat zeer lastig is, heeft men er nog glazen tusschenbeide gebragt, en wel voornamelijk in den eersten uithaler, of de oogbuis, gemeenlijk vier, waardoor dan het voorwerp regt, en het gezigt-veld grooter wordt. Naar mate LM kleiner is, vergroot de kijker meer; en de reden daarvan heb ik u aangetoond te zijn, dat de kijker zoo vele malen vergroot, als IL langer dan LM is. En daar nu IL en LM de brandpunten der glazen zijn, zoo vindt men de vergrooting van eenen kijker, als men de lengte van het brandpunt van het voorwerpglas BF door de lengte van het brandpunt van het oogglas DH deelt. Deze vergrooting wordt altijd in middellijn of over de breedte bepaald, en niet naar de vlakke. Evenwel zoo veel als de kijker vergroot, schijnt ook het voorwerp nader bij te zijn; want, zoo in *Fig. 84* het bloote oog C naar den toren ziet, en men dan een' kijker neemt, die denzelven eens zoo groot maakt, zoo moet de hoek C, dien men den *gezigthoek* noemt, nu door den kijker eens zoo groot geworden zijn; dat is, even zoo groot, als ik zeide, dat de hoek bij D was; en daarom zal het oog in C met den kijker eveneens zien, alsof het in D zonder kijker stond. Wanneer gij dus met een' kijker, die tien malen vergroot, op honderd roeden afstands naar een huis ziet, zoo ziet gij het eveneens, alsof gij het met uw bloote oog op tien roeden afstands zaagt.

Dit zij genoeg van de vergrooting der bolle en verkleining der holle glazen, en derzelve samenstel in kijkers; alleen wil ik u nog doen opmerken, dat men ook kijkers heeft van twee glazen, het voorwerp glas bol en het oogglas hol. Deze waren de eerste kijkers, uitgevonden in ons Vaderland, en wel te *Middelburg*, in den jare 1608, en vandaar nog heden ten dage *Hollandsche* of *Bataafsche* kijkers genoemd: zij doen de voorwerpen regt zien, doch kunnen niet sterk vergrootend zijn. De uitvinder was H. Lipperhy: hij maakte er een' voor Prins Maurits met twee buizen, even als een' bril, voor ieder oog eene. Dewijl de voorwerpglazen der kijkers meestal door de breking der lichtstralen vrij kleurig worden, en daardoor het zien hinderlijk zijn, zoo heeft men op dezelfde eene aanmerkelijke verbetering uitgevonden, welke al deze kleurschifting belet. Men maakt, namelijk, de *objectief*- of voorwerpglazen uit twee of drie wel ineensluitende glazen van twee onderscheidene soorten van glas, die het meeste in vermogen van breking verschillen, te weten, *flint*- en *crown*-glas, welke kijkers men dan *kleurschiftinglooze* of *Achromatische* noemt, terwijl zij in helderheid en duidelijkheid alle andere verre overtreffen. Het was de groote Euler, te *St. Petersburg*, welke het eerst op het denkbeeld kwam, om de voorwerpglazen der kijkers zoodanig uit onderscheidene soorten van glas zamen te stellen, ten einde daardoor de kleuring of kleurschifting der voorwerpen te beletten, en wel naar aanleiding van de verschillende vochten in het menschelijk oog; waarop de verdienstelijke Kunstenaar Dollond, te *Londen*, het eerst deze dubbele en driedubbele voorwerpglazen vervaardigde, en dergelijke kijkers in de wereld bracht, welke sedert ook den naam

van

van *Dollondsche* kijkers verkregen hebben. Gij hebt zeker wel dikmaals in een' spiegel gezien, Jantje! wat ziet gij dan?

Jantje. Wel, *Meester!* dan zie ik mij zelve en nog meer andere zaken rondom mij.

Mr. Maar hoe ziet gij u zelve en alle andere zaken daarin: grooter of kleiner, vóór of achter den spiegel?

Jantje. *Meester!* ik zie alles in den spiegel even zoo groot als het is; en het schijnt mij toe, alsof de spiegel een glasvenster is, waardoor ik in eene andere kamer mij zelve en de voorwerpen rondom mij zie.

Mr. Dus ziet gij de voorwerpen achter den spiegel, en even zoo groot als zij zijn: dat is zoo het geval in een' vlakken spiegel, hoedanigen wij in de huizen gewoon zijn te gebruiken. De reden van het zien in een' vlakken spiegel is alleen de wederomkaatsing der lichtstralen, welke van de voorwerpen afkomen, en, op den spiegel vallende, in ons oog terugstuiten. Alle gladde oppervlakten, ook van de doorzigtigste lichamen, zijn spiegels: geen glas zoo helder, geen voorwerp zoo doorschijnend, of het laat al de lichtstralen niet door; altijd wordt er een gedeelte van het licht wederomgekaatsd, en wel hoe schuiner het licht er op valt, hoe meer terugkaatsing van stralen er plaats heeft; vandaar de spiegeling van water, vensterglas, enz.; zelfs spiegelen de stralen, als zij van water of glas in lucht overgaan. In alle vlakke spiegels zien wij de voorwerpen altijd zoo ver achter den spiegel, als zij er vóór zijn. — Doch er zijn ook spiegels, waarmede het geheel anders gelegen is, namelijk, de zoodanige, welke niet vlak, maar hol of bol zijn. Zoodra een spiegel hol of bol

V 2

is,

is, heeft dezelve een brandpunt, dat is in den hollen spiegel het punt, waarin de zonnestrallen, welke er evenwijdig in vallen, zouden te zamen komen en branden, even als in het brandglas; vanwaar men hol geslepen spiegels ook *brandspiegels* noemt. Wanneer men het voorwerp tusschen het brandpunt en het glas van den hollen spiegel plaatst, vergroot dezelve sterk en vertoont het voorwerp zich regt; doch wanneer het verder dan het brandpunt geplaatst is, is de vergrooing weinig en zelfs verkleinende, en de voorwerpen vertoonen zich omgekeerd, met nog deze inderdaad aanmerkelijke bijzonderheid, dat men het beeld van het voorwerp niet in of achter dezen spiegel meent te zien, maar geheel vóór den spiegel staande, zoodat men het met de hand meent te kunnen vatten. Door deze fraaije en wonderbare eigenschappen van den hollen spiegel, kan men vele zaken van vermaak met denzelven vertoonen; als, *perspective illuminatie*-prenten, die, nabij den spiegel gebracht, merklijk vergrooten, of, wanneer men verder af bloemen plaatst, deze zich zeer duidelijk vóór den spiegel doen zien, doch op eene plaats, alwaar wel het beeld, maar niet het voorwerp zelf is. Men rekent het brandpunt van eenen hollen spiegel op de helft van den afstand van het punt, waaruit, als middelpunt, de boog of holte des spiegels getrokken is, en dit middelpunt bevindt zich op die plaats vóór den spiegel, alwaar het beeld zich vertoont omgekeerd op het voorwerp te staan, dat men vóór den spiegel gesteld heeft. Plaatst, bij voorbeeld, vóór een' hollen spiegel eene kaars, houdt het oog achter dezelve, en verplaatst haar dan zoo lang, totdat gij het beeld vóór den spiegel omgekeerd ziet; en nu schuift gij de kaars van

van u af, of naar u toe, totdat gij het beeld of de omgekeerde kaars boven op de wezenlijke ziet staan. Wanneer men in het brandpunt van een' hollen spiegel, als, in *Fig. 88*, het punt B, eenig lichtend voorwerp plaatst, zoo worden de stralen in evenwijdige lijnen teruggekaatst, als AB langs AI, BC langs CH, BD langs DG en BE langs EF; vandaar bezigt men holle spiegels tot terugkaatsers (*réverbères*) achter de lampen van lantaarns, ten einde het licht evenwijdig te doen voortgaan, en dus bijeen te houden, ter meerdere verlichting der nabij zijnde voorwerpen.

Dit is zooveel te noodiger, omdat het licht van lampen of kaarsen, als uit één punt komende, rondom van zich stralen schiet, zie *Fig. 89*, welke lichtstralen hoe langer hoe meer uiteenloopen, en dus het licht zeer sterk verminderen: bij voorbeeld, een voorwerp in A wordt nog door veertien lichtstralen beschenen; doch geplaatst in B, heeft het slechts vijf lichtstralen meer; hetzelfde vermindert op de vlakten, als de kwadranten der afstanden vermeerderen. Wanneer men nu een' hollen spiegel achter eene kaars plaatst, gelijk in de vorige *Figuur*, dan gaan de stralen regt en evenwijdig voort, zoodat B zoowel veertien stralen krijgt als A, hetwelk het licht op eenen afstand merklijk versterkt.

Heintje. Nu begrijp ik het, waarom het aanstonds zoo in het licht hindert, wanneer ik de kaars maar een weinig achteruit schuif. Nimmer had ik kunnen denken, dat de Natuurkunde zoo van alles de reden zou leeren, zelfs van de kleinste en de minst opgemerkt wordende zaken.

Mr. Ja, mijn vriend! somtijds zijn deze wel

de voornaamste; doch vervolgen wij onze spiegelkunde. — De bolle spiegel doet niet anders dan verkleinen. Gij ziet de werking daarvan in de rondte van eene gladgeschuurde tinnen koffijkan; hij verwijderd de teruggekaatste stralen, even of zij van een punt achter den spiegel, dat men het brandpunt noemen kan, afkwamen. De redenen van de vergrooing en vooruitwerping der beelden in den hollen, en verkleining in den bollen spiegel te verklaren, zou nog wat moeilijk voor u te begrijpen zijn; wij sparen dit dan liever, totdat gij meer gevorderd zijt. Alleen moet ik hier nog aanmerken, dat men ook kijkers gemaakt heeft van spiegels, gemeenlijk van twee holle, die het voorwerp duidelijk afbeelden in den kijker, hetwelk dan door sterke vergrootglazen met het oog beschouwd wordt; men noemt deze spiegelkijkers doorgaans *teleskopen*, en zij zijn zeer sterk van vergrooing. De volkomene verklaring hiervan is insgelijks nog niet genoeg voor u geschikt; doch tot uwe oefening en nadenken vindt gij in *Fig. 90* de afbeelding van zulk een' *teleskoop* van binnen, en hoedanig de lichtstralen daarin werken, alleen met enkele lijnen aangetoond.

A B C D is eene buis van één, twee of meer voeten lang, in B D, van voren, geheel open; in A C is een metalen holle spiegel in het midden doorgebroken, met eene ronde opening, opdat de lichtstralen daardoor in het oog kunnen vallen; in M weder een kleine metalen spiegel, en in I en H twee bolle glaasjes; het voorwerp in N wordt door den spiegel A C teruggekaast, en afgebeeld in deszelfs brandpunt O omgekeerd, gelijk ik u zoo even zeide van den hollen spiegel; uit dit brandpunt O valt het beeld in den spiegel M, die

die het terugwerpt door de opening van den grooten spiegel op het bol-glas H: dit glas brengt het in P weder regtstandig, alwaar het oog hetzelfde, door het vergrootglas I, beschouwt.

Heintje. Doet zulk eene ronde opening, in den grooten spiegel, geen' hinder aan het afbeelden der zich daarin van buiten spiegelende voorwerpen?

Mr. Volstrekt niet; want dezelve is zoo nauwkeurig geslepen, dat de lichtstralen overal zamenkomen, waar zij slechts tegen den spiegel stuiten; dus kunnen er van het voorwerp stralen genoeg op den spiegel vallen, om, teruggekaast, het voorwerp af te beelden: evenwel heeft men voor *teleskopen*, die zeer groot en van veel vermogen zijn, in den spiegel A C geene opening gemaakt, en men plaatst den kijker I H vooraan in de opening, als bij D, latende den kleinen spiegel M geheel weg: de openingen van groote *teleskopen* zijn zoo wijd, dat het hoofd van den waarnemer, dat gedeeltelijk vóór de opening bij D komt, niet het minst hindert: zoodanig was ook de groote *teleskoop* van Herschel, van 40 voet lang, zamengesteld.

Alvorens tot iets anders over te gaan, moet ik u nog doen opmerken, dat niet alleen het licht van de voorwerpen afstraalt, maar de warmtestof zulks mede doet, en daarom *stralende warmte* genoemd wordt, gelijk wij reeds in het begin van de Zeventiende Zamenspraak met een woord gezegd hebben, zoodanig, dat zij dezelfde wetten volgt als het licht en ook, even als het licht, in spiegels kan worden opgevangen; b. v. wanneer men twee holle spiegels van koper of ander metaal vlak tegenover elkander plaatst, 12 à 16 voet van elkander, en dan in het brandpunt

punt van één' derzelve een' gloeienden ijzeren kogel op een ijzeren steunsel plaatst, zoo wordt de warmtestof van den gloeienden kogel evenwijdig afgestraald, gelijk het licht in *Fig. 88*, naar den anderen spiegel; deze doet de evenwijdige stralen weder in zijn brandpunt bijeenkomen, waardoor de warmte, even als het licht, zich in één punt vereenigt, en daardoor zoo sterk wordt, dat het gemakkelijk zwam, ja zelfs buskruid, aansteekt en water doet koken. Alle lichamen stralen warmte uit, zoowel als het licht, doch met deze bijzonderheid, dat zwarte en donkere oppervlakten veel meer warmte doen afstralen dan witte en glansachtige, zoodat gepolijste metalen de minste warmte afgeven of doen afstralen. Alle warmte, die van vuur, kagchels of heete lichamen door ons gevoeld wordt, is geene voortleiding alleen van warme lucht, maar stralende warmte; blijken de dit daaruit, dat, wanneer men de lucht tusschenbeide wegblaast, toch de warmte voelbaar blijft.

Hiermede zal ik voor uwe vatbaarheid genoeg gezegd hebben van de breking en wederomkaatsing der lichtstralen, en de daardoor te weeg gebrachte verschijnselen, zoowel in de geslepen glazen en spiegels, als daaruit zamengestelden *mikroskoop*, de *verrekijfers* en den *teleskoop*. Gaan wij nu over tot de wijze, waarop wij de lichamen of voorwerpen zien, en hoe het zien in ons oog toegaat.

Jantje. Maar, *Meester!* eer gij daartoe overgaat, wenschte ik nog wel de verklaring van iets, dat immers ook van het licht afhangt, en nog niet door u is aangetoond, de *tooverlantaarn*, namelijk; want ik heb er eene, daar ik mij dikmaals mede vermaak.

Mr. Het is ook waar, lieve jongen! ik zou uw,

uw, zoo ik merk, geliefkoosd speeltuig waarlijk vergeten hebben; te meer, omdat het juist hetzelfde ding is als de donkere kamer (*chambre obscure*), waarin een bol-glas u de voorwerpen van buiten zoo levendig op den wand vertoont. — Gij kent het zamenstel immers wel? Eerst hebt gij den spiegel, dan de lamp, dan het voorwerp, en dan twee bolle glazen; de lamp dient alleen om het voorwerp te verlichten. Ziehier, in *Fig. 91*, de werking: C is de kaars of lamp, en AB de holle spiegel, die de stralen evenwijdig voortbrengt, en op het voorwerp EE vallen doet en sterk verlicht. Van het voorwerp, dus verlicht, vallen de lichtkegels der punten E en E, langs EMSE, op het eerste glas GG, worden naar binnen omgebogen, en, door een scherm, FP, het overtollig licht afgesneden zijnde, vallen zij op het tweede glas HH, dat de stralen, welke nog maar weinig zamenloopen, meer naar binnen toebuigt, ten einde behoorlijk bijeen te komen in LL, en aldaar het beeld van het voorwerp EE af te teekenen, doch omgekeerd.

Jantje. Het glas HH, dat hier meer is dan in de donkere kamer (*chambre obscure*), dient dan maar, om al de schuins loopende stralen van het voorwerp wat tot elkander te brengen?

Mr. Regt zoo. Doch deze verklaring van de *tooverlantaarn* spoort mij aan, alvorens deze onze *Zamenspraak* te eindigen, tot het maken van eenige gewigtige aanmerkingen, waarop gij wel moet letten:

1. Dat, wanneer men eene buis neemt met een vergrootglas en eenig voorwerp, hetzelfde in een luik van eene donkere kamer plaatst, en dan met een' vlakken spiegel van buiten het zonnelicht zoodanig opvangt, dat het regt in de buis komt, zich,

even als bij de tooverlantaarn, de voorwerpen op een' doek zeer vergroot voordoen, naar mate het glaasje vergrootend is; zoodat men eene vloot in een vergrootglas zoo groot als een paard vertoonen kan, en dat glas, of dat zamenstel, waarmee men dit doet, noemt men een' *zon-mikroskoop*. — Voorts leeren wij uit al het verklaarde:

2. Dat, wanneer men eenig voorwerp, hetzij mensch, dier, beeld of eenige geschilderde figuur, genoegzaam kan verlichten, en het licht zoodanig afsluiten, dat het alleen het voorwerp verlicht, en er dan een' koker voor stelt, waarin een bol-glas is, hetwelk de stralen, van het voorwerp afkomende, even als in de donkere kamer (*chambre obscure*), of tooverlantaarn, bijeenverzamelt, men in staat is al de voorwerpen op een' doek, zoo als in de tooverlantaarn, te vertoonen; men kan u dan een levend mensch, een beeld, een' *auto-maat*, of bewegend beeld, wat het ook zijn moge, juist of men hetzelfde wezenlijk zag, op een' doek doen zien. Verbeeldt u nu eens, dat men u in eene stikdonkere kamer bragt, waarin zich zulk een werktuig bevond, achter een scherm van dun taf, zoodat gij door het donker niets van dat scherm kondet zien, en men u dan een beeld op dit scherm vertoonde, zonder dat gij wist, dat het een scherm was, een beeld, bij voorbeeld, met een wit hemd omtogen, of het welgelijkend afbeeldsel van eenig afgestorven mensch, zoudt gij dan niet verschrikken, en denken, dat het eene waarachtige geestverschijning was?

Heintje. Ja zeker, *Meester!* ik zou, zonder deze verklaring van u gehoord te hebben, niet anders kunnen denken; en ondertusschen is het met dat al niet meer dan mijne tooverlantaarn.

Mr.

Mr. Wel gevat, beste jongen!

Jantje. Het verheugt mij, *Meester!* dat gij ons dit verklaart; want laatst was er iemand bij onze ouders, die een zeer bijgeloovig, doch tevens geloofwaardig man was, en die van zulke dingen, van geestverschijningen van overledenen, met vrij wat benaauwdheid sprak. Vader trachtte hem op de wijze, als gij ons te voren geleerd hebt, te overreden, dat dit alles gekheid was; en dat zou vrij wel gegaan hebben, ware hij niet met iets, dat hij als waarachtig opgaf, voor den dag gekomen, waarmee hij vader den mond stopte, en ons dus meer kwaad deed dan al uwe verklaringen ons goed hadden gedaan, namelijk, dat hij het zelf gezien had, dat men hem een' afgestorven' vriend weder levend vertoonde in doodsgewaad. Maar nu ik dit weet, zal ik hem helpen, en het, zoodra als ik te huis kom, aan vader vertellen.

Mr. Dat moogt gij ook wel doen, en dan ook uwen vader uit mijn' naam verzoeken, toch alles aan te wenden, om dien bijgeloovigen vriend te regt te brengen, en ten volle te overtuigen, dat er niets bespottelijker en meer godonteerende bedacht kan worden, dan te gelooven, dat het aan menschen vergund zou zijn, om afgestorvene menschen, wier lichamen reeds vergaan zijn, weder op te wekken, en in het leven te vertoonen; dit immers zou hetzelfde zijn als het zamenstellen van een menschelijk ligchaam en het vereenigen van de ziel met hetzelfde: iets, dat alleen het werk is van een almachtig en oneindig verstandig Wezen, en daarom alleen door god verrigt kan worden. Hij dan, die zich vermeet zulks in waarheid te kunnen doen, vermeet zich een Goddelijk Wezen te zijn, en verdient daar-

daarvoor de straf, eenen Godslasteraar waardig, ten zij men hem als een' dwaas of krankzinnige met medelijden wil behandelen.

Laat ons nu wat rusten, alvorens wij tot het reeds genoemde onderwerp overgaan. Ik groet u dan tot morgen, na u, ten einde er over na te denken, te hebben opgegeven de volgende

L E E R I N G E N.

Waarom men op een vensterglas zoowel de meubelen in het vertrek, waarin men zit, zich ziet spiegelen, alsdat men de voorwerpen, die buiten zijn, er doorheen ziet.

Waarom men de voorwerpen, die ver afgelegen zijn, zich kan zien spiegelen in eene digtere luchtlage, welke op zekere hoogte boven de warme lucht aan de oppervlakte der aarde ligt, en waarom men ook daardoor de *opdoeming* kan verklaren.

Waarom holle spiegels zoo zeer tot verlichting geschikt zijn.

Waarom iemand meent zich zelve te kwetsen, wanneer hij met een' degen naar een' hollen spiegel steekt.

Hoedanig men, door de holle spiegels en tooverlantaarns, menschen en beelden kan vertoonen, waar zij niet zijn, en door eerstgemelde allerlei voorwerpen, zelfs levende menschen, op een tooneeltje kan doen verschijnen, zonder dat zij er wezenlijk op zijn.

V I J F E N T W I N T I G S T E Z A M E N S P R A A K.

Over het oog en de wijze van zien.

Heintje. Beste *Meester!* hier zijn wij weder, ten einde aan onzen weetlust te voldoen; daar wij niet twifelen, of gij zijt even goedwillig als bevorens, om ons hiertoe alle hulp te bieden.

Mr. Zeer gaarne, mijne leerlingen! voor hen, die zoo veel lust en vatbaarheid hebben, als gij, is het onderwijs eene aangename uitspanning. Ik haast mij dan, om u de ondoorgrondelijke wijsheid van den Schepper aan te toonen in het oog, waardoor wij de voorwerpen buiten ons gewaarworden. Zie hier, in *Fig. 92*, een afbeeldsel van het binnenste van het oog. *A B C D E* is een buitenrok of schel van hetzelfde, welke driedubbel is, en bestaat:

1. uit het hoornachtige,
2. ——— vaatachtige, en
3. ——— netvlies.

BAE is het *hoornvlies*, vóór de opening van het oog liggende; het is zeer doorschijnend en aan het oog gevoegd als een afgekorte kloot; het maakt de uitpuiling of bolheid van het oog uit, en is tevens met den hoornachtigen rok vereenigd.

a B en *b E* is het *druifvlies*, met den vaatachtig-

tigen rok verbonden, waarvan de voorzijde gekleurd is, en datgene bij de menschen daarstelt, wat men de *kleur der oogen* noemt, dragende den naam van *regenboog*; in hetzelfde is eene ronde opening (*ab*), waardoor de lichtstralen heengaan, en hetwelk den *oogappel* uitmaakt; zoodat de oogappel slechts eene opening in den regenboog is. *CD* is de *gezigtzenuw*, welke, door de voorwerpen aangedaan, de gewaarwording overbrengt aan dat wezen, hetwelk bij ons denkt en redeneert, de *ziel* genoemd. De vezelen van die zenuw verspreiden zich naar den ingang van het oog, over den vaatchtigen rok, makende daardoor een dun vlies *hi*, het *netvlies* genoemd. Op dit netvlies worden, gelijk ik u nader verklaren zal, al de voorwerpen, die wij zien, afgebeeld, even als in de donkere kamer (*chambre obscure*) geschiedde. Nu heeft de Alwijsheid het oog van vochten van onderscheiden aard en gedaante voorzien, welke de plaats der kunstig geslepen glazen in onze kijkers beslaan, dat is, dezelfde werking doen, en door den grooten Werkmeester der Natuur op de volkomenste wijze gevormd zijn. Zie hier dezelve:

1. Het *kristallijne vocht* *df* wordt, in de gedaante van een bol geslepen glas, opgehouden door eene spier *cde*, ook *haarwijze band* genoemd, omdat dezelve uit kleine vezeltjes is zamengesteld, gelijkende naar oogharen; het kristallijne vocht zelf bestaat uit zeer helder doorschijnende plaatjes, met een vocht tusschenbeide.

2. Het *waterachtige vocht* vervult de geheele ruimte *c BAE*. Dit vocht groeit weder aan, als het uitgelopen is, en wordt in de *Figuur* met tittels aangewezen.

3.

3. Het *glasachtige vocht* beslaat de geheele binnenholte van het oog (*g*), gelijk veel naar gesmolten glas, en is zoo vloeibaar niet als het waterachtige vocht, doch vloeibaarder dan het kristallijne; hetzelfde ondersteunt het netvlies *hi*, en houdt het op de behoorlijke plaats, waarop het, om *wel te zien*, zoo naauwkeurig aankomt.

Zoo heb ik u dan in het ruwe dat kunststuk der Natuur geschetst! Dat kunststuk, hetwelk met zoo veel wijsheid is zamengesteld! Immers een zeer doorschijnend hoornvlies laat de lichtstralen ongehinderd door; het kristallijne vocht, dat bol-glas, door de GODHEID zelve geordend, breekt ze, om ter behoorlijke plaats op het netvlies afgebeeld te worden! — En hoe geducht is niet dit teedere zamenstel met wijsheid beschermd, door eenen driedubbelen rok, waarvan de buitenste hoornachtig is, en dus het nadeel afweert, hetwelk door slagen en stooten aan hetzelfde kan toegebracht worden, zoodanig, dat menschen, die een blaauw oog vallen of stooten, aan het binnenste van hetzelfde zeldzaam iets kwetsen.

Heintje. o, *Meester!* welke wonderen hebt gij ons in dat kunstige zamenstel aangetoond! Wie toch kan GODS grootheid naar waarde roemen?

Mr. Voorzeker geen mensch! En zoo kunstig, zoo wijs is alles! Het zamenstel van een menschelijk ligchaam is alleen eene wereld vol wonderen op zich zelve; ja, het geringste, het bloedlooze diertje is een schouwtooneel vol van de verbazendste gewrochten! o! Beseft toch, wat gij aan dat Wezen verschuldigd zijt. Eerbied, ja den diepsten eerbied, liefde en gehoorzaamheid, behoort gij gedurig aan hetzelfde te bewijzen, opdat het u welga, en uw geluk bestendig zij.

Na

Na u dit zamenstel van het oog oppervlakkig verklaard te hebben, zal ik u trachten aan te toonen, hoedanig wij met hetzelfde zien. Reeds zeide ik u, dat, om te zien, de voorwerpen van buiten, op het netvlies, achter in het oog, afgebeeld moeten worden; ziethier hoe dit toegaat: Laat, in *Fig. 93*, weder het oog van binnen afgebeeld worden; A zij het voorwerp, waarvan de lichtstralen door de lijnen AB en Bp, als zoo vele lichtpenseeën, in het oog vallen; deze worden eerst gebroken door het hoornvlies BB, en dan door het kristallijnen vocht C, zoodat zij te zamen komen op het netvlies in *cd* en *e*, alwaar het voorwerp wordt afgebeeld.

Heintje. Maar, *Meester!* dat voorwerp staat omgekeerd; zoo is het immers niet in ons oog?

Mr. Ja zeker is het zoo: alle voorwerpen staan achter op ons netvlies afgebeeld, doch omgekeerd.

Heintje. Hoe komt het dan, dat wij ze regt zien?

Mr. Dat hangt immers slechts af van het besluit, dat uit de gewaarwording wordt afgeleid? Zoo verkeerd, als de voorwerpen op het netvlies staan, krijgen wij er die gewaarwording van, waardoor wij ze zien zoo als ze zijn; en zoo als wij de voorwerpen zien, zien wij ook ons zelve en de geheele Natuur. Het doet er dus niet toe, dat de voorwerpen omgekeerd op het netvlies afgebeeld worden: wanneer zij er omgekeerd op staan, worden wij ze gewaar zoo als wij ze *regt* noemen; en staan zij er regt op, noemen wij ze *omgekeerd* te zien. Want als het waar was, dat wij altijd de dingen juist zoodanig zœenden te zien, als zij waarlijk op het net-

vlies

vlies staan, dan moesten wij, wanneer wij het hoofd voerover buigen, en dus achteruit, tuschen de beenen door, zien, ook al de voorwerpen het onderste boven zien staan, dewijl de beelden op het netvlies dan juist met het boveneinde staan op die plaats, daar zij, als wij regt voor ons uit zien, met de ondereinden stonden; doch dit gebeurt niet. Deze zwarigheid (hoewel bij sommigen nog voor moeilijk op te lossen gehouden) vervalt, als men maar regt beseft, dat er een groot onderscheid is tuschen het zien, of de gewaarwording zelve, en de hoedanigheid van zien, dat is, het besluit der ziel uit die gewaarwording getrokken: dat besluit gaat altijd bij vergelijking; daarom komt ons een haan, of andere windwijzer, op den toren ook veel kleiner voor, als wij hem van den grond af zien, dan hij doen zou, als hij op den grond geplaatst was, dewijl wij op den grond den afstand en de grootte met vele andere zaken kunnen vergelijken, en deze in de hoogte missen. Ziet hier eenen stoel, dien zal ik vier voeten van u afzetten; zet gij nu dezen anderen stoel, van dezelfde grootte, zestien voeten van u af: welke stoel schijnt u nu grooter te zijn?

Heintje. Dat weet ik niet, *Meester!* Die op vier voeten afstands zal zeker in mijn oog wel de grootste zijn, maar evenwel ook niet veel verschillen.

Mr. Niet veel? wel, lieve vriend! dat gelijk nergens na! Het is Wiskundig bewezen, en gij zult (de Wiskunde leerende) zulks gemakkelijk zelf betoogen kunnen, dat de beelden, op het netvlies gemaakt, kleiner worden in evenredigheid van de vierkanten der afstanden, dat is, dat het beeld van den stoel, op

II. DEEL.

X

zes-

zestien voeten van u af staande, en derhalve viermaal verder dan de stoel van vier voeten afstands, zestienmaal (dat het vierkant van vier is) kleiner zijn zal dan het beeld van den stoel, die op vier voeten lengte van u af staat; dus is hier in het oog het beeld van den verst af staanden stoel zestienmaal kleiner dan die van den naast bij zijnden.

Jantje. Nu, *Meester!* dat mag dan wezen zoo het wil, ik verzeker u, dat ik den versten stoel geen zestienmaal kleiner zie; ik zie hem geen driemaal kleiner.

Mr. Wanneer ik u evenwel door een raampje met gespannene en ruitswijze draden liet zien, zoudt gij duidelijk bevinden, dat de stoel op vier voeten afstands zoo veel meer ruitjes besloeg dan die op zestien voeten; maar het bewijst alleen mijn gezegde, dat wij geheel anders meenen te zien, dan wij zien. Het is dan wel waar, dat het beeld van een' toren, dien ik zie, verkeerd op het netvlies van mijn oog staat; maar zoodanig staat dan ook de grond, waarop hij staat, en de lucht en de wolken, werwaarts zijne spits gekeerd is; daaruit besluit ik immers, dat al wat met de voetstukken op den grond staat, waarop ik sta, ook regt is: het beeld van den toren staat, even als ik, met den voetsteen op den grond, en de spits naar boven, en is derhalve regt, onaan gezien de gedaante van het beeld op het netvlies; het doet er dus niet toe, of dat verkeerd, hellend of regt staat; want even zoo staat ook de grond, waarmede ik alles vergelijk.

Naar mate de voorwerpen dan verder van ons oog af staan, worden de beelden op het netvlies

klei-

kleiner, en wel zoodanig, dat, wat hunne hoogte of breedte betreft, zulks geschiedt in rede van de enkele afstanden, en wat hun vlak of het geheele beeld zelf aangaat, als de vierkanten der afstanden van het oog. Wanneer de voorwerpen zoo klein worden, dat zij zich niet onderscheidenlijk meer afbeelden, of dat de stralen niet op het vlies te zamen komen, houden wij op duidelijk te zien, en moeten dan middelen van vergrooting te baat nemen door het gebruik van bolle glazen. Zie hier hoe de vergrooting eigenlijk in ons oog plaats heeft: Naar mate het ligchaam nader bij ons oog is, vertoont het zich grooter op het netvlies, en wel toenemende, gelijk wij zoo even zeiden, dat het afnam; en dus behoeft men een ligchaam, om het vergroot te zien, maar zeer nabij het oog te houden.

Heintje. Wel, *Meester!* als ik iets zoo nabij mijn oog houd, kan ik er niets van zien: hoe komt dat?

Mr. Om duidelijk te zien, moet men het voorwerp 7 of 8 duim, op het dichtst, en gewoonlijk 15 of 16 duim, op het verst, van het oog afhouden. Plaatst men het nader bij, dan loopen de stralen, die van het voorwerp in het oog vallen, te schuin en te veel uiteen, zoodat de breking in het oog, die altijd dezelfde is, ze niet op het netvlies kan te zamen brengen, maar achter hetzelfde doet vallen, als in *hik*, *Fig. 93*, alwaar niet gezien kan worden. Bij het wel en duidelijk zien is het niet slechts genoeg, dat men het voorwerp op eenen geschikten afstand van het oog plaatse; maar het moet ook de genoegzame helderheid hebben,

X 2

dat

dat is, er moeten zoo veel lichtstralen van het voorwerp in het oog vallen, als het beeld op het netvlies noodig heeft, om den vereischten indruk te maken. Door een te sterk licht wordt het oog te gevoelig aangedaan, en moet zich afwenden, en een te zwak licht maakt te weinig indruk, om het voorwerp behoorlijk te kunnen zien; hij, die in deze beide gevallen zien wil, vergt zijne oogen te veel; de regenboog verwijdt zich in het laatste geval te zeer, en krimpt in het eerste te sterk in: die zijn gezigt bewaren wil, wachte zich hier wel voor. — Wat doet men nu, om een voorwerp te vergrooten? Men plaatst het zeer dicht bij het oog; en om het dan duidelijk te kunnen zien, neemt men een bol-glas, dat de stralen naar binnen breekt, en derhalve te zamen brengt, alvorens zij in het oog vallen, waardoor zij behoorlijk op het netvlies kunnen bijeenkomen; dus dienen de bolle glazen om te weeg te brengen, dat men de voorwerpen, nabij het oog gebragt, duidelijk zien kan; en de vergrooting volgt van zelve, omdat een voorwerp, op een' duim afstands van het oog gehouden, zich op het netvlies 36 malen grooter vertoont dan op 6 duimen afstands; ook dienen zij tevens, om het licht, en daardoor de helderheid te vermeerderen; want hoe nader men een voorwerp bij het oog kan brengen, hoe meer lichtstralen men van hetzelfde in het oog kan opvangen; dewijl de bolle glazen de anders het oog mislopende lichtstralen verzamelen en in het oog brengen, ter verheldering der voorwerpen, die men vergroot ziet, en welke, wil men ze duidelijk zien, al-

altijd zoo veel meer licht moeten hebben, als de vergrooting zelve is. Vandaar ook de reden, waarom de meeste oude lieden brillen met bol geslepen glazen gebruiken: de ouderdom, namelijk, invloed op het zintuig des gezichts hebbende gekregen, heeft het hoornvlies plat doen worden, en de breking der lichtstralen verminderd; hierdoor komen deze niet meer te zamen op het netvlies, maar verder, zoo als in *hik*, en zulke oude lieden kunnen dus niet onderscheidenlijk zien; de bril echter doet dan niets anders, dan de breking zoo veel vermeerderen, als dezelve door de verplating van het hoornvlies verminderd was: hoe ouder de lieden derhalve zijn, hoe boller de brilleglazen zijn moeten.

Heintje. Dat zal wel zoo zijn, waarde *Meester!* doch ik heb dikmaals zeer jonge lieden met brillen gezien; waar is dat dan voor?

Mr. Behalve dat men somtijds de zotheid heeft, om uit mode brillen te dragen, is bijziend- of kortzigtigheid daarvan de oorzaak. Bijziende menschen hebben zeer bolle oogen, en moeten dus, om iets te lezen, met den neus op het schrift liggen; doch dan zien zij ook veel scherper en duidelijker dan anderen. Ik heb de zoodanige, in die houding, meermalen met het bloote oog zoo fijn zien schrijven, dat ik het niet dan met een vergrootglas lezen kon. De reden, dat zij zoo dicht op het voorwerp liggen moeten, om te zien, is deze: hunne oogen zijn boller dan die van andere menschen; de lichtstralen worden dus eerder toegebogen, dan in oogen van eene andere samenstelling, dat is, die der verziende. Wan-

neer zij de voorwerpen nu op denzelfden afstand van hunne oogen hebben, als de laatstgemelde, dat is de ver-zierende, zoo komen de stralen reeds te zamen in het glasachtige vocht, als in *lm* vóór het netvlies, en zij kunnen dus niet duidelijk zien; want (om het nog eens te herhalen) om wel te zien, moet het beeld juist op het netvlies in *cde* afgebeeld worden; dewijl dáár de gezigtzenuw geplaatst is, zoo als ik u dit alreede verklaard heb. Dat zij sterker zien dan de ver-zierende, is klaar, omdat zij de voorwerpen veel nader bij het oog kunnen brengen, en dus dezelve veel grooter en duidelijker zien. Hetgene de niet bij-zierende of ver-zierende personen met vergrootglazen doen, kunnen de bij-zierende, voor een gedeelte, met hunne oogen alleen verrigten. Hun gezigt blijft dus in den ouderdom veel sterker, en het oog wordt zelden zoo plat, dat zij bol geslepene brillen gebruiken moeten. Doch met dat al zijn zij eenigzins te beklagen, dewijl zij, op straat gaande, zeer onduidelijk zien, en, door hun nabij liggen op het schrift, ongemakkelijk lezen. De schoone Natuurkunde heeft hun ondertusschen ook middelen gegeven, om dit gebrek te verhelpen: zij gebruiken dan brillen met hol geslepene glazen. Deze verspreiden de lichtstralen, en maken daardoor, dat zij naar buiten uitgebogen worden, eer zij in het oog vallen en dus op het netvlies komen; vandaar is het, dat sterk bij-zierende menschen, op straat zelfs, met holle brillen loopen, en dan, even als de ver- of niet bij-zierende, op eenen afstand, zeer duidelijk zien. Eindelijk moet ik u nog doen op-

mer-

merken, dat het vermoeijend en zeer nadeelig voor het gezigt is, van hetzelfde, in het zien, veel te vergen, dat is, dan eens zeer nabij, en dan weder veraf te zien, dan eens te veel, dan te weinig licht te gebruiken, om iets te doen. Niet alleen dat, zoo als wij reeds aanmerkten, de regenboog door het laatste te veel wordt geverg'd; maar het eerste vermoeit ook het kristallijne vocht te veel; want dat vocht heeft de verwonderenswaardige eigenschap, dat het zich schikt naar de voorwerpen, die men zien wil, en naar dezelve afstanden, daar het zich, door daartoe geschikte spieren, voor- of achterwaarts verplaatst; vandaar, dat men niet terstond op eenen afstand duidelijk zien kan, als men eenigen tijd heeft zitten lezen of schrijven. — Meer bijzonderheden zou ik hier nog kunnen bijvoegen; doch, lieve jongens! ik moet dat alles overlaten, totdat gij in de Wiskunde meer onderwijs zult hebben gehad, en alzoo daarin grooter vorderingen zult hebben gemaakt. Die edele wetenschap, zonder welke er bijna geene wetenschap waarlijk bestaan kan, zal u, vooral in de Natuurkunde, behulpzaam en onontbeerlijk zijn, en het ware schoone, het ware groote en nuttige dier laatste wetenschap leeren kennen; zij zal u doen indringen in het binnenste van eene menigte zaken, waarover ik met u, zonder dezelve, slechts oppervlakkig zou kunnen spreken. Intusschen beveel ik u de Werken van N o l l e t, D e s a g u l i e r s, en, zooverre gij Fransch verstaat, van S i g a u d d e l a F o n d, B r i s s o n, H a u y, enz. en, als gij de Wiskunde meer magtig zijt, ook die vanden grooten's G r a v e s a n d e en van M u s s c h e n b r o e k en vooral van B i o t, in het Fransch (zijn *Précis élé-*

X 4

men-

mentaire de Physique bevat meest al de nieuwste vorderingen), ter lezing aan. Doch gij zult in de eerstgenoemde vele zaken vinden, die ik anders verklaard heb. De oorzaak en reden daarvan is, dat men, sedert hunnen leeftijd, vele nieuwe ontdekkingen gedaan heeft, bijzonder in de kennis van de luchtsoorten, het vuur en de *elektricit*, welke ik u heb medegedeeld. Herdenkt toch dikmaals, wat ik u hiervan geleerd heb. Vooral klimt, door de beschouwing van de orde en schoonheid in de Natuur, tot den alwijzen Schepper op. Looft Hem, prijst Hem, al uwe levensdagen. Hij is uw beschermer, en de beschikker van uw lot. Gehoorzaamt zijne geboden, en denkt, dat zij niet om zijnentwil, maar alleen om uw geluk zijn daargesteld. Al wat GOD gebiedt, ademt orde, en door orde bestaat alleen ons geluk. Denkt vooral, dat, wanneer gij zijne geboden wederstreeft, gij inloopt tegen de orde der dingen, en deze orde der dingen, vroeg of laat, uw gedrag moet tegenwerken, en uwe onbezonnenheid gevoelig straffen. Maar hoe zoudt gij, geringe schepselen, ja, bij de grootheid van GOD, nietsbeduidende wezens! hoe zoudt gij u tegen GODS orde, dat is tegen zijnen wil, durven verzetten! Waagt het nimmer: de gevolgen kunnen niet dan verschrikkelijk zijn. Laat u ook nimmer vrees aanjagen door staartsterren, vuurballen, of eenige hemelsteekens, dat is, door zoodanige verschijnselen aan den hemel, of in de lucht, welke zouden dienen, om den mensch te verschrikken, of aanduidingen te zijn van eenig hem nakend of bedreigend onheil. GOD is te groot en te goed, om zoo iets te willen of te laten gebeuren. Gij hebt verstand: gebruikt dat, en gij zult teekens zien van zijn bestaan, van zijne or-

orde, wijsheid en almacht, van het stofje af tot aan onze zon en al de werelden, om haar bewegende, en de millioenen zonnen, in de oneindige wereldruimte verspreid. Noch het een, noch het ander, verstore dan uwe rust: alles heeft natuurlijke oorzaken, en wordt voortgebracht door eene orde, alleen daargesteld door Hem, die het al bestuurt; en waarom? Niet voor Hem, maar voor u en mij, voor het geheele menschedom, en voor alleschepselen, die, op andere wereldbollen, zijne gunsten loven en zijne grootheid vermelden kunnen. Hij schonk ons dit leven ten zegen, ter voorbereiding tot een beter leven, — een eeuwig geluk.

Dat wij er dan een dankbaar gebruik van maken, en GOD eeuwig loven, dat Hij ons in den rang van zijne redelijke wezens geplaatst heeft. Vooral behoort gij u altijd voor den geest te brengen, dat alle waarheden, die gij hier aanvankelijk leert, voedsel zijn voor een toekomstend leven; een leven, waarin gij ongestoord zult kunnen vorderen in de kennis der dingen, — in de kennis der volkomenheden van Hem, die het alles heeft voortgebracht. Aldaar zal zich de kennis, die gij hier hebt opgedaan, meer en meer ontwikkelen. Streeft dan voort in deze edele wetenschap. Verzamelt bouwstofje voor de eeuwigheid, alwaar gij alles van nabij zien zult, en uitroepen: *o God! alles is bij U wijsheid, alles orde; ja! het zijn alle deelen van een verbazend geheel, waarvan de Natuur het ligchaam is, en Gij de ziel zijt.*

All are but parts of one stupendous whole,
Whose body Nature is, and God the soul.

POPE.
Be-

Besluiten wij ook deze Zamenspraak, en daarmede het geheele Werk, met eenige

L E E R I N G E N.

Uit hetgene van het oog en de wijze van zien is verklaard geworden, kan men opmaken:

Waarom de visschen in hunne oogen het waterachtige vocht kunnen missen.

Waarom de voorwerpen, die zich op den grond bevinden, zich kleiner vertoonen, wanneer men dezelve van eenen hoogen toren beschouwt, dan wanneer men dezelve, op eenen gelijken afstand, op den grond waarneemt.

Waarom men uurwijzers aan torens, en beelden op hooge gebouwen, grooter moet maken, dan noodig zou zijn, als dezelve bestemd waren, om beneden van dezelfde plaats gezien te worden.

Waarom bij-zienden met minder licht duidelijker kunnen zien dan ver-zienden, zoodanig, dat de eerste zelfs in de schemering lezen kunnen, terwijl de laatste daartoe altijd een sterk licht noodig hebben.

Waarom het nadeelig is voor de oogen, veel van licht af te wisselen, dan eens met veel, dan eens met weinig licht te zien; en vandaar het gebruik der donkergroene brillen en dat der gekleurde *voiles*, wanneer eene bijzondere ongesteldheid het niet vereischt, is af te keuren.

Waarom men bij een sterk licht de hand boven de oogen houdt, of de oogen dikmaals geheel moet sluiten.

Waar-

Waarom men, zich op den bodem van diepe kuilen bevindende, bij dag, de sterren zien kan.

Waarom in eene donkere kamer de kleine stofjes, in eenen daarin vallenden zonnestraal, duidelijk gezien worden, terwijl dezelve onzichtbaar worden, zoodra het geheele vertrek verlicht is.

Waarom men van het donker naar het licht duidelijk ziet, en niet van het licht naar het donker.

(Zoo ziet men bij dag uit eene kamer duidelijk, wat daarbuiten gebeurt, doch van buiten niet gemakkelijk, wat in de kamer geschiedt; terwijl men des avonds, in het donker buiten zijnde, door de glazen van eene verlichte kamer, alles zeer helder ziet, wat er van binnen in is; daar men van binnen naar buiten geen voorwerp kan onderscheiden.) — Alverder:

Waarom men, een' bril moeiende gebruiken, dient te zorgen, dat dezelve niet te veel vergroote; maar het gezigt alleen in den natuurlijken staat terugbrengende, dat men gemeenlijk noemt een' bril, die alleen verheldert.

Waarom het niet alleen bespottelijk, maar tevens zeer nadeelig voor de oogen is, dat men, van goede oogen voorzien, den geheelen dag met den bril op den neus of met het *lorgnet*-glas in de hand loopt.

Waarom men zorgen moet, dat men aan kleine kinderen de voorwerpen, die zij zien willen, niet te dicht voor de oogen houde.

BLAD-

BLADWIJZER

DER

VOORNAAMSTE ZAKEN,

vervat in het *TWEEDE DEEL.*



A.

<i>Aardbevingen</i> , hoe men die verklaart.	Bl. 258.
<i>Ademhaling</i> , waartoe nuttig.	. . . 157 en 158.
<i>Afleidens</i> . (<i>Elektrieke</i> of <i>Bliksem</i> -)	. . . 241.
— wat het zijn.	. . . 242.
— hoedanig die werken.	. . . 242.
— derzelve nut.	. . . 243.
— (Zwarigheden omtrent de) opge- lost.	. . . 244.
— door Franklin ontdekt.	. . . 241.
— (Beschuldiging tegen hen, die op hooge, en voor het onweder gevaarlijke gebouwen geene) plaatsen.	. . . 245.
Archimedes ontdekt de eerste gronden der Waterweegkunde.	. . . 109.
Atwood. (Verklaring van het werktuig van)	21.

B.

<i>Balans</i> , hoe die zijn moet.	. . . 67.
— (Valsche) hoe men daarmede zuiver wegen kan.	. . . 68.

BLADW. DER VOORN. ZAKEN. 333

<i>Barometer</i> . (Oorsprong van den)	. . . Bl. 122.
— (De) noodig ter voorzegging van het weder.	. . . 229.
— (De) wijst de drukking of zwaar- te der lucht aan	. . . 122, 231.
— (Een hooge) is doorgaans een teeken van schoon weder.	. . . 229.
— (Een lage) doorgaans verzeld van regenachtig weder.	. . . 229.
— (Waarom de rijzing en daling van den) niet altijd door mooi en regen- achtig weder gevolgd wordt.	. . . 229 en 230.
— (Ter waarneming van den) moet men acht geven op de plaats, waar men zich bevindt.	. . . 232.
— (Gemiddelde hoogte van den) op eenige plaatsen der aarde aangewezen.	. . . 233.
— (De) rijst of daalt veel meer op den eenen tijd van het jaar, dan op den anderen.	. . . 233.
— (Verschil van hoogten van den) in onze landstreken in de onderscheidene maanden aangewezen.	. . . 233.
— (Tot welk eene hoogte de) dient te rijzen, om goed weder te verwachten.	. . . 234.
— Wedervoorspellingen, afgeleid uit den stand van den)	. . . 234 en 235.
— (Hoe men door middel van den) de hoogten van bergen kan berekenen.	. . . 232.
— (De) voorspelt op zee vrij zeker eenen naderenden storm.	. . . 235.
<i>Beitel</i> . Zie <i>Wig</i> .	
<i>Bevriezen</i> 179.
<i>Bevriezing</i> . (Kunst-)	. . . 182.
<i>Beweging</i> (Wat) is.	. . . 3.

- Beweging* der lichamen, die voortgeworpen worden. Bl. 17.
 — der lichamen, die regtstandig nederdalen of opklimmen. 17—23.
 — langs eene helling. 22—28.
 — (De) der voortgeworpene lichamen en bepaling der kromme lijn. 38—42.
 — der planeten om de zon. 47—49.
 — (Zamengestelde) verklaard. 34—42.
 — in de werking van eenen vlieger. 36.
Bier, (Gebotteld) waarom zulks het aange- naamste is. 161 en 162.
 — (Verschaald) hoe men hetzelfde herstel- len kan. 162.
Bliksem (Wat de) is, en hoe die in de wolken veroorzaakt wordt. 240.
 — (De) stort het eerst op torens, hoo- ge gebouwen en boomen neder. 241.
 — (Waarom de) niet altijd op de aarde nederstort, maar van de eene wolk op de andere schiet, dat men *weërlichten* noemt. 241.
 — straal, hoedanig die kan afgeleid wor- den. Zie *Afseiders*.
 — (De) is waarlijk een stroom van *elek- tricke* stof. 246.
Bok, om palen uit den grond te halen, somtijds *kiezentrekker* genoemd, hoe die werkt. 76.
 — (Het vermogen van den) berekend. 77.
Bom, hoe men haren weg kan bepalen. 41 en 42.
Botfing der lichamen verklaard. 82—91.
Braadspit, hoe hetzelfde werkt. 76.
Brandblusfchen, hoe zulks het best geschieden kan. 195.
 — in de schoorsteenen. 196.
Bran-

- Branden*, waardoor dit veroorzaakt wordt. Bl. 173, 193.
 — (Waarom een ligchaam om te) eerst eene genoegzame warmte moet verkre- gen hebben. 194.
Brandende bergen (Hoe men het bestaan van) verklaart. 258.
Brandglas, wat hetzelfde is. 293.
Brandpunt, wat daardoor in de Gezigkunde verstaan wordt. 292 en 293.
Brandspiegel, wat dezelve is. 308.
Brandspuit, hoe die werkt. 136.
Brillen met bolle glazen, derzelve nut. 325.
 — met holle glazen, waartoe nuttig. 326.
Buskruid (Uitwerking van het) verklaard. 156.
Bij-zienden of kortzigtigen, wat dat zijn. 325.
 — hebben een sterk gezigt. 325.
Bijzonnen, wat dezelve zijn. 286.

D.

- Damp* of *stoom*, wat dezelve is. 114.
 — hoe die wordt voortgebracht. 182 en 183.
Dampwording wordt bevorderd door de min- dere drukking des dampkrings. 181 en 183, 225.
 — wordt door de meerdere druk- king gehinderd of tegengegaan. 180—183, 225.
Dampen, hoedanig die verdikt worden. 226.
 — worden, in de lucht opklimmende, *geëlektriseerd*. 247 en 248.
 — en hoe zulks geschiedt. 248.
 — wanneer die in de lucht zamen- vloeiën, ontstaat er regen. 227, 238.
 — hoe die in de lucht oprijzen. 224.
 — wanneer zij de lucht ondoorschijnend maken en wanneer niet. 224.
Dam-

- Dampen* (In welke gevallen) door de lucht opgenomen en weder losgelaten worden. Bl. 229 en 230.
 ———— wanneer zij de lucht verzadigen. 227.
Dampkring, wat daardoor verstaan wordt. . . 116.
 ———— (Persing van den) 119.
 ———— (De) perst niet altijd evenveel. . . 120.
 ———— (De) wordt naar boven ijler. . . 121.
 ———— (De) is uit meer dan ééne soort van lucht zamengesteld. 149.
 ———— (Waarom de) niet alleen uit zuivere lucht bestaat. 159.
 ———— (Hoedanig in den) de zuivere lucht hersteld wordt, die dagelijks door ademhaling en verbranding is verteerd geworden. 159 en 160.
Dauw, waardoor dezelve veroorzaakt wordt. 251-253.
Declinatie van den *magneet* of kompasnaald. 266.
Dommekracht, haar vermogen verklaard. . . 78.
Donder, wat dezelve is. 249.
Donderbuijen, waarom bij ons des zomers menigvuldig en des winters zeldzaam. . . 248.
Donkere kamer (*chambre obscure*), wat men daardoor in de Gezigtkunde verstaat. 295 en 296.
Donkere lichamen, wat die zijn. 279.
Doorschijnende lichamen, wat die zijn. . . 279.
Drijven op het water, van waar dit komt. . 110.
Drijvende lichamen, hoe veel water die wegdrücken. 110.
Druipende vloeistoffen, wat dat zijn. . . . 92.
Dwaallichten, wat dat zijn. 256.
 ———— (Ongegrondheid der vrees voor) 256.
 ———— waarom men die dus noemt. . . 257.

E.

- Echo* (Wat de) is. Bl. 143.
 — te *Muiderberg*. 144.
Elektricitet, van waar die naam ontleend is. 197.
 ———— wanneer die zich vertoont. . . 198.
 ———— (*Positive* of *stellige*) wat daardoor verstaan wordt. 199.
 ———— (*Negative* of *ontkennende*) wat dezelve is. 199.
 ———— (Wat men door *glasachtige* en *harsachtige*) verstaat. 211.
 ———— van de zoogenaamde *Leydsche flesch*. 208, 209 en 212.
 ———— in het bijna luchtledige, vertoont zich als het noorderlicht. . . . 213.
 ———— van veel nut in de Geneeskunde. 213.
 ———— der wolken, hoe die veroorzaakt wordt. 247 en 248.
 ———— regelt zich naar de oppervlakten en uitgebreidheid der lichamen. . . . 207.
 ———— (*Dierlijke*) 214.
Elektrieke lichamen, wat dat zijn. 200.
 ———— *geleiders* of *conductors*, wat dat zijn. 200.
 ———— *schok*, of ontlading. 209.
 ———— *schok* kan lichamen in brand steken, verbrijzelen en metalen doen smelten. 211.
 ———— *schok* komt overeen met den bliksem en gaat door veel geleiders. . . . 211, 222.
 ———— werking bij de *kolom* van *Volta* beschreven. 215-220.
Elektrieke stof, wanneer die in evenwigt is. 198.
 ———— (Waardoor het evenwigt der) verbroken wordt. 198.
 II. DEEL. Y *Elek.*

- Elektrische stof* vertoont zich door aantrekking en afstooting in vuurvonken. . . Bl. 198.
 ————— wordt in sommige lichamen door wrijving opgewekt, doch in andere door mededeeling. 199 en 200.
 ————— bevindt zich in alle lichamen zonder onderscheid. 197.
 ————— wordt door puntige lichamen zachtkens aangetrokken, of vloeit uit dezelve, naar mate zij *negatief* of *positief* is. 203.
 ————— hoe die in de lichamen kan verplaatst worden. 206.
Elektrische vlieger. 241, 246.
Elektriseer-machine. 204.
Elektriseren, wat dat is. 199.
Elektro-magnetisme, door Oersted ontdekt. 270.
Epacta, wat dat is. 9.

F.

- Fontein (Pers-)* verklaard. 137.

G.

- Galvanische elektriciteit.* 214—221.
 ————— merkbaar op de tong en in de oogen. 216.
 ————— (Decompositie van het water door de) 218.
 ————— geeft aan stalen naalden *magneet-kraft*, en werktuig daartoe beschreven. 272 en 273.
Geëlektriseerde lichamen, wat daardoor verstaan wordt. 198.

Gees-

- Geesten-opwekking*, of oproeping, (Ware) is den mensch onmogelijk, en, voorgewend, niet dan bedrog. . . . Bl. 315 en 316.
Geestverschijningen, (Zoogenaamde) hoe men dezelve kan vertoonen. 314.
Geluid wordt door de lucht veroorzaakt. . . 139.
 ————— hoe snel het voortgaat. 141.
 ————— hoedanig het versterkt en verzwakt wordt. 142.
 ————— hoedanig hetzelfde de Echo veroorzaakt. 143.
Glas (Dun) breekt niet ligt op het vuur. . 167.
 — (Bol-) brengt de lichtstralen te zamen tot één punt. 292.
 — (Hol-) verwijdert de lichtstralen. . . 293.
 — (Brand-) wat dit is. 293.
Glazen (Bolle) doen de voorwerpen vergrooten. 297.
 ————— beelden in hunne brandpunten de voorwerpen af, en vertoonen die zeer levendig in eene donkere kamer (*chambre obscure*). 304.
 — (Holle) verkleinen de voorwerpen. 300 en 301.
Glimhout, wat dat is. 279.
Groene kleur (Nuttigheid van de) der boomen, planten en bladeren. . . . 283 en 284.
Guldental, wat dat is. 8.

H.

- Hagel*, wat dezelve is. 239.
Hefboom (Wat een) is. 59.
 ————— deszelfs eigenschap verklaard. . 61—63.
 ————— is het grondwerktuig, waaruit men al de andere verklaren kan. 64.
Hellend vlak verklaard. 71.
Hevel verklaard. 125—127.

Y 2

Hoo-

Hoozen, (*Water-*) hoe men die verklaren kan. Bl. 254.

I.

Ijs, hoe het veroorzaakt wordt. 179.
 — (Waarom het) meer uitgezet is dan het water. 180.
Isoleren, of vrijstellen, wat dat is en bij de kennis der *elektrischeit* beteekent. 202.

K.

Kaaplander verklaard. 76.
Katrol verklaard. 68.
Kleuren, hoe die voortgebragt worden. 281.
Koken, wat hetzelfde is. 182.
Kolom (*Elektrische*) van Volta. 214 en 215.
Kometen voorspellen de lotgevallen der menschen niet. 49.
Kompas, wat hetzelfde is. 265.
 — is reeds zeer lang bekend geweest. 265.
Kompasnaald wijst niet het ware noorden. 265.
 — heeft eene afwijking, die men *declinatie* of *miswijzing* noemt. 266.
Kortzigtigheid, zie *Bij-zienden*.
Koude is niet anders dan verlies van warmtestof. 178.
Koud weder (Waarom men bij) gemeenlijk vlugger dan bij zeer warm weder is. 168.
Kracht, (*Beweeg-*) wat men daardoor verstaat. 13.
 — is gelijk, of evenredig, aan het gewigt met de snelheid vermenigvuldigd. 13.
 — (Het uitwerksel der) gelijk aan het gewigt met de vierkanten der snelheden. 14 en 89.
Krach-

Krachten kunnen door lijnen uitgedrukt worden. Bl. 37.
Kringen om zon en maan, hoe die veroorzaakt worden. 286.

L.

Licht, wat daardoor verstaan wordt. 276.
 — blijkt eene op zich zelve bestaande stof te zijn. 276.
 — verbindt zich met de lichamen. 278.
 — kaatst van alle voorwerpen terug. 296.
 — verdeelt zich in kleuren door een *prisma*. 281.
 — veroorzaakt de kleuren. 281 en 282.
 — wordt in de onderscheidene kleuren verschillend gebroken. 285.
 — der zon geeft bij de kleurschifting onderscheidene warmte. 282.
 — (Het) ontbindt de zuren. 278.
 — hetstelt de zuivere lucht in den dampkring door deszelfs werking op de boomen en planten. 278.
 — kan gebroken of deszelfs stralen omgebogen worden. 290.
 — (Wetten, waarnaar het) breekt, en de oorzaak daarvan verklaard. 290.
 — (De breking van het) is de oorzaak, waarom wij onder water de dingen op eene geheel andere plaats zien, dan zij eigenlijk zijn. 290.
 — (Door de breking van het) zien wij de zon reeds, alvorens zij boven den Horizon is. 292.
 — der maan, waarom het niet verwarmt. 293.

- Licht* (Het) van lampen of kaarsen komt als uit één punt voort, en loopt hoe langer hoe meer uiteen. Bl. 309.
- dat uit één punt komt, vermindert als de vierkanten der afstanden. 309.
- Lichtdragende lichamen*, wat dat zijn. 279.
- Lichtende lichamen*, wat men daardoor verstaat. 279.
- Lichtstof*, moet verbazend fijn zijn. 276.
- schijnt onderscheiden van de warmtestof. 277.
- is op zich zelve niet warm. 277.
- maakt, door hare verbinding met de warmtestof in den dampkring, en door terugkaatsing, warmte. 277.
- Lichtstralen*, wat daardoor verstaan wordt. 291.
- worden door bolle glazen te zamengebogen. 292.
- worden door holle glazen vaneen verwijderd of verspreid. 293.
- hoedanig zij in de donkere kamers (*chambres obscures*) de voorwerpen, van waar zij komen, afbeelden. 295.
- Ligchamen*, wat derzelve veranderingen zijn. 2.
- zwaar of ligt, zouden even snel vallen, als er geene lucht was. 23.
- onder het water wegen minder dan buiten het water. 166 en 107.
- die in vloeistoffen vallen, hebben gedurende hunnen val niet hun vol gewigt. 110.
- (Wanneer de) in eenen vasten staat blijven. 169.
- wanneer die vloeibaar worden. 169.
- wanneer die veërkrachtig worden. 171.
- Lig-

- Ligchamen*, die alle positief of alle negatief geëlektriseerd zijn, stooten elkander af. Bl. 203.
- waarvan het eene positief en het andere negatief is geëlektriseerd, trekken elkander aan. 203.
- Lucht* (Wat) is. 116.
- (Eigenschappen der). 116.
- is doorschijnend. 117.
- (De wind is een stroom van). 117.
- hoe wij daarin leven. 117.
- is zwaar, heeft gewigt. 118.
- (Onderscheidene proeven omtrent de drukking der). 119, enz.
- kan geen ledig of ijdel dulden. 123.
- perst ook op zijde en naar boven. 123.
- (De persing der) is de oorzaak van het zuigen. 125.
- (Veërkracht der). 129.
- is de oorzaak van het geluid. 130.
- (Het nut van den tegenstand der). 144.
- is noodig tot onderhoud van het leven der dieren en het branden van vuur. 145.
- (Verschillende soorten van). 149.
- (De) der burgwallen in *Amsterdam* is brandbaar. 152.
- waarin dezelve van damp en andere veërkrachtige vloeistoffen verschilt. 171.
- (Grondstof der) wat men daardoor verstaan moet. 171.
- (De drukking der) is de oorzaak, dat er druipende vloeistoffen zijn. 180.
- (De) neemt de dampen op. 227.
- blijft helder zoo lang zij de dampen in veërkrachtigen staat kan ophouden. 227.
- Lucht

- Lucht* (De) neemt maar eene zekere hoeveelheid damp op. Bl. 227.
 — (Hoe warmer de) is, hoe meer geschiktheid zij heeft, om dampen op te nemen. 227.
 — (De meerdere of mindere zwaarte of digtheid der) schijnt tot het opnemen en ophouden der dampen niet af te doen. 227 en 228.
 — (Waardoor de) zwaarder en lighter wordt. 230 en 231.
 — (*Brandbare*) ongeschikt ter ademhaling. 151 en 152.
 — wordt ook *waterstoflucht* genoemd. 154 en 155.
 — is lighter dan de andere luchten. 153.
 — doet de luchtballons oprijzen. 153.
 — maakt het geestrijke van onze sterke dranken uit. 162.
 — (*Brandbare* en *zuivere*) hebben groote neiging om elkander aan te trekken. 154.
 — zich te zamen verbindende, maken water. 154.
 — (*Vaste*, ook *koolzure*) genoemd, is de zwaarste. 161.
 — (*Vaste*) is doodelijk voor het dierlijk leven. 161.
 — maakt de kracht van de gest en de bieren uit. 161.
 — (*Stik-*) is doodelijk. 149.
 — (*Zuivere* of *levens-*, anders *zuurstoffelijke*), is geschikt tot onderhoud van het leven. 151.
 — hoe men die maakt. 151.

Lucht

- Lucht* (De *zuivere*) wordt in de longen der dieren door het bloed opgenomen, ter onderhouding van het leven en de dierlijke warmte. Bl. 157 en 158.
 — (Hoedanig de *zuivere*) in de Natuur van zelve wordt voortgebracht. 159 en 160.
Luchtballons, hoe die gevuld worden. 153.
Luchtpomp verklaard. 131.
Luchtobbe, wat die is. 150.
 — haar gebruik. 150.
Luchtverdikkend werktuig verklaard. 132.

M.

- Magneet* verklaard. 261.
 — van waar die naam zijnen oorsprong hebbe. 262.
 — (Eigenschappen van den). 263.
 — reeds in de oudste tijden bekend. 261.
 — (*Zuidelijke* en *noordelijke* stof van den). 263.
 — werkt het sterkst in den *magnetischen Meridiaan* en niet in den *Equator*, blijkens het werktuig van *Wijtse Foppes*. 270.
Magneet-naald heeft eene *declinatie*, of afwijking, en eene *inclinatie*, of vooroverhelling. 266.
Magnetische Meridiaan en *Equator*, wat men daardoor verstaat. 267.
Magt, wat men daardoor verstaat. 13 en 14.
Massa, wat men daardoor verstaat. 105.
Middelpuntzoekende en *middelpuntvliedende krachten*, wat die zijn. 44 en 45.
Middelpuntskrachten, hare wetten verklaard. 46 en 47.
Mikroskoop. 301.

Y 5

Mi-

- Mikroskoop. (Zon-)* Bl. 314.
Mist, hoe die veroorzaakt wordt. . 253 en 254.
Molen (De Water-) verklaard. 80.

N.

- Noorderlicht*, waarschijnlijk een *elektriek* verschijnsel. 255.

O.

- Ondoorzichtende lichamen*, wat die zijn. . 279.
Onweder. Zie Bliksem en Donder.
Oog (Het) ziet altijd de voorwerpen op de plaats, waarheen de rigting leidt van den in het oog vallenden straal. 299.
 — (Het) ontleedkundig verklaard. 317.
 — (De wijze van zien met het) verklaard. 320.
 — (De voorwerpen beelden zich omgekeerd in het). 320.
 — (Waarom wij met het) evenwel alles regt zien, en de zwarigheden daartegen opgelost. 320 en 321.
 — (Hoedanig de beelden in het) verkleinen en vergrooten. 321 en 322.
Overtoomen verklaard. 76.

P.

- Phosphorus*, wat dat is. 279.
Plaats, wat men daardoor verstaat. 4.
Pomp (Wijnkoopers-) verklaard. 123.
 — (*Lucht-*) verklaard. 131.
 — (*Gewone zuig-*) verklaard. 133.
 — (*Pers-*) verklaard. 135.

R.

- Regen*, hoe die veroorzaakt wordt. Bl. 238 en 239.
 — (Waarom de) des zomers altijd de lucht bekoelt. 237.
Regenboog, waardoor die veroorzaakt wordt. 286.
 — staat altijd regt tegenover de zon. 285.
Rooken (Tabak) verklaard, en hoe zulks door water geschiedt. 124.
Ruimte (Wat) is. 4.

S.

- Schroef* verklaard. 73.
Schutsluis, hoedanig de stand der deuren zijn moet, en hoe die geperst worden door het water. 99.
Slinger, waarmede men steenen werpt, hoedanig die beweegt. 44.
 — wordt door twee krachten bestuurd. 44 en 45.
 — hoe men denzelfden in enkelvoudigen en zamengestelden onderscheidt. 28.
 — (Beweegpunt van den). 28.
 — (Schommelingen van den). 28.
 — in welken tijd de schommelingen volbragt worden. 29 en 30.
 — hoe men zijne schommelingen berekent. 31—33.
Slingers slingeren sneller bij de Polen dan onder de Evennachtslijn. 32 en 33.
Sneeuw, hoe die wordt voortgebragt. 239.
 — waarom zij des winters niet door de zon wegs melt. 282.
Sneeuwfiguren, hoe die gevormd worden. . . 239.
Snel-

- Snelheid*, wat daardoor verstaan wordt. . Bl. 11.
Spiegel, hoedanig men daarin ziet. 307.
 ——— (*Vlakke*). 307.
 ——— (*Holle en bolle*). 307 en 308.
 ——— (*Holle*) is een brandspiegel. 308.
 ——— (*De holle*) vergroot de voorwerpen,
 of brengt ze omgekeerd voor zich uit. 308.
 ——— (*De bolle*) verkleint de voorwerpen. 310.
Spiegels (*De holle*) zijn dienstig, om het
 licht van eene lamp of kaars te verster-
 ken, en dezelve zijn dan *réverbères*. 309.
Spiegelkijker, wat dezelve is. 310.
Stoom. Zie *Damp*.
Stralende warmte, wat men daardoor verstaat 311 en 312.

T.

- Teleskoop*, wat men daar doorgaans mede
 meent. 310.
 ——— deszelfs zamenstel verklaard. 310 en 311.
Temperatuur, wat men daardoor verstaat. . 185.
Thermometers verklaard. 184—188.
Tijd, wat men daardoor verstaat. 5.
Tijdrekening (*Onze*) verklaard. 5—7.
Torens van Piza en Bologne. 53 en 54.
 ——— kunnen zeer schuins overhangen zon-
 der te vallen. 54.
 ——— zijn veelal geleidend voor de *elek-
 triciteit*. 245.
Toricellische buis verklaard. 119.
Tooverkruik, waardoor men, schijnbaar, wa-
 ter in wijn verandert, verklaard. . 137 en 138.
Tooverlantaarn verklaard. 312.

U.

- Uitgebreidheid*, wat men daardoor verstaat. . 105.
 V.

V.

- Val* (*De vrije*) der lichamen verklaard. Bl. 17—22.
 — der lichamen langs eene helling. 22—25.
 — (*Hoedanig de*) door de lucht gebro-
 ken of tegengehouden wordt. 23.
 — (*De*) van een stuk lood en eene veër,
 in het luchtledige, is even snel. 23.
 — (*De*) der lichamen is onderscheiden
 bij de Polen en onder de Evennachtslijn. . . 25.
Vallende sterren, wat die zijn. 256.
Veërkracht der lucht verklaard. 129.
Veërkrachtige vloeistof, wat die is. 92.
Vergrooten, wat het is, en hoe zulks door
 geslepen glazen geschiedt. 297 en 298.
Verkleinen, wat het is, en hoedanig zulks
 door geslepen glazen geschieden kan. 300 en 301.
Verrekijker, wat die is, en hoedanig die
 werkt. 303.
 ——— hoe men zijn vergrootend ver-
 mogen bepaalt. 304 en 305.
 ——— (*De*) schijnt de voorwerpen tot
 zich te trekken. 305.
 ——— (*Wat een kleurschiftinglooze of
 Achromatische*) zij. 306.
Vlam (*Wat eigenlijk*) is, en hoedanig de-
 zelve veroorzaakt wordt. 174, 194.
 — in de *Argandsche* lamp. 174.
 — en *vuur* verteren de zuivere lucht. . . 175.
Vlieger, hoe die in de lucht wordt opge-
 houden. 36.
Vloeistoffen, hoe men die onderscheidt. 91 en 92.
 ——— hoe men zich die moet voorstellen. 92.
 ——— drukken naar mate van hare hoog-
 ten. 93.
 Vloei-

- Vloeistoffen* drukken of persen ook op zijde en naar boven. Bl. 93—97.
- drukken op de gelijke bodems van onderscheidene vaten, die alle even hoog zijn, gelijk, hoezeer anders van gedaante en inhoud verschillende. 97.
- derzelver loop door verschillende openingen in de bodems en zijwanden van vaten. 100—102.
- hoe zij geschikt kunnen zijn, om de bijzondere zwaarte van andere lichamen te kennen. 108 en 109.
- wegen, in gelijke vloeistoffen, niet aan de balans; maar blijven niettemin op zich zelve wegen met haar volle gewicht in de plaats, welke zij in het gelijksoortige vocht beslaan. 110.
- zetten zich door de warmte sterker uit dan vaste lichamen. 167.
- hoe zij stollen door bijvoeging van eene andere vloeistof. 170.
- (*Druipende*) zouden er niet zijn, zoo er geene drukking van den dampkring was. 180, 225.
- (Wanneer de *druipende*) veërkrachtig worden, nemen zij warmte van de naburige lichamen mede. 181.
- (Wanneer de *druipende*) tot een vast ligchaam, of de veërkrachtige tot druipende overgaan, verwarmen zij de naburige lichamen. 181.
- (Hoe *druipende*) in damp overgaan. 224.
- Vriezen*, wat dit is. 179.
- Vurige verschijnselen* in den dampkring en el-

- elders verklaard, en de ongegrondheid van de vrees daarvoor aangetoond. Bl. 256.
- Vuur*, daarvan kent men alleen het uitwetsel en de warmte, en men noemt hetzelfde dus *warmtestof*. 164.
- Vuurballen*, een luchtverschijnsel. 256.

W.

- Warmte*, wat dat is. 179.
- (Schielijke verandering van) is zeer schadelijk. 169.
- (Te groote) maakt het ligchaam slap. 168.
- (Hoe dierlijke) onderhouden wordt. 158.
- (Dierlijke) waarom dezelve bij sterke beweging vermeerderd en in den slaap vermindert. 177.
- deelt zich mede. 178.
- straalt van alle lichamen af, even als het licht. 312.
- waarom des winters minder dan des zomers. 277 en 278.
- Warmtestof*, in alle lichamen aanwezig. 164.
- hoedanig zij met de lichamen verbonden is. 165.
- doet de lichamen uitzetten en door haar verlies weder inkrimpen. 167.
- (Gebondene en losse). 165.
- (Onderscheidene voortleiding der) 165.
- waarom zij niet alle lichamen doet smelten. 172.
- Wa-*

<i>Water</i> bestaat uit de verbinding van het grondbeginsel der brandbare en zuivere luchten.	Bl. 154.
— hoe danig daardoor een regenbak ge- perst kan worden.	97.
— hoe danig het tegen eene schutsluis perst.	98 en 99.
— waarom hetzelfde zoo merkbaar uit- zet bij bevrozing.	179.
— kookt eer bij een' lagen dan bij een' hoogen barometer.	183.
— (Waarom het, vooral des zomers, op het) altijd koeler is dan op drooge gronden.	237.
<i>Waterhoozen</i> , wat die zijn.	254.
<i>Waterplafsen</i> , wanneer die op de straat of op de wegen schielijk opdroogen, is zulks een voortteeken van droog weder.	230.
<i>Waterweegkunde</i> , wat die is.	104.
<i>Waterweegkundige</i> grondregelen verklaard.	104—112.
<i>Waterstof</i> , wat die is.	154 en 155.
<i>Weerlicht</i> . Zie <i>Bliksem</i> .	
<i>Weervoorzegging</i> vereischt hoofdzakelijk, dat men oplettend zij op den staat der lucht ter opneming van dampen, alsmede op derzelve meerdere of mindere zwaarte.	229.
<i>Werktuigen</i> (<i>Enkelvoudige</i>) verklaard.	59—74.
— (<i>Zamengestelde</i>) verklaard.	75—81.
— hoe derzelve vermogen te berekenen.	77.
— algemeene regel, waarnaar zich de magt en last in dezelve verhouden.	63 en 64.
<i>Werktuigkunde</i> , wat die is.	58.
<i>Wetten</i> van beweging.	15 en 16.
<i>Wig</i> verklaard.	72.
<i>Wind</i> ,	

<i>Wind</i> , wat die is.	Bl. 249.
— volgt meest altijd den weg, dien de wolken nemen.	250.
— (Nut van den).	251.
<i>Windas</i> verklaard.	70.
— (Met een) werkende, wordt de last hoe langer hoe zwaarder.	71.
<i>Windstreek</i> , vooral noodig waar te nemen bij de voorzegging van het weder.	229.
<i>Wit</i> is schadelijk voor de ooggen, om er op te zien, wanneer de zon er op schijnt.	284.
<i>Wolken</i> , wat die zijn.	237.
— (Waarom de) niet altijd regen geven.	238.
— hoe danig die <i>geëlektriseerd</i> worden.	247.
— zijn des zomers meest altijd <i>geëlek- triseerd</i> , doch des winters minder.	248.
<i>Wormpjes</i> . (<i>Lichtgevende</i>)	279.
<i>Wrijving</i> doet veel in de werktuigen af.	79.
<i>Wijngeest</i> (<i>Sterke</i>) verwekt koude.	181.
<i>Wijnkoopers-pomp</i> verklaard.	123.
Z.	
<i>Zamengestelde beweging</i> verklaard.	34—42.
— in de werking van eenen vlieger.	36.
— <i>werktuigen</i> verklaard.	75.
— (Hoe het vermogen der) te berekenen.	77.
<i>Zandbad</i> , wat hetzelfde is.	150.
<i>Zeilsteen</i> trekt het ijzer aan, en wordt ook door het ijzer weder aangetrokken.	261.
— zijne soorten.	261.
— (<i>Natuurlijke</i>).	261.
— (<i>Artificiële</i> , of door kunst gemaakte)	262.
II. DEEL. Z. Zeil.	

- Zeilsteen* was reeds in zeer oude tijden bekend. Bl. 261.
 ——— (*Gewapende*) wat die is. 262.
 ——— (De polen van den) verklaard. 264.
 ——— vrij bewogen wordende, wendt zich bestendig met de eene pool naar het noorderdeel des hemels. 264 en 265.
 ——— (De gelijknamige polen van den) stooten elkander af, terwijl de ongelijknamige elkander aantrekken. 268.
 ——— (Eene der gemakelikheden van den) verklaard. 268.
 ——— deelt zijne kracht aan staal en ijzer mede. 269.
Zeilsteenkracht wordt door de Natuur van zelve medegedeeld aan alle regtopstaande ijzeren bouten, enz. 269.
Zeilsteenkrachtige ijzeren slaven, waarom men die als hoefijzers ombuigt. 275.
 ——— *naald* maakt het kompas uit. 265.
Zien, (Hoedanig wij met het oog) 320.
 ——— (Waarom wij de voorwerpen regt) die omgekeerd in het oog staan. 320.
 ——— (Wij) niet alles juist zoo, als het in ons oog afgebeeld wordt. 321.
 ——— (Hoedanig wij duidelijk) 323.
 ——— (Wanneer wij onduidelijk) 323.
 ——— (Hoe men het) door brillen verbeteren kan. 325.
Zondagsletter, wat zij is. 9.
Zon-mikroskoop verklaard. 313 en 314.
Zonnecirkel, wat daardoor verstaan wordt. 8.
Zuigen, hoe zulks geschiedt. 123 en 124.
Zwaarte, (Soortelijke of bijzondere) wat die is. 105.
 Zwaar-

- Zwaarte*, (Soortelijke of bijzondere) hoe men die van vloeistoffen vindt. Bl. 108.
Zwaartepunt, wat dat is. 52.
 ——— hoe men dat in de ligchamen vinden kan. 52.
 ——— in de torens van *Piza* en *Bologne*. 53.
 ——— geeft aanleiding tot gemakelijke proeven. 54 en 55.
 ——— hoedanig het werkt in eenen emner, hangende aan eenen stok, die los op tafel ligt. 55 en 56.

VOORNAAMSTE ZAKEN

323
 322
 321
 320
 319
 318
 317
 316
 315
 314
 313
 312
 311
 310
 309
 308
 307
 306
 305
 304
 303
 302
 301
 300
 299
 298
 297
 296
 295
 294
 293
 292
 291
 290
 289
 288
 287
 286
 285
 284
 283
 282
 281
 280
 279
 278
 277
 276
 275
 274
 273
 272
 271
 270
 269
 268
 267
 266
 265
 264
 263
 262
 261
 260
 259
 258
 257
 256
 255
 254
 253
 252
 251
 250
 249
 248
 247
 246
 245
 244
 243
 242
 241
 240
 239
 238
 237
 236
 235
 234
 233
 232
 231
 230
 229
 228
 227
 226
 225
 224
 223
 222
 221
 220
 219
 218
 217
 216
 215
 214
 213
 212
 211
 210
 209
 208
 207
 206
 205
 204
 203
 202
 201
 200
 199
 198
 197
 196
 195
 194
 193
 192
 191
 190
 189
 188
 187
 186
 185
 184
 183
 182
 181
 180
 179
 178
 177
 176
 175
 174
 173
 172
 171
 170
 169
 168
 167
 166
 165
 164
 163
 162
 161
 160
 159
 158
 157
 156
 155
 154
 153
 152
 151
 150
 149
 148
 147
 146
 145
 144
 143
 142
 141
 140
 139
 138
 137
 136
 135
 134
 133
 132
 131
 130
 129
 128
 127
 126
 125
 124
 123
 122
 121
 120
 119
 118
 117
 116
 115
 114
 113
 112
 111
 110
 109
 108
 107
 106
 105
 104
 103
 102
 101
 100
 99
 98
 97
 96
 95
 94
 93
 92
 91
 90
 89
 88
 87
 86
 85
 84
 83
 82
 81
 80
 79
 78
 77
 76
 75
 74
 73
 72
 71
 70
 69
 68
 67
 66
 65
 64
 63
 62
 61
 60
 59
 58
 57
 56
 55
 54
 53
 52
 51
 50
 49
 48
 47
 46
 45
 44
 43
 42
 41
 40
 39
 38
 37
 36
 35
 34
 33
 32
 31
 30
 29
 28
 27
 26
 25
 24
 23
 22
 21
 20
 19
 18
 17
 16
 15
 14
 13
 12
 11
 10
 9
 8
 7
 6
 5
 4
 3
 2
 1

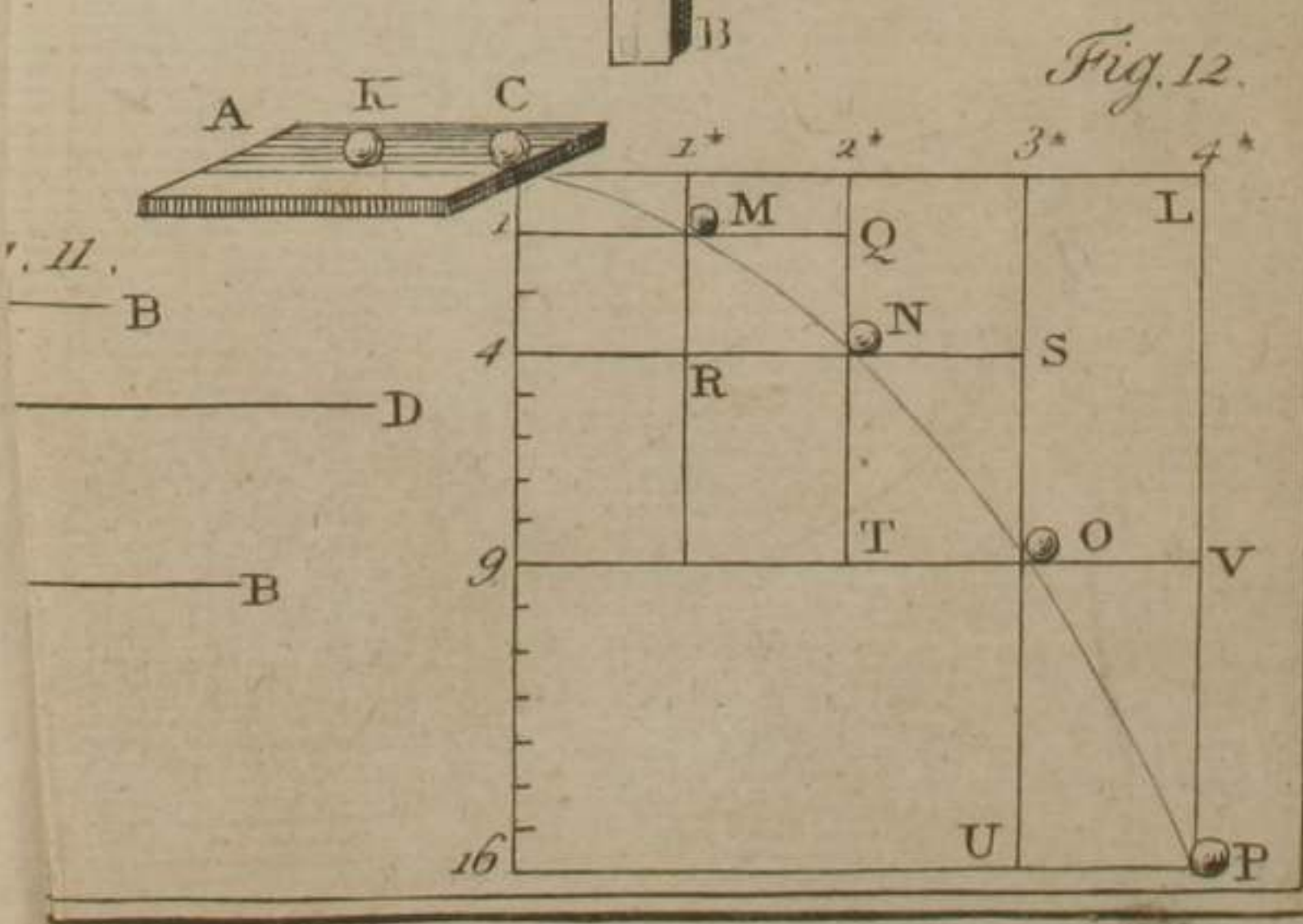
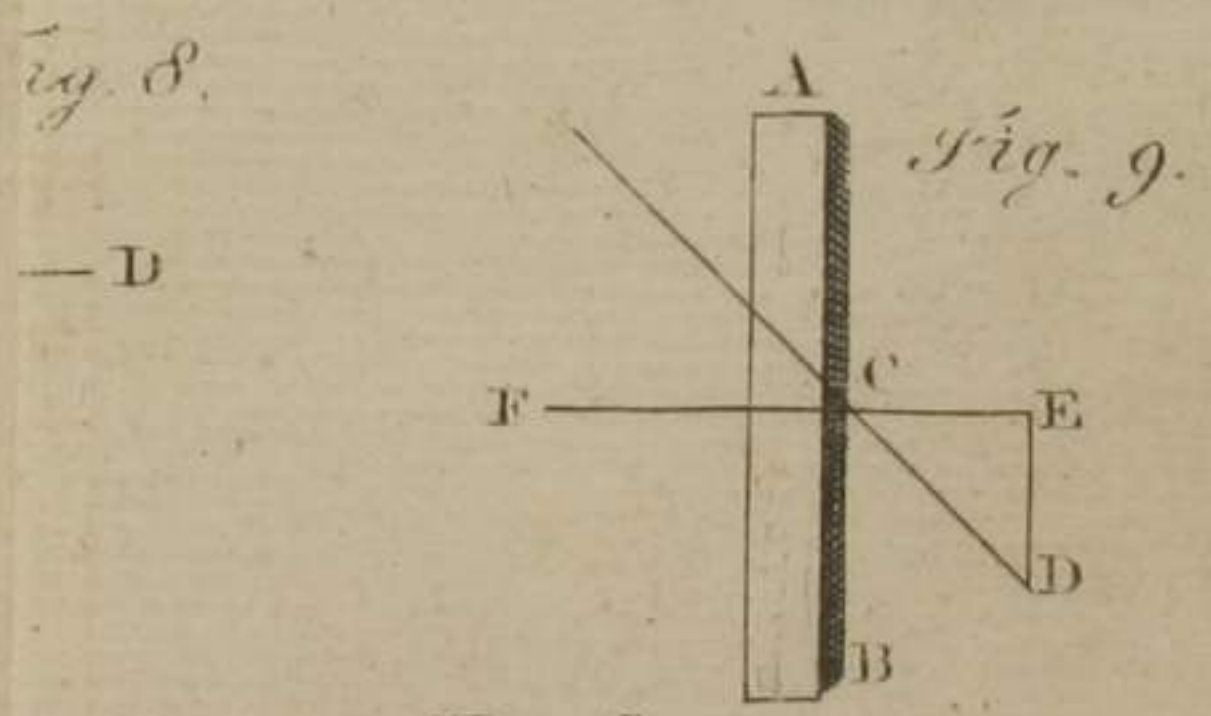
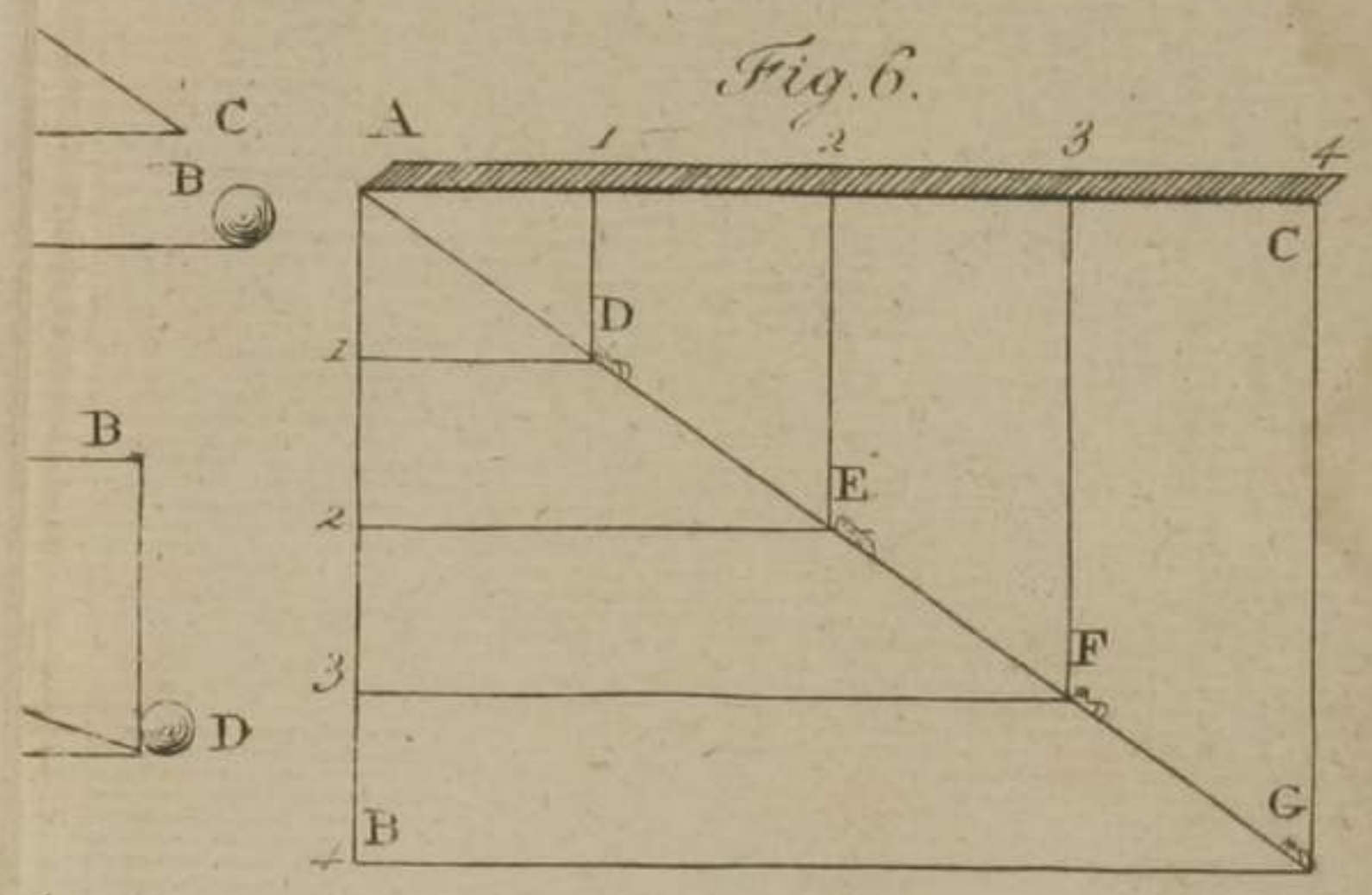


Fig. 1.

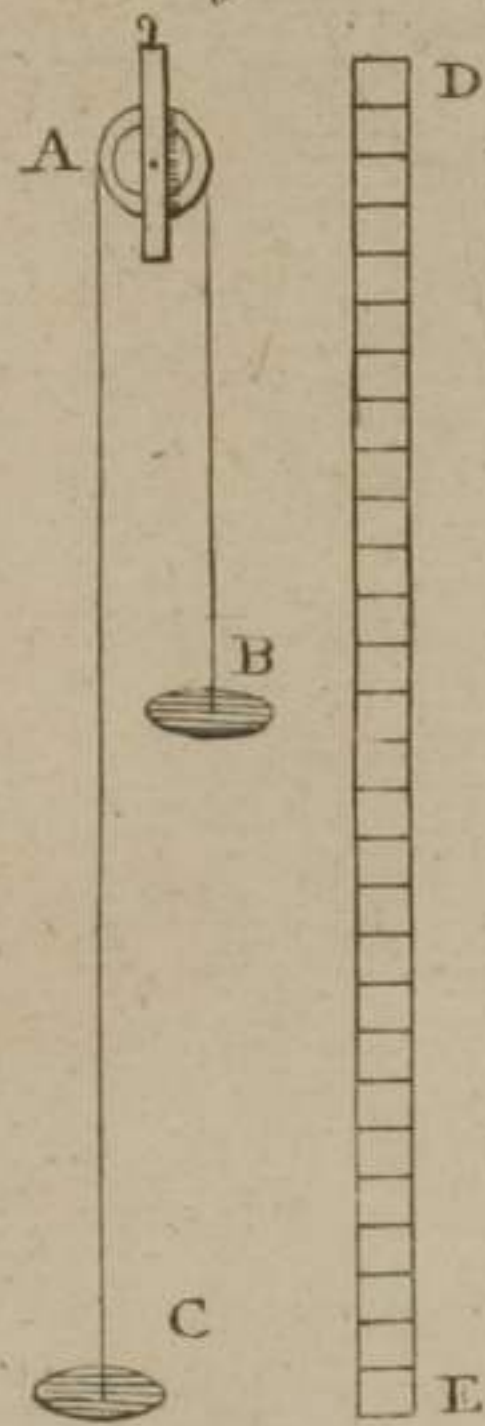


Fig. 2.

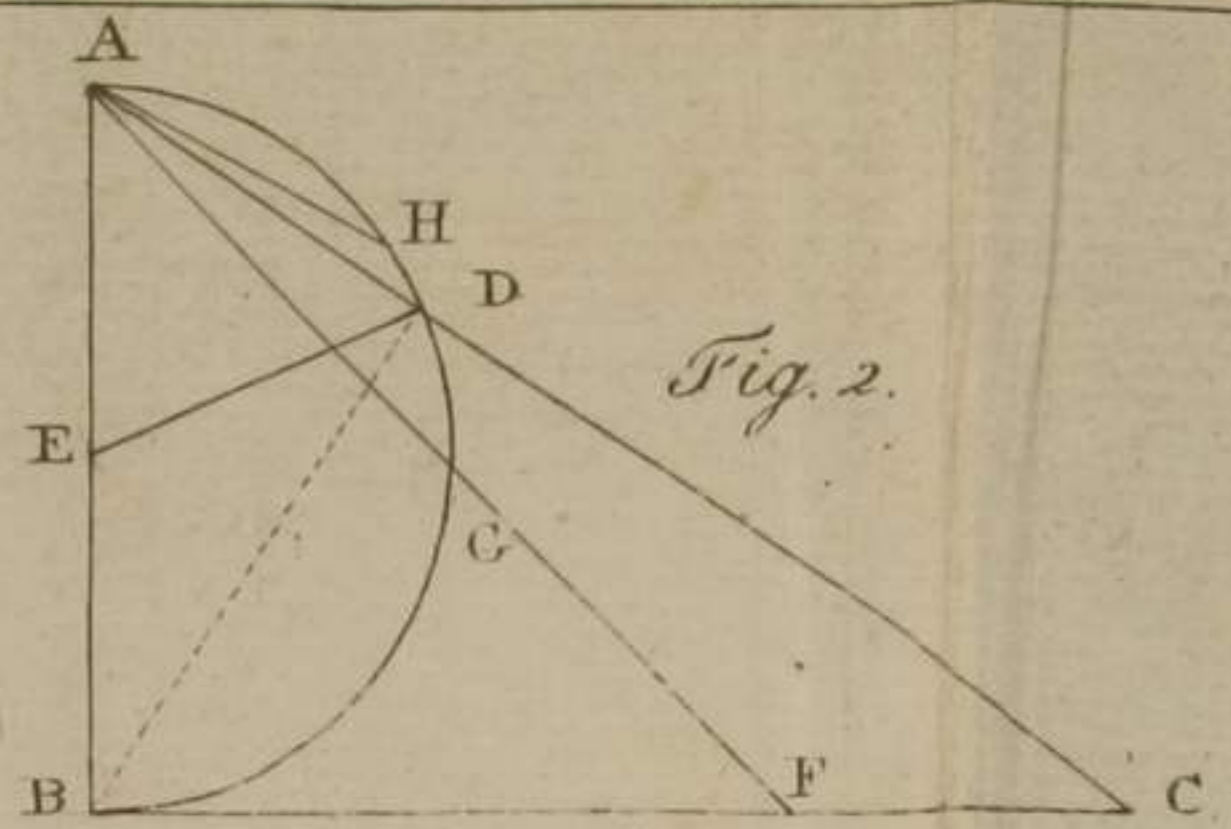


Fig. 3.

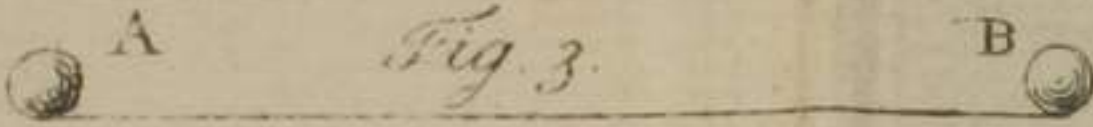


Fig. 5.

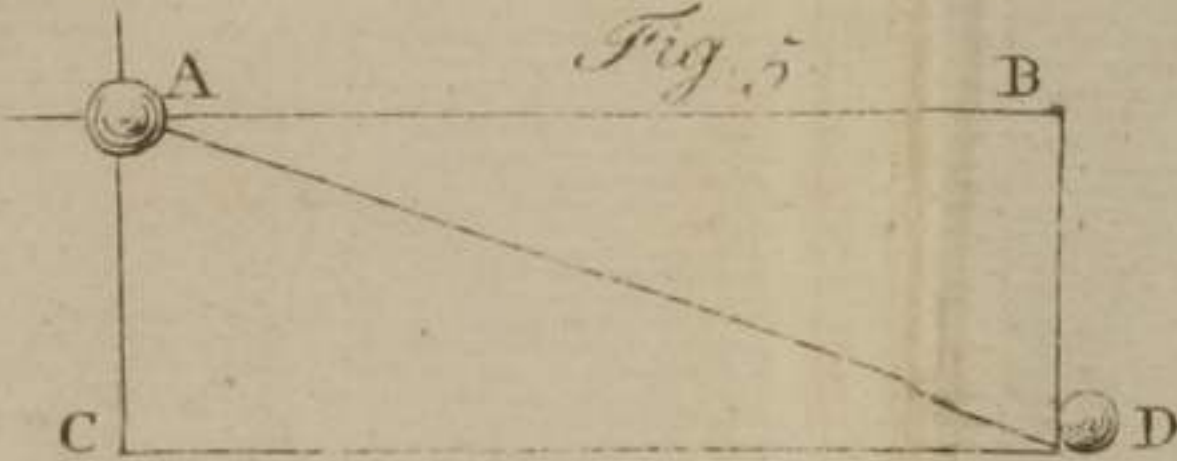


Fig. 4.



Fig. 6.

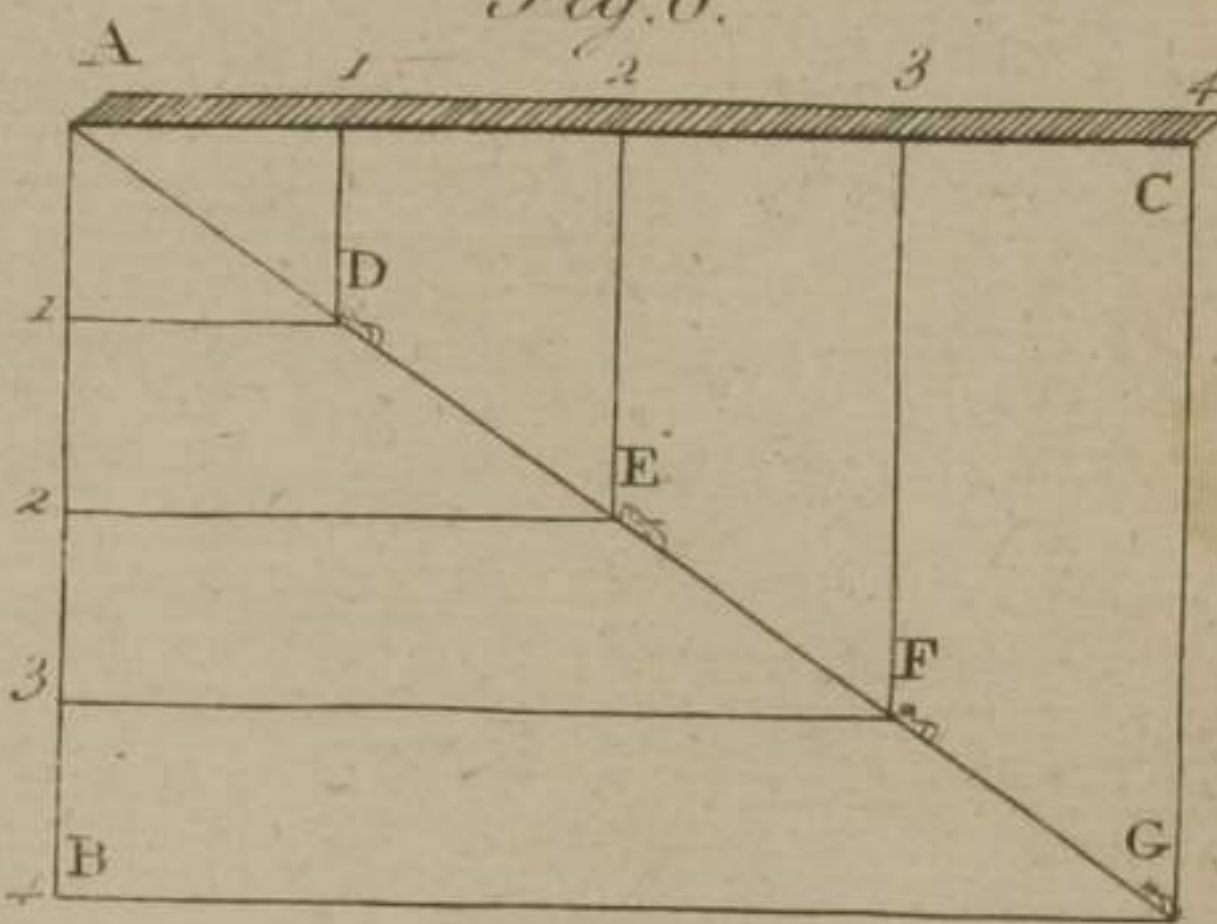


Fig. 7.

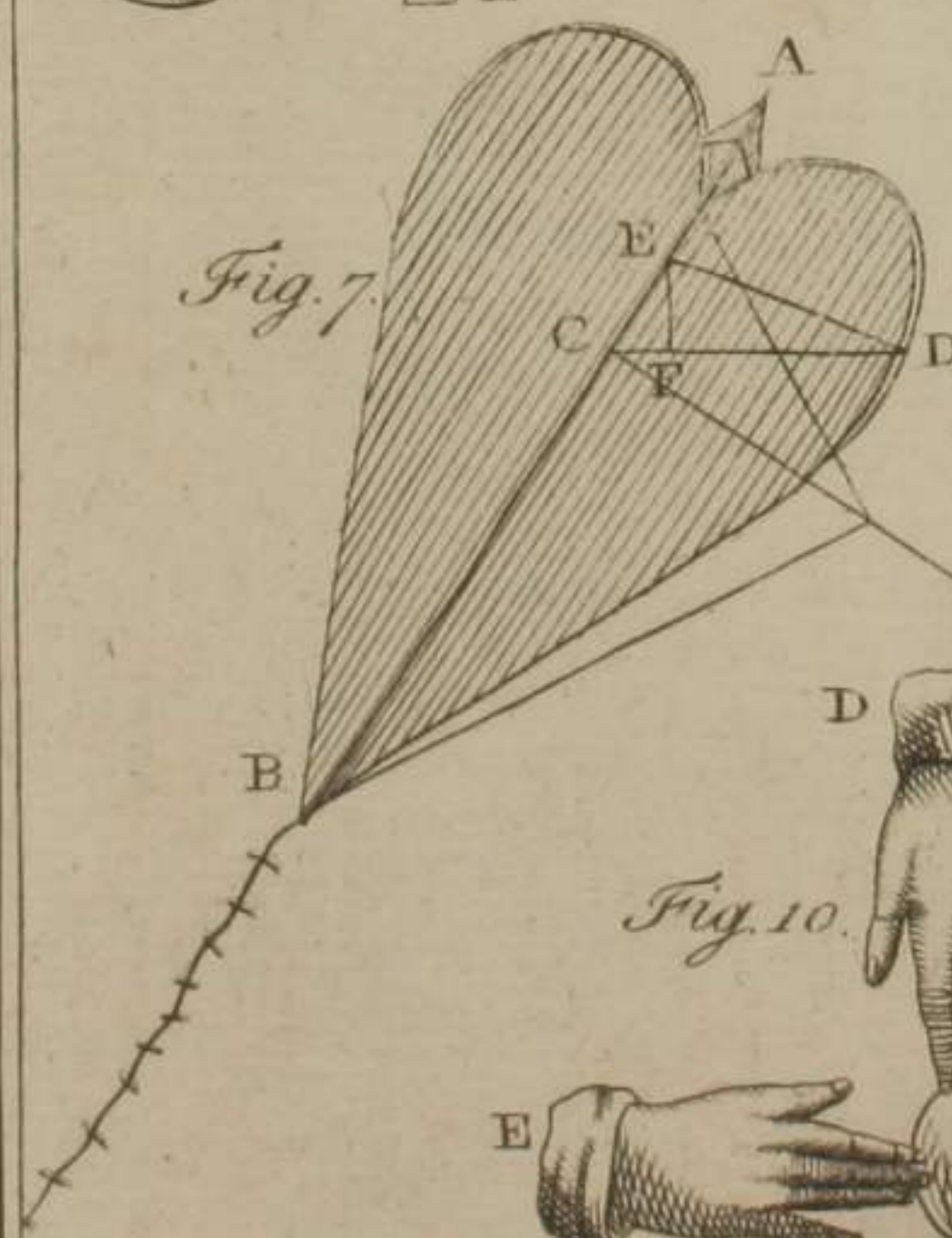


Fig. 8.

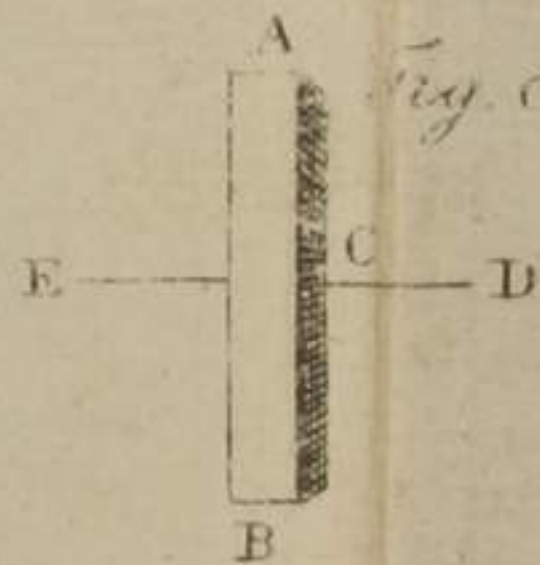


Fig. 9.

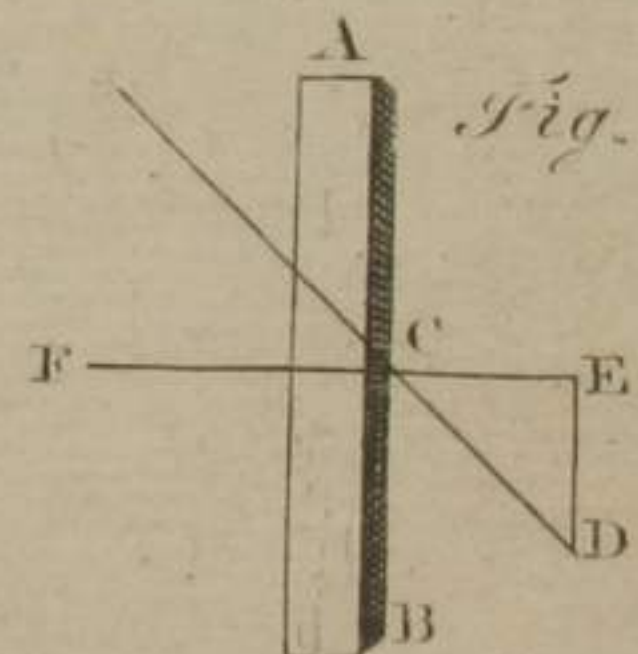


Fig. 12.

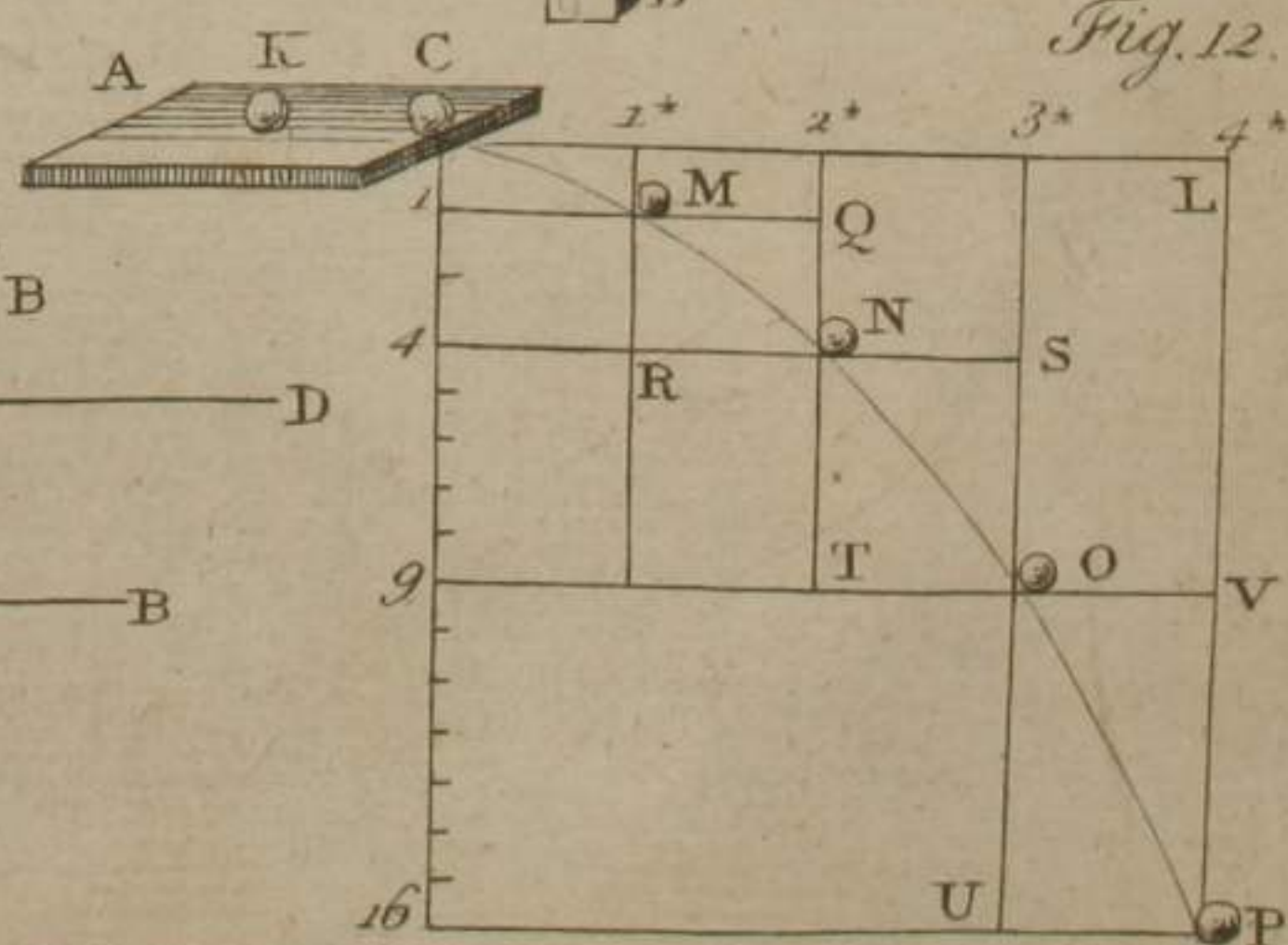
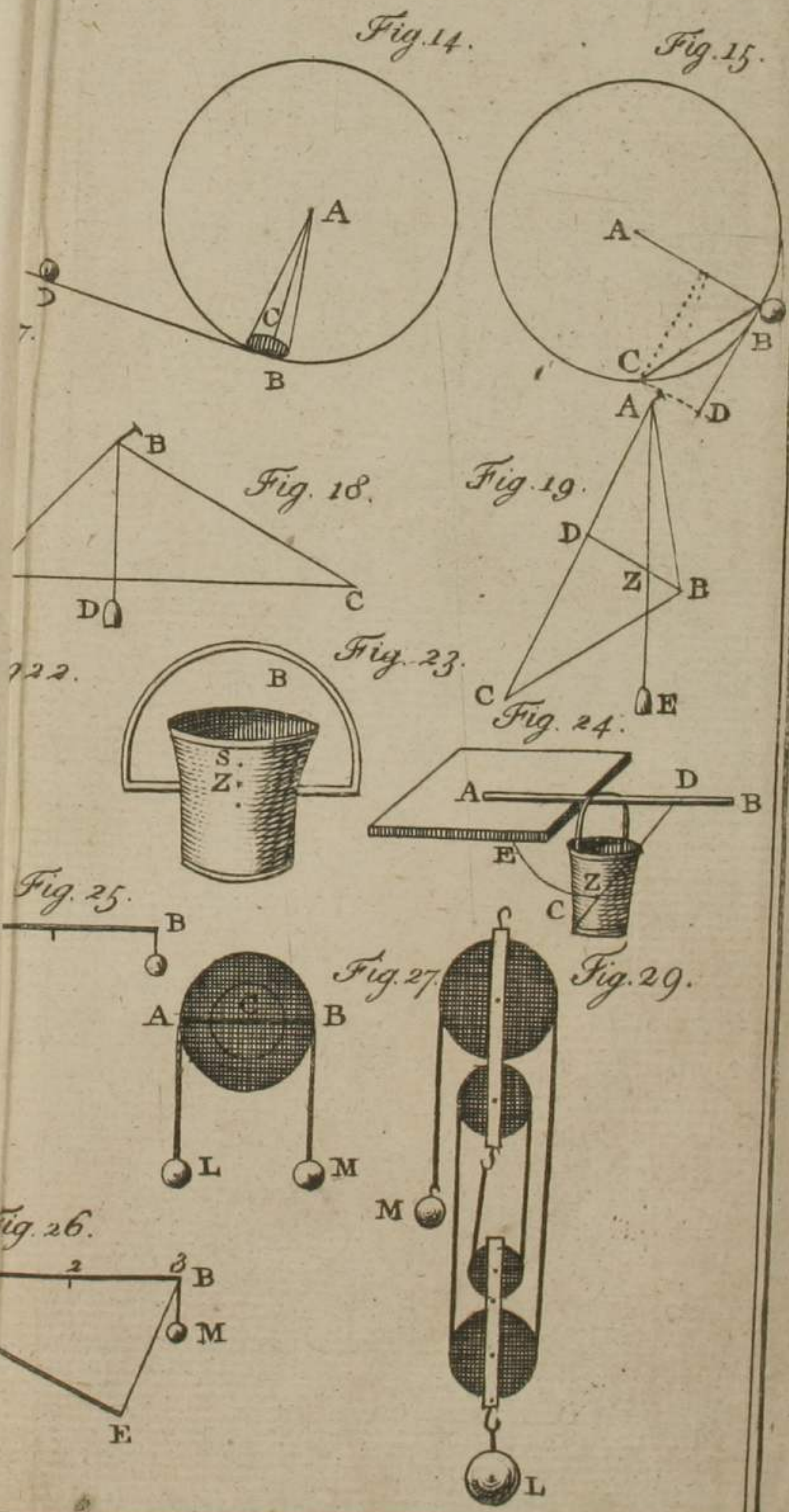
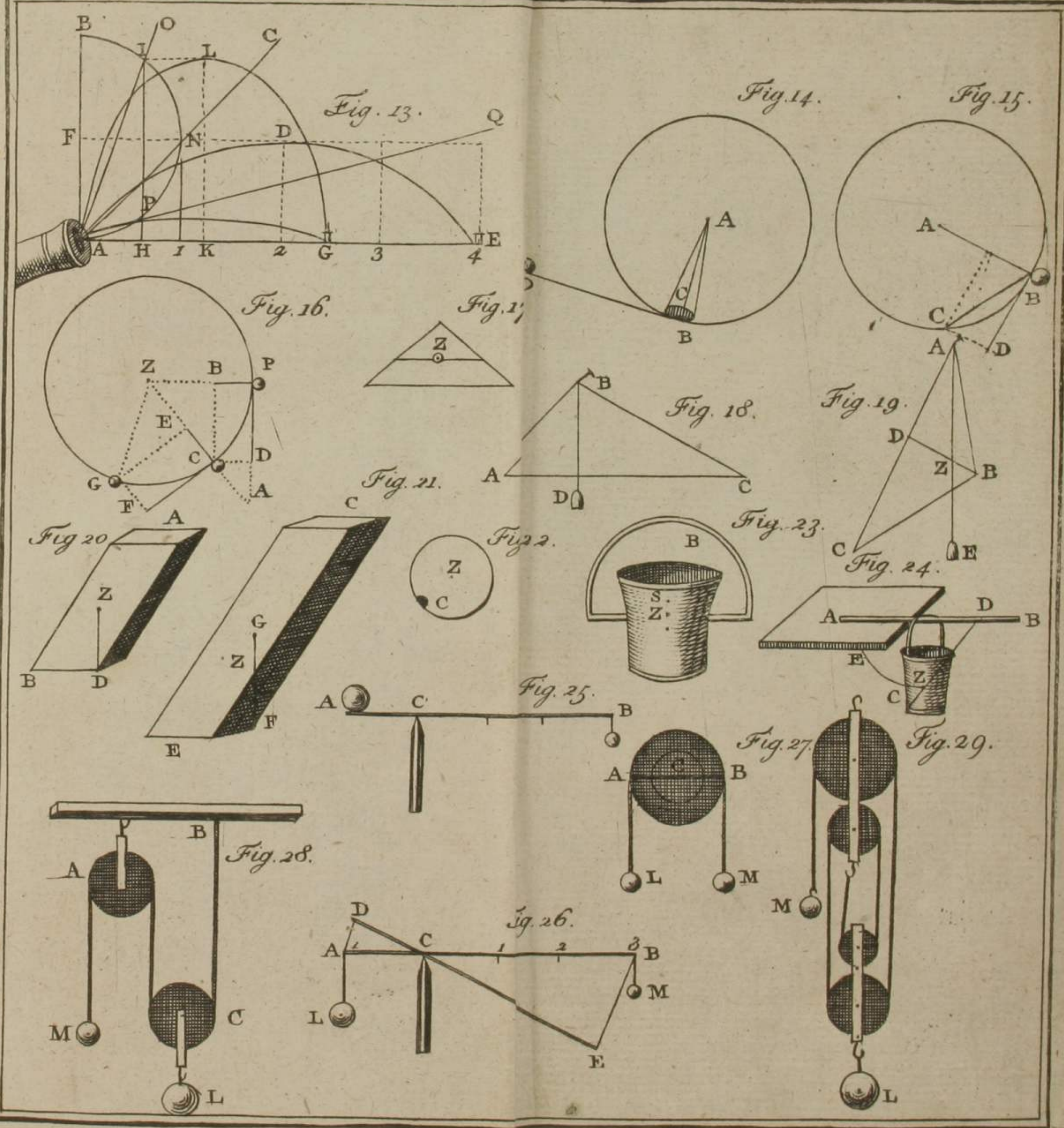


Fig. 11.

Fig. 10.







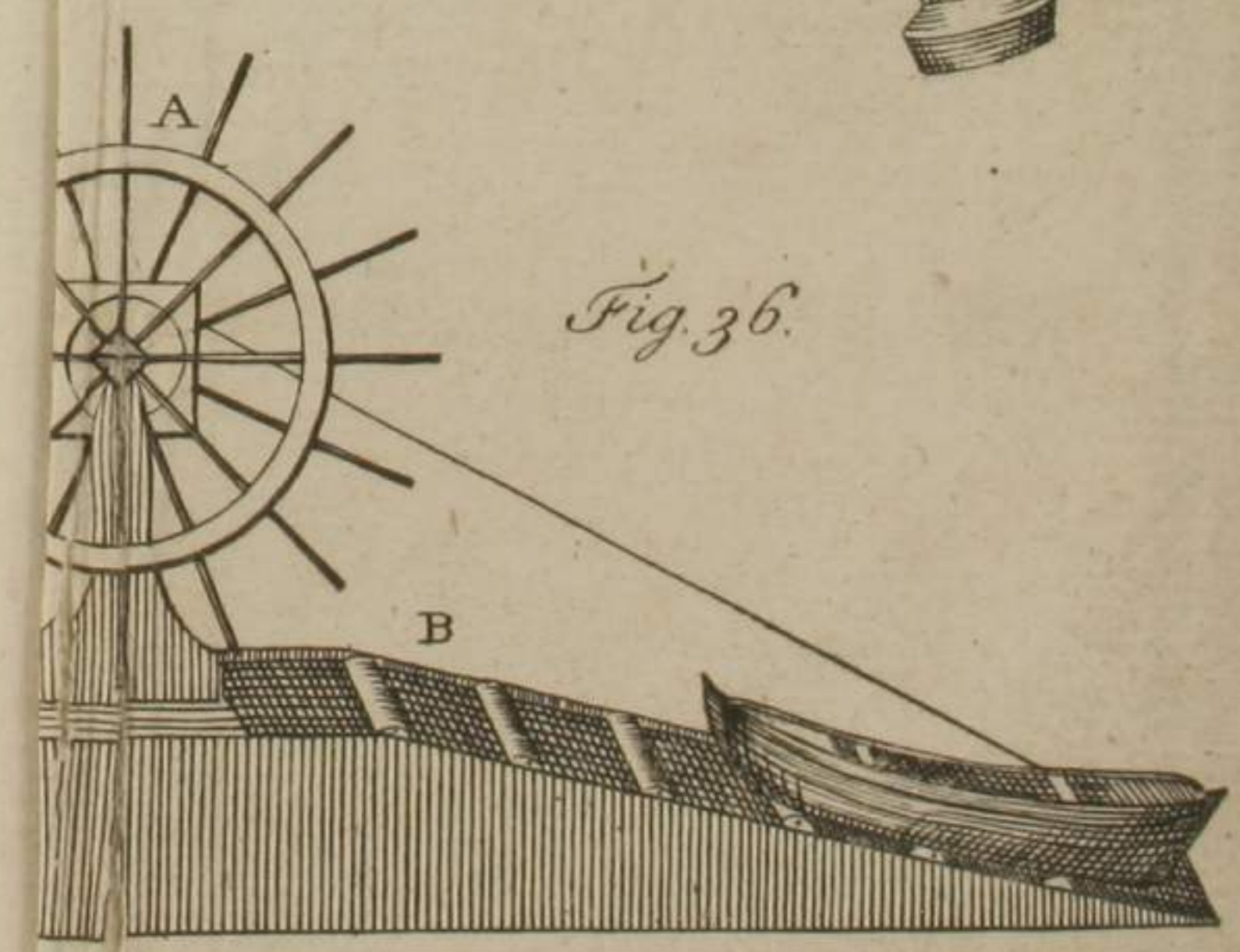
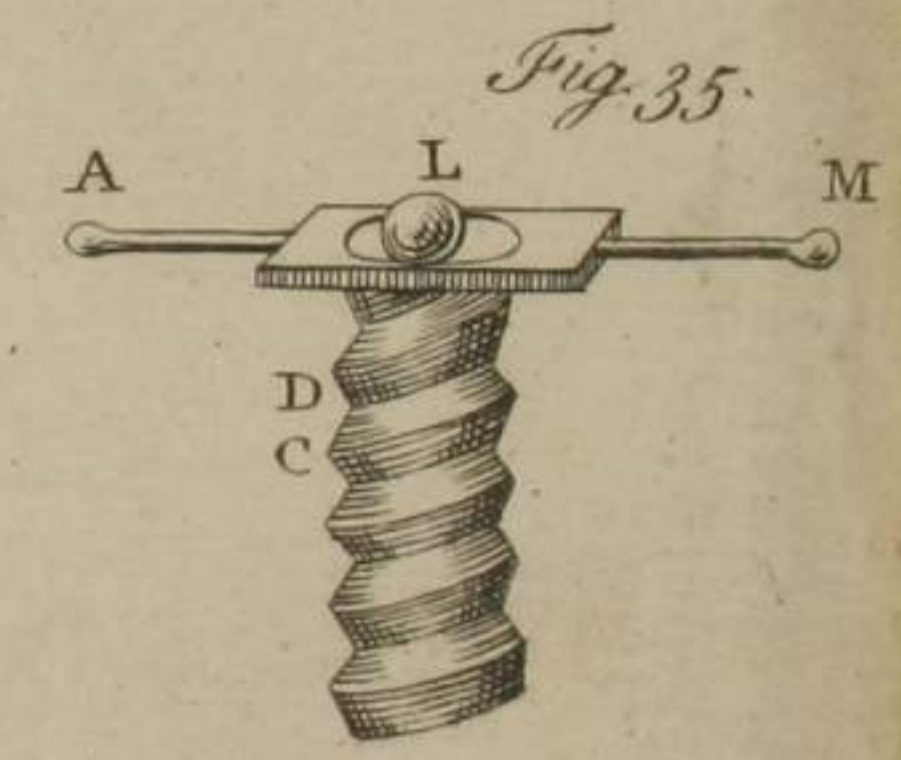
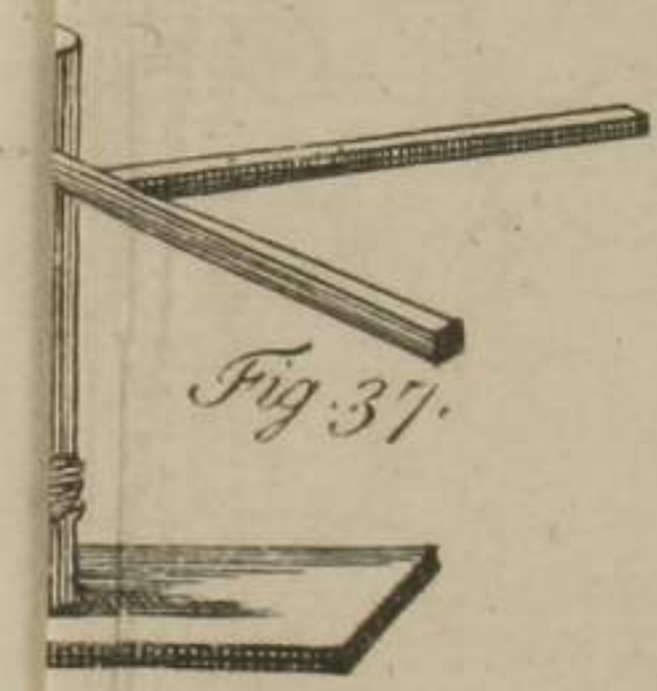
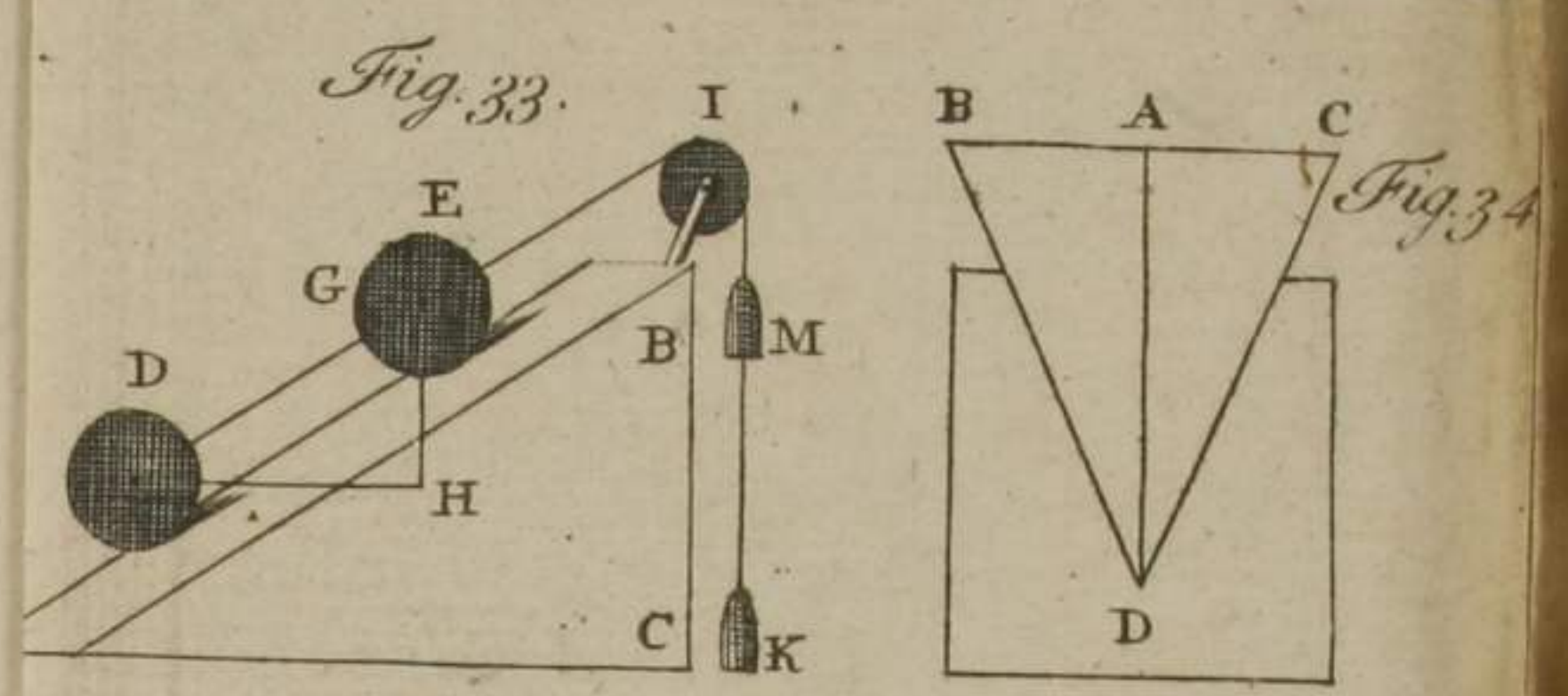


Fig. 30.

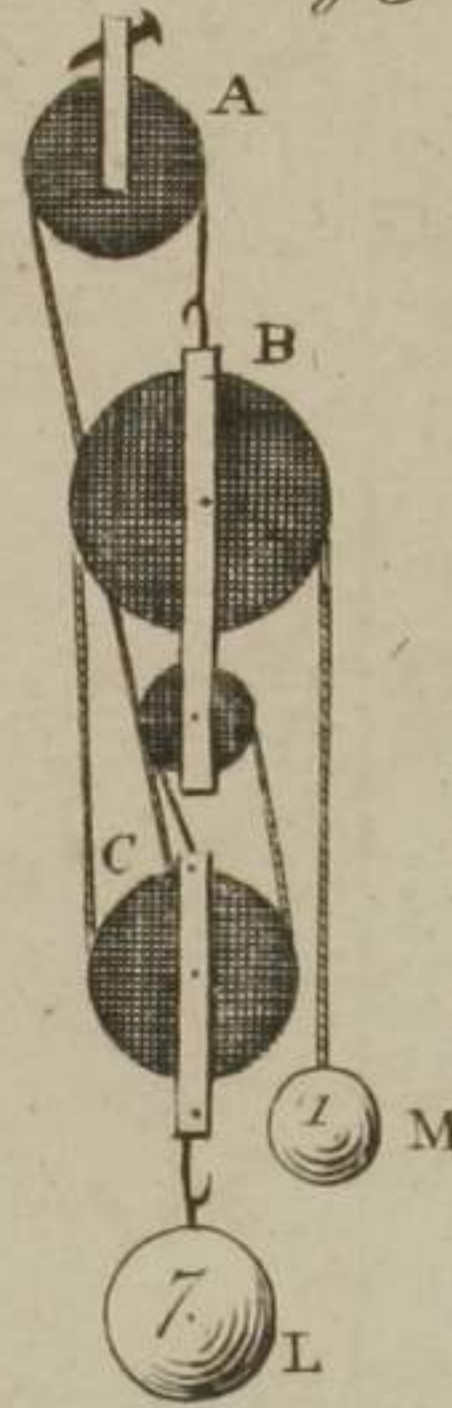


Fig. 31.

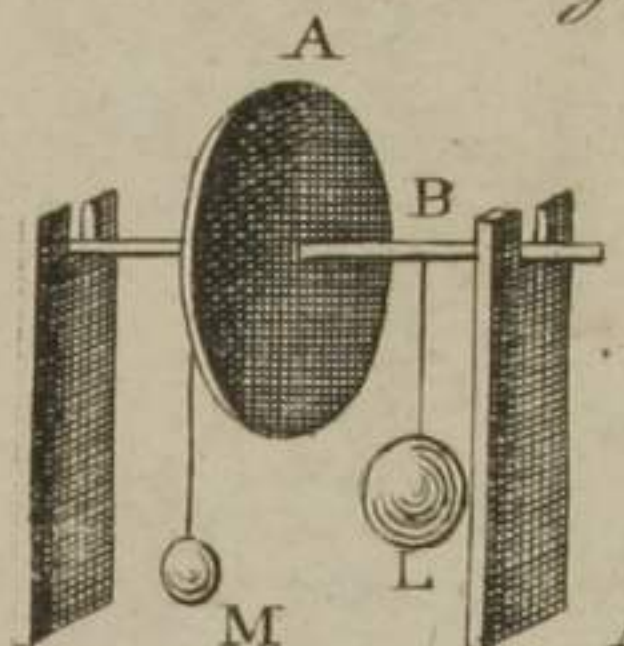


Fig. 33.

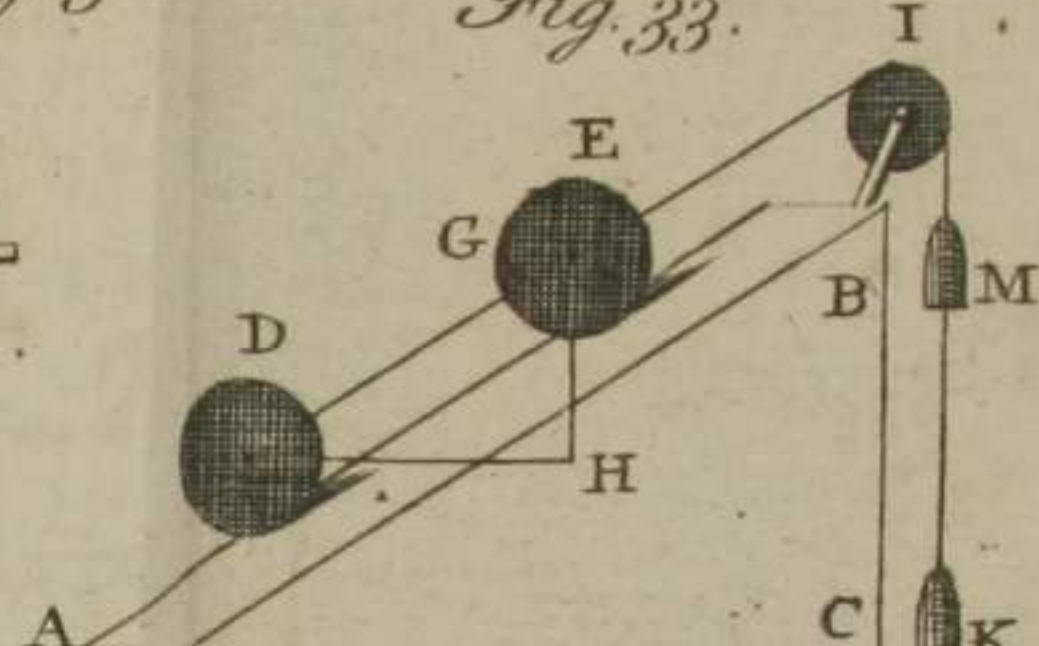


Fig. 34.

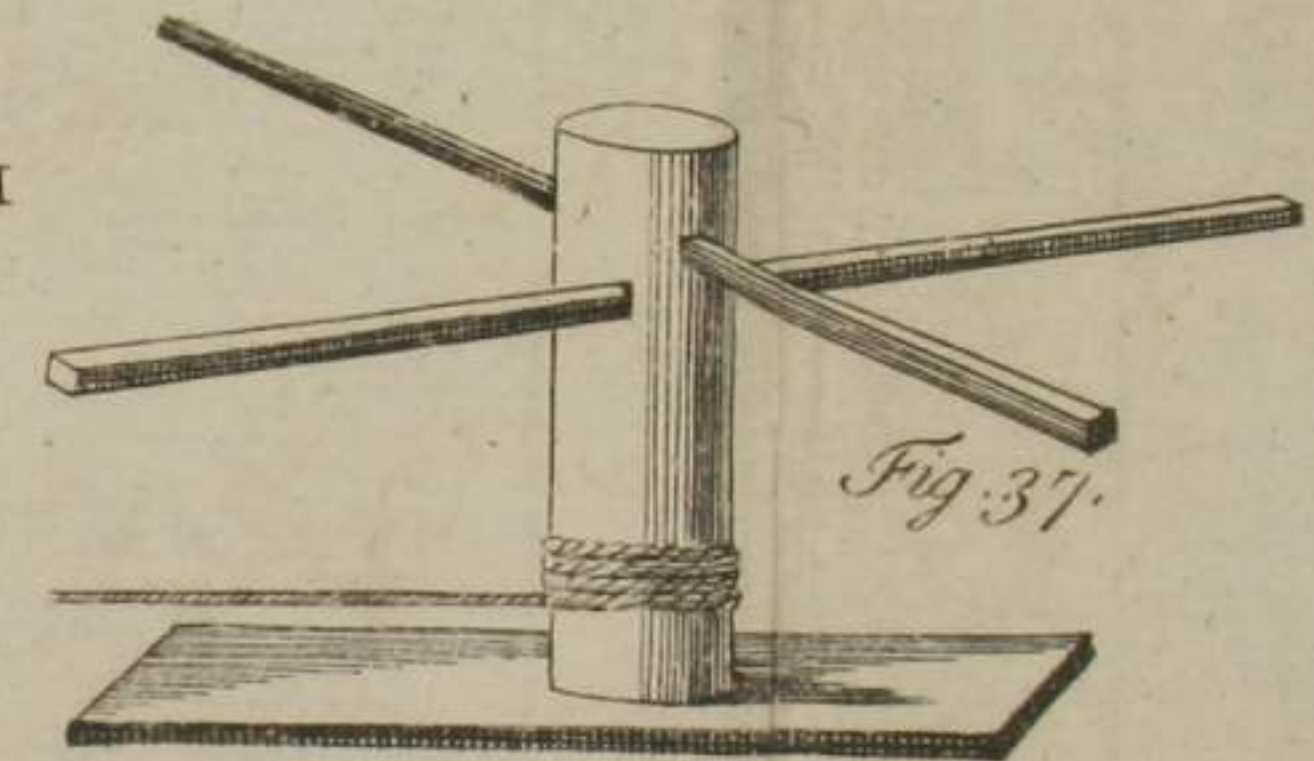


Fig. 37.

Fig. 35.

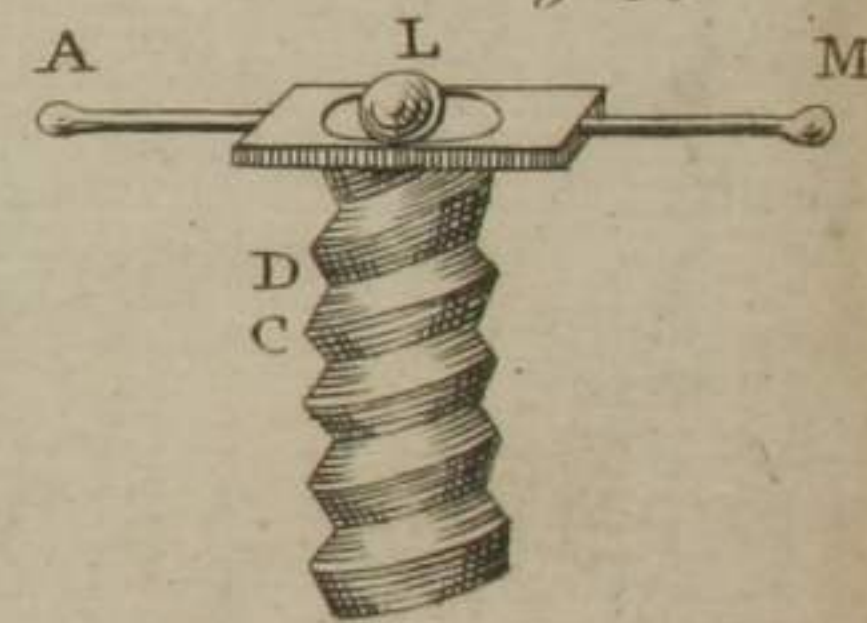


Fig. 32. E

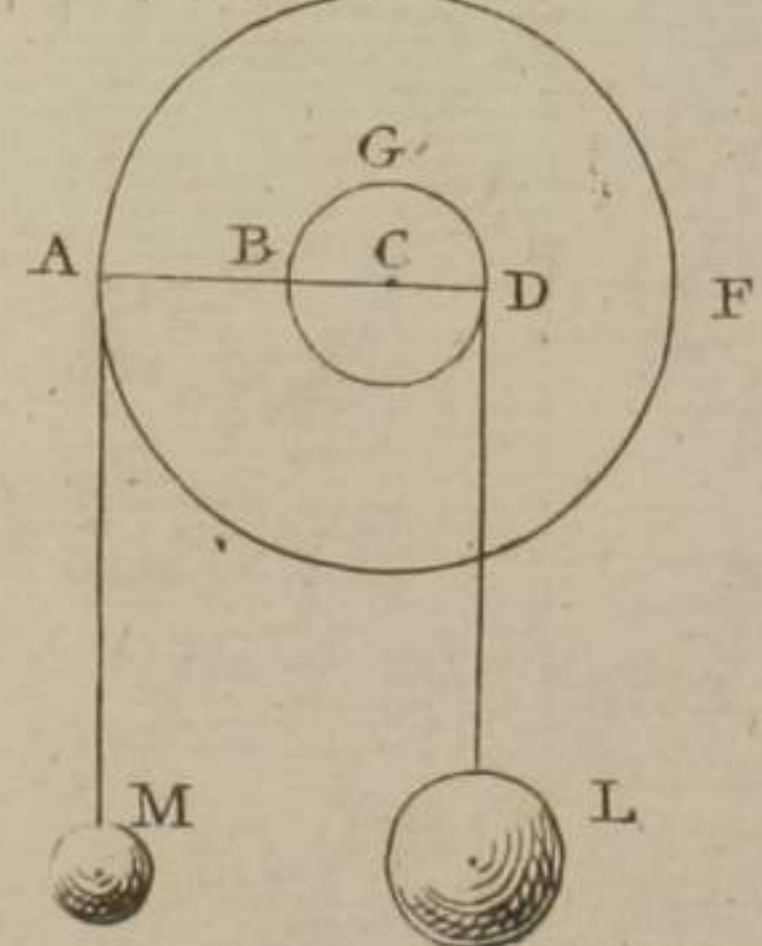
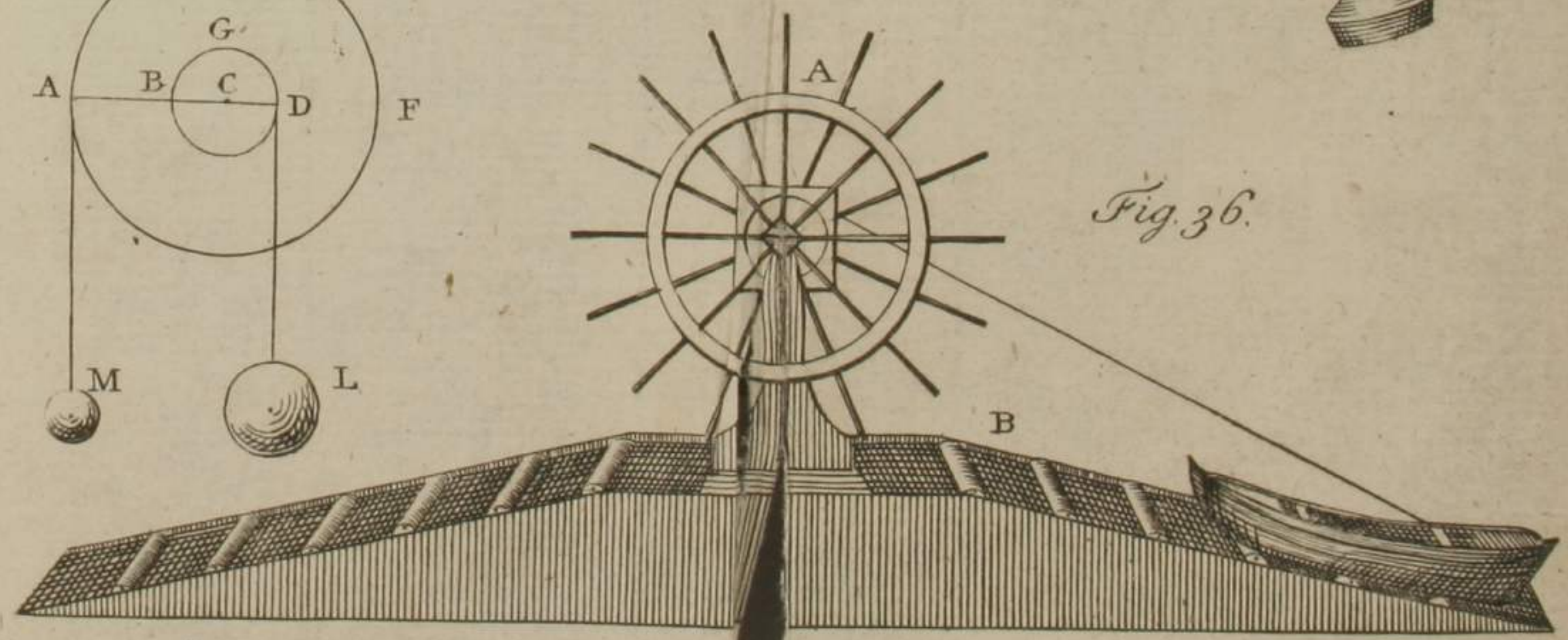
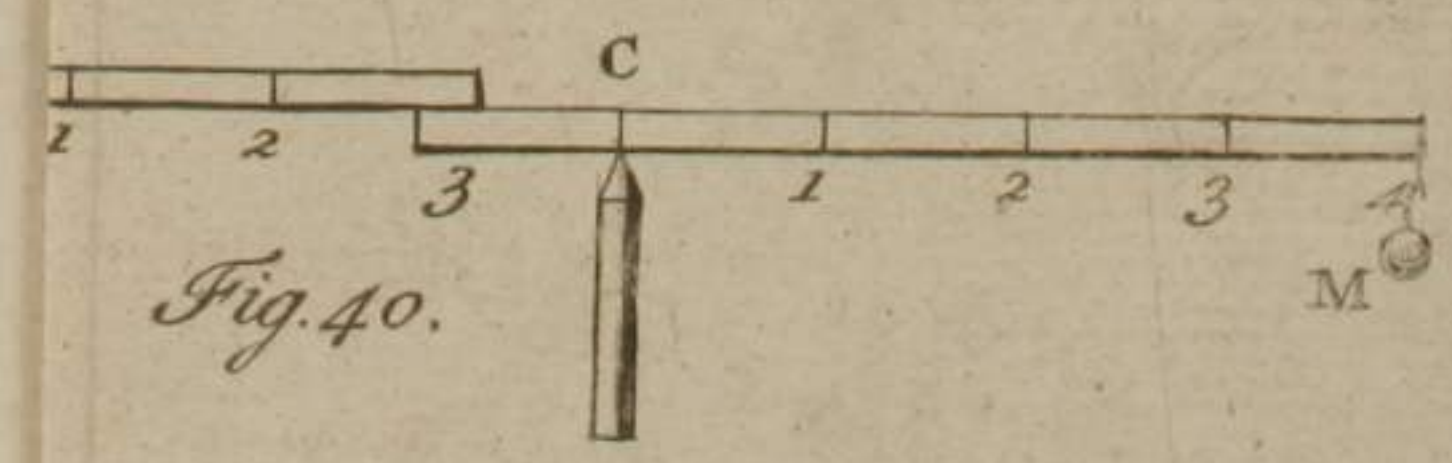
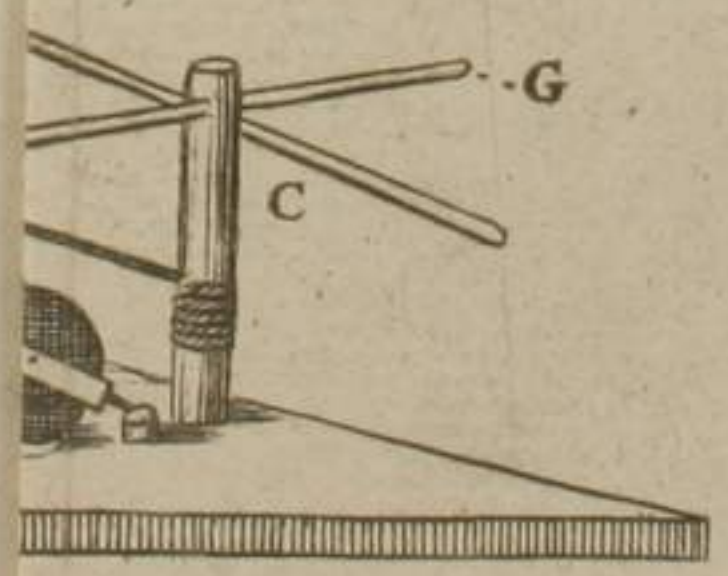
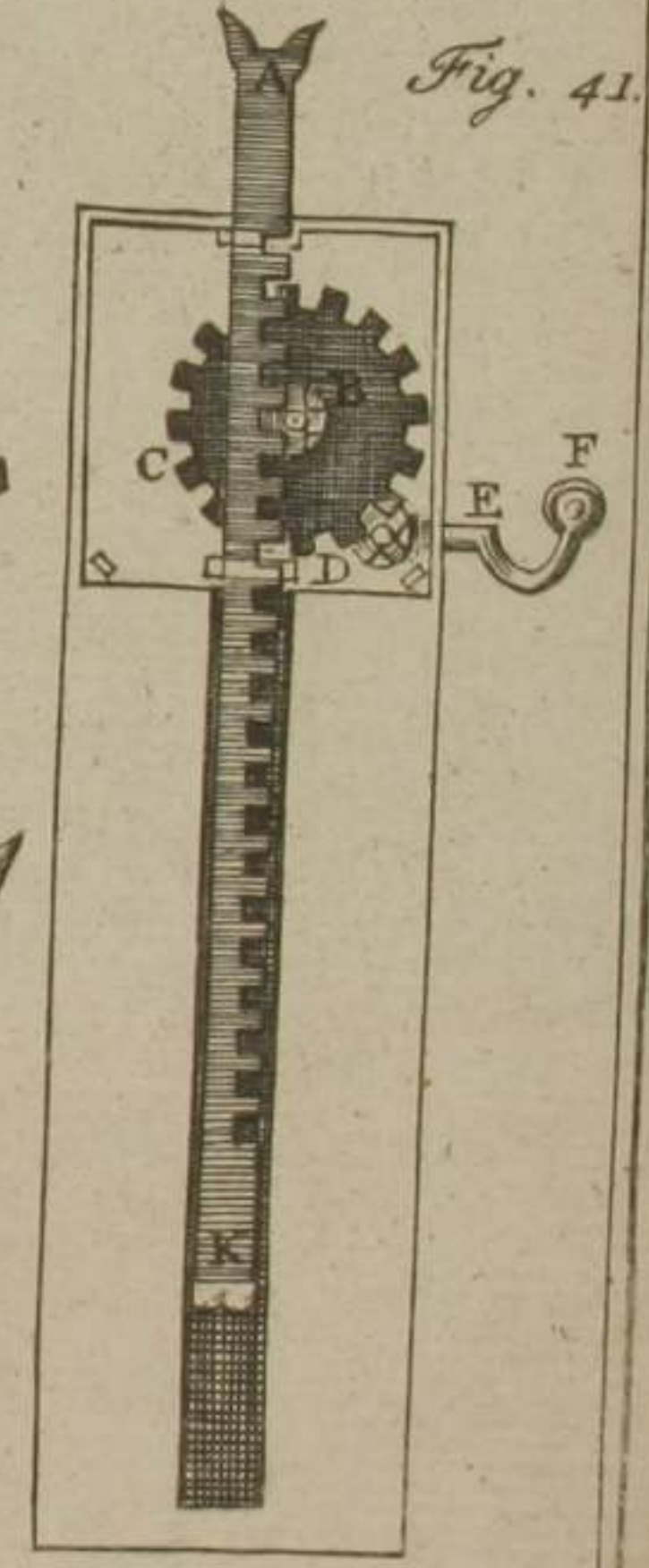
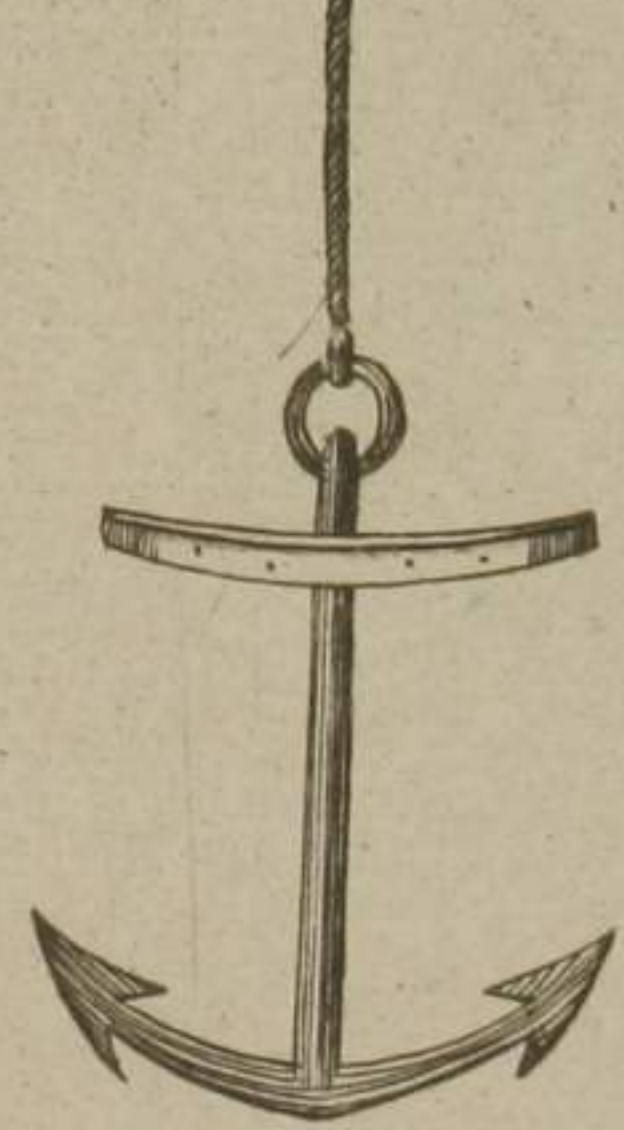
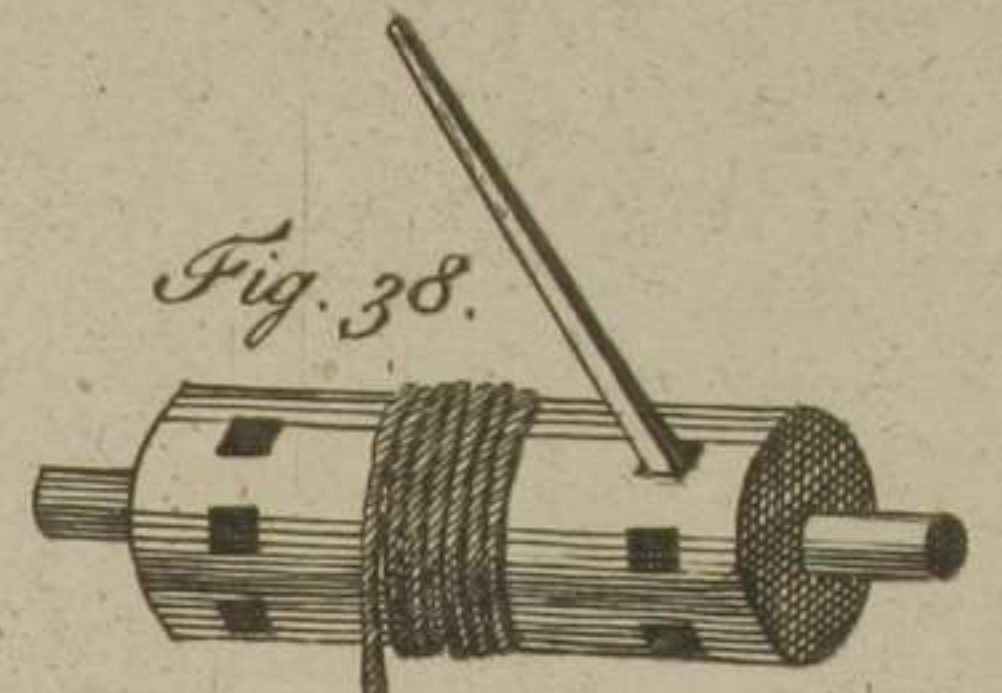
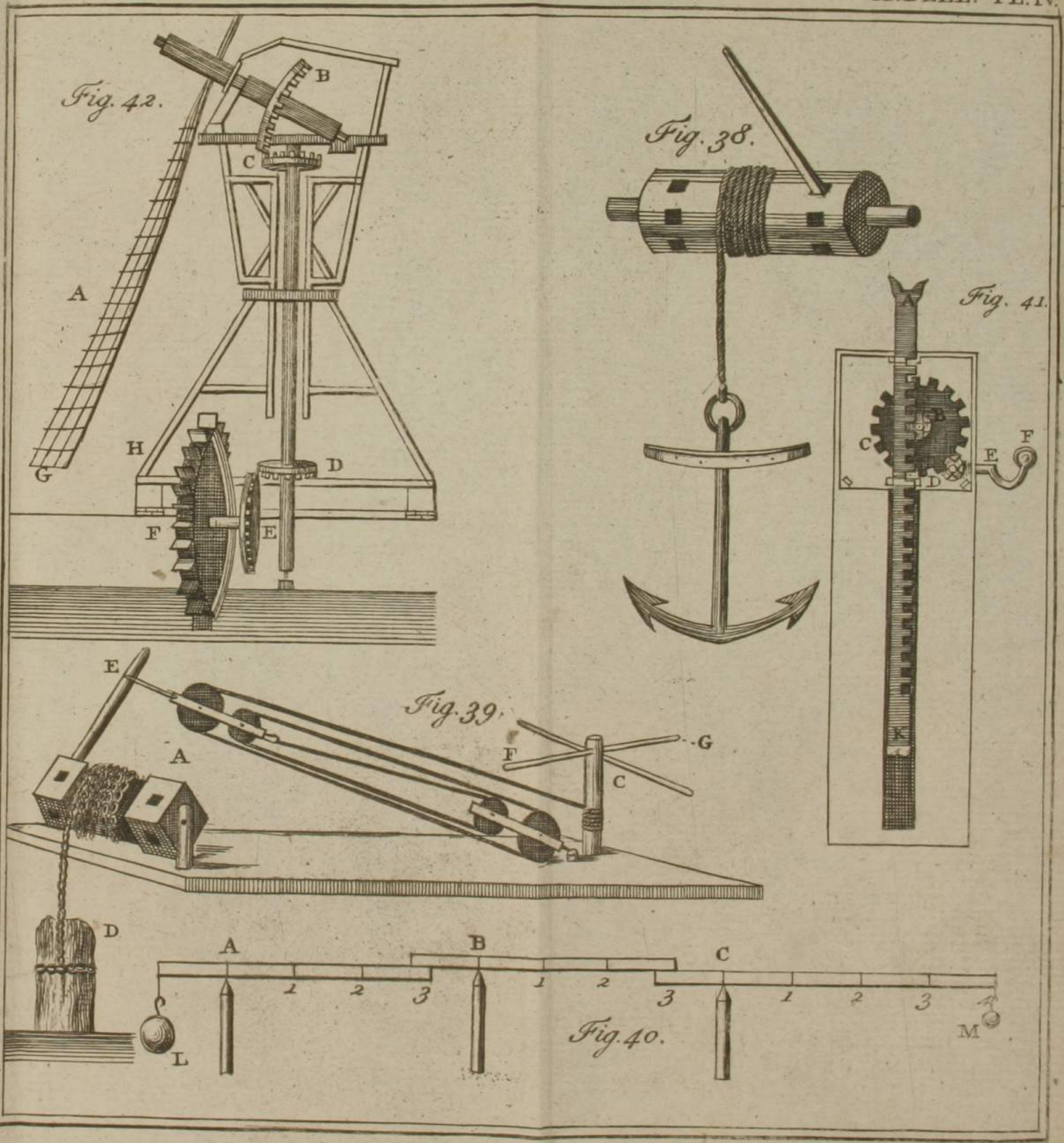
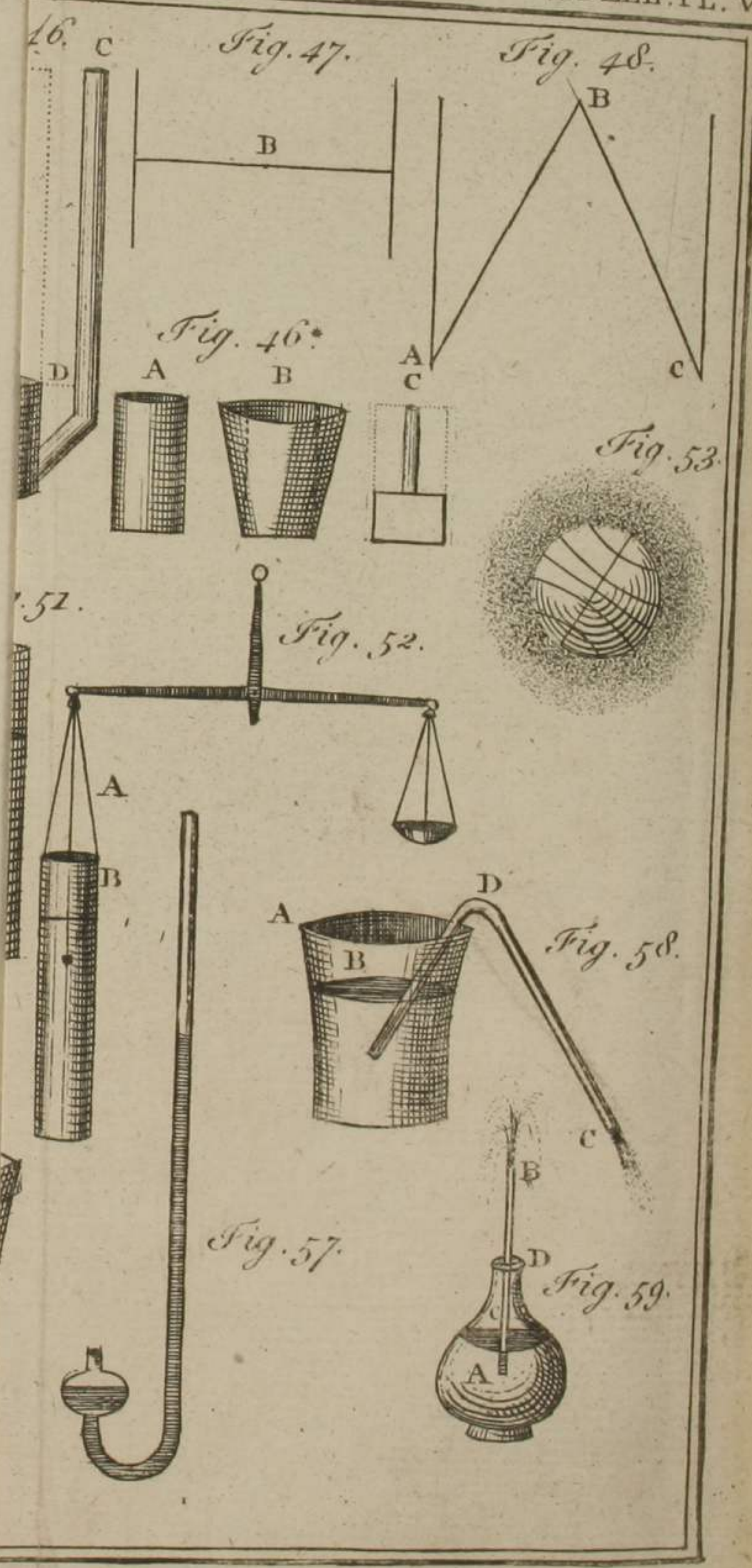


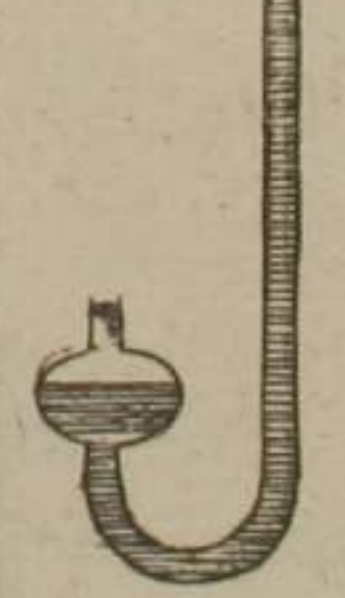
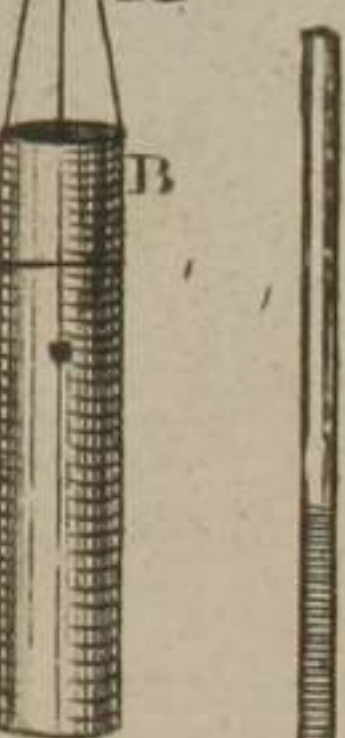
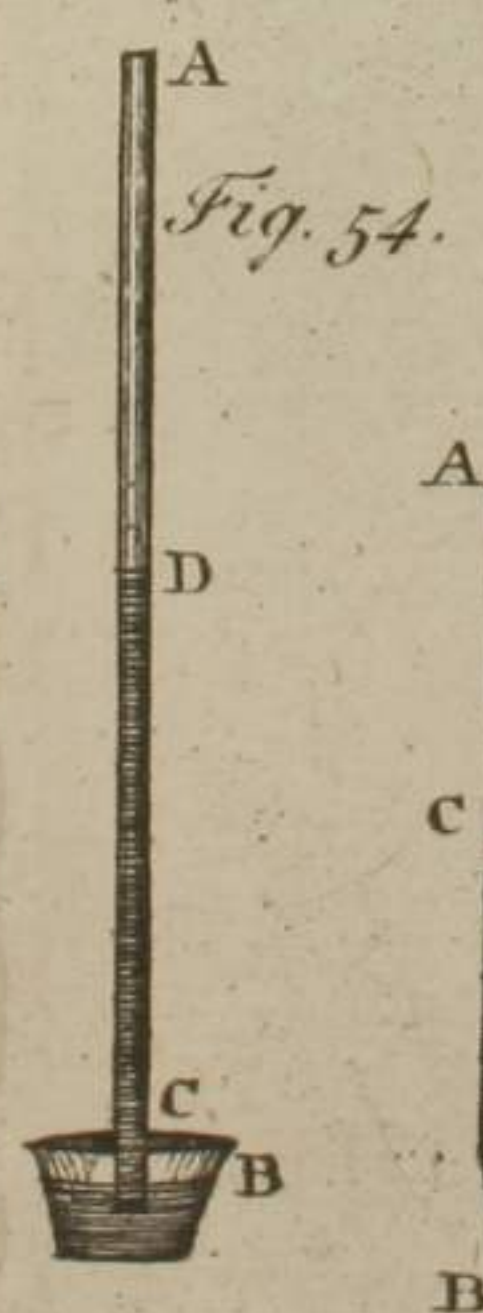
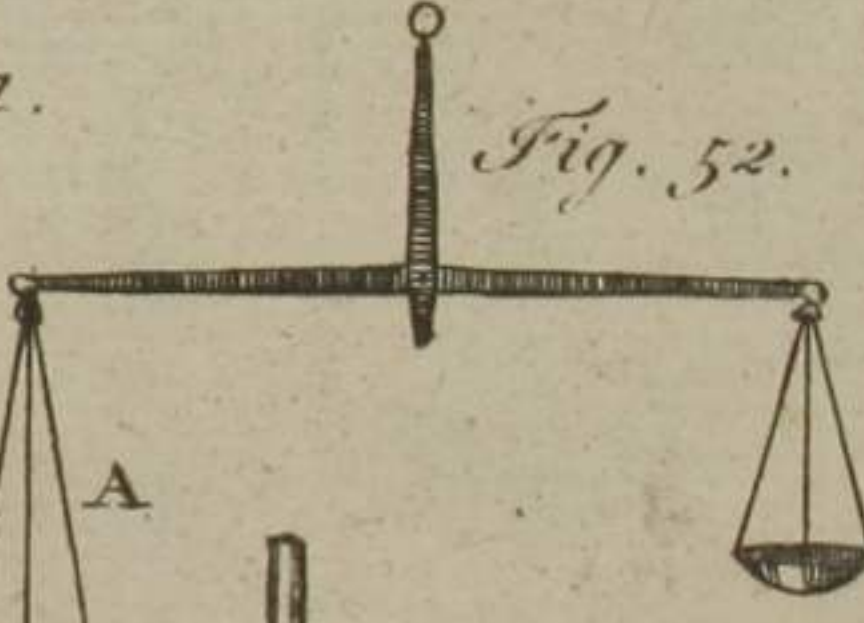
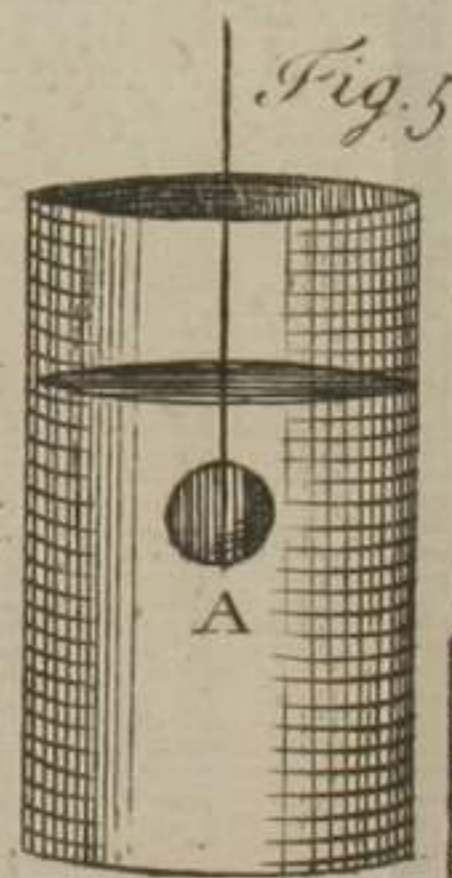
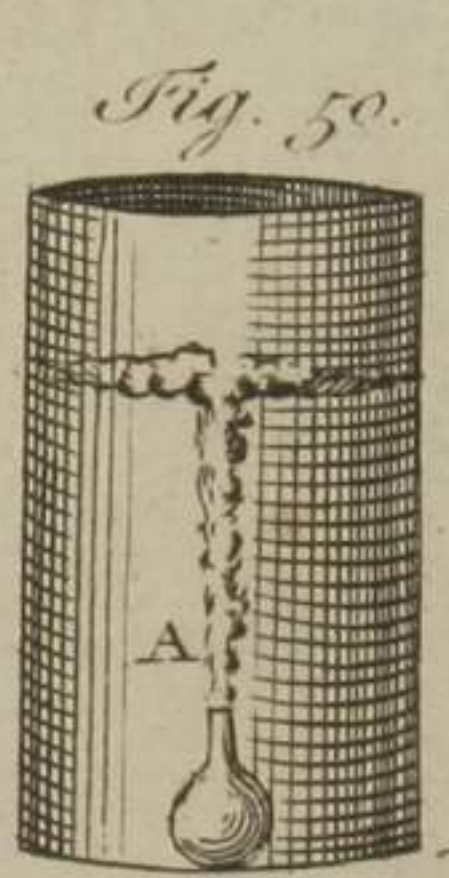
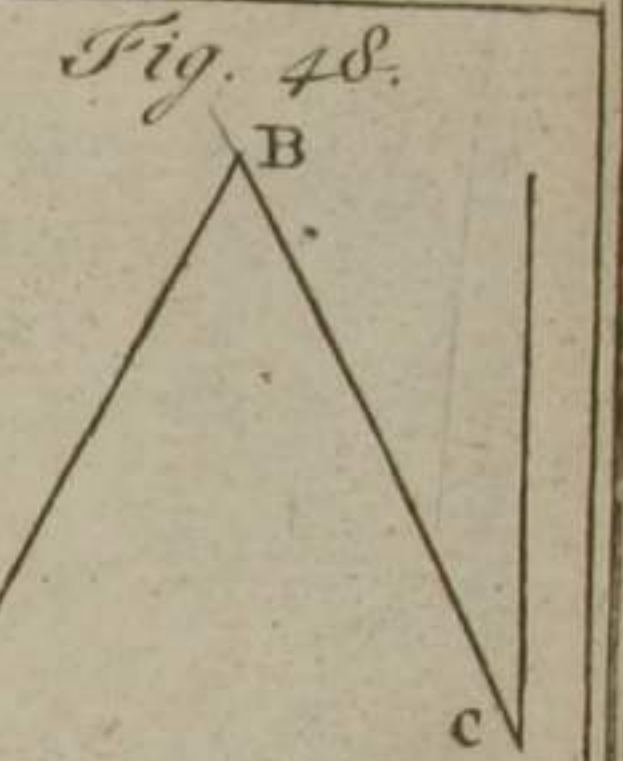
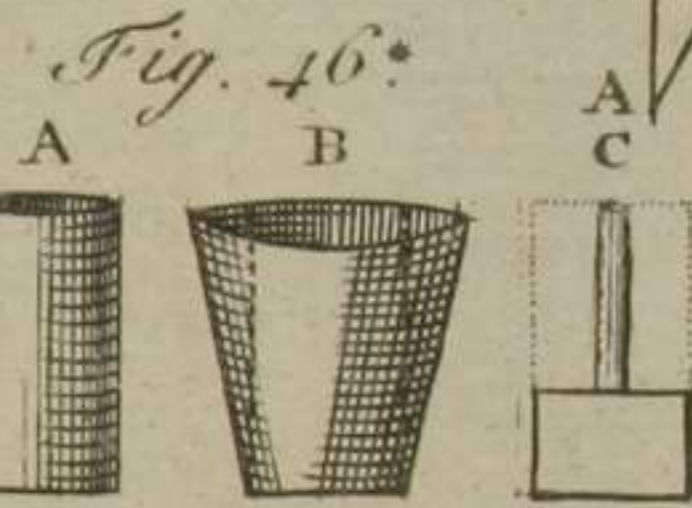
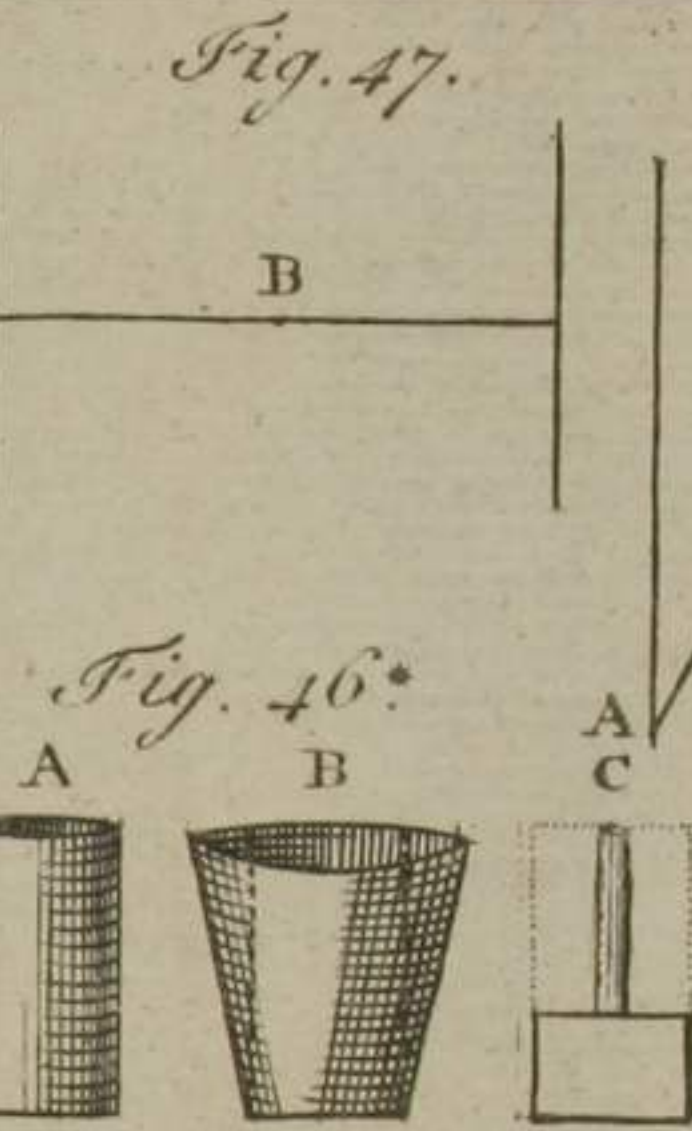
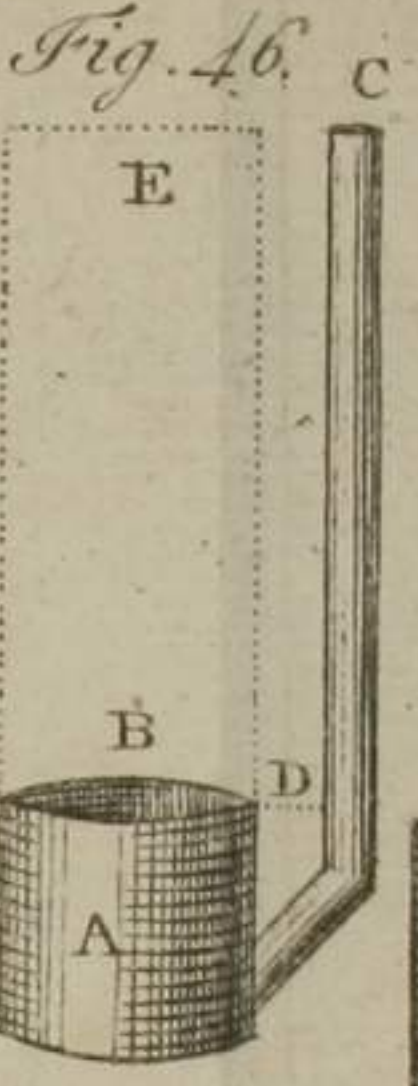
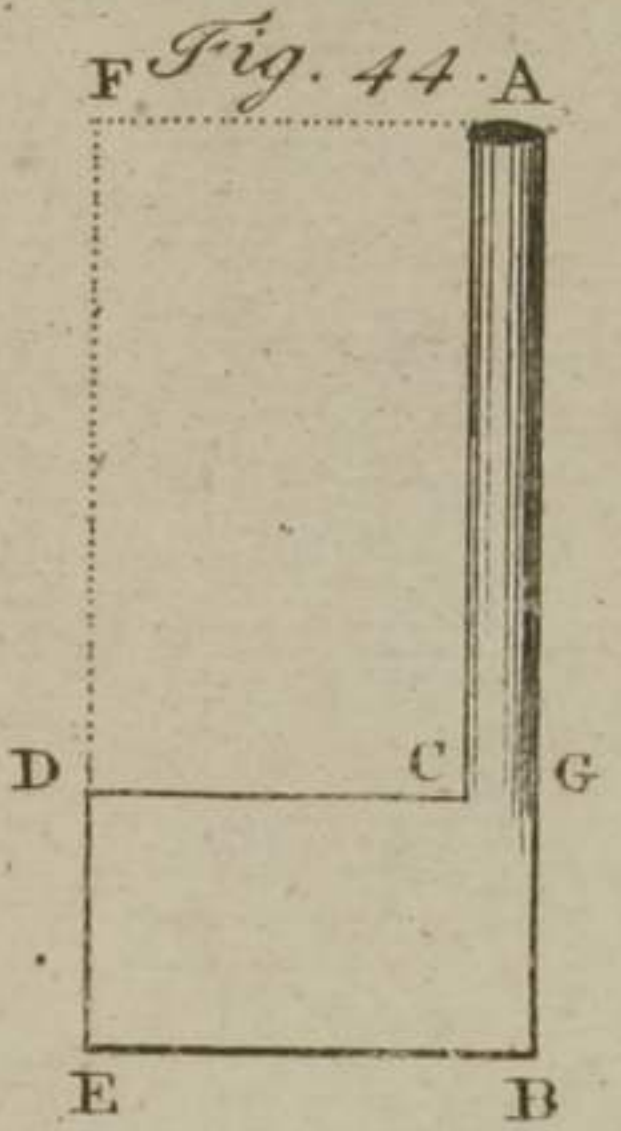
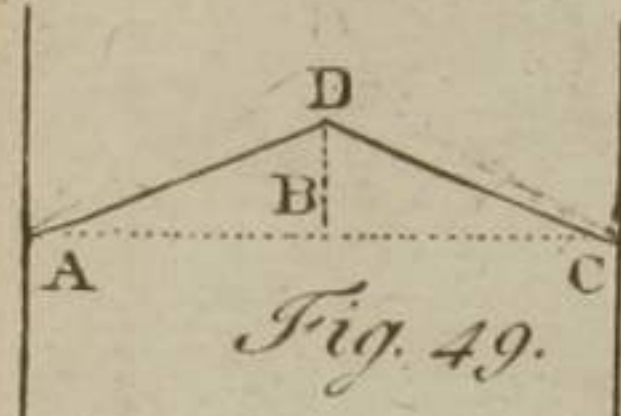
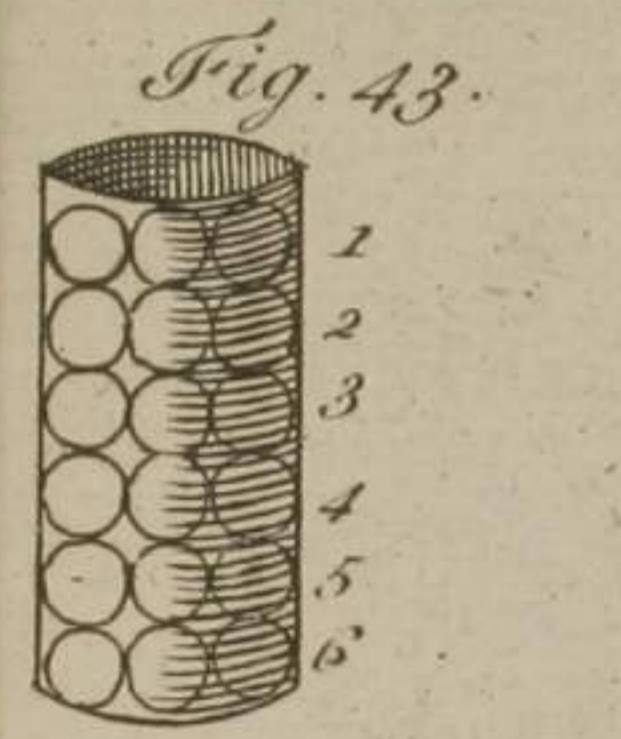
Fig. 36.

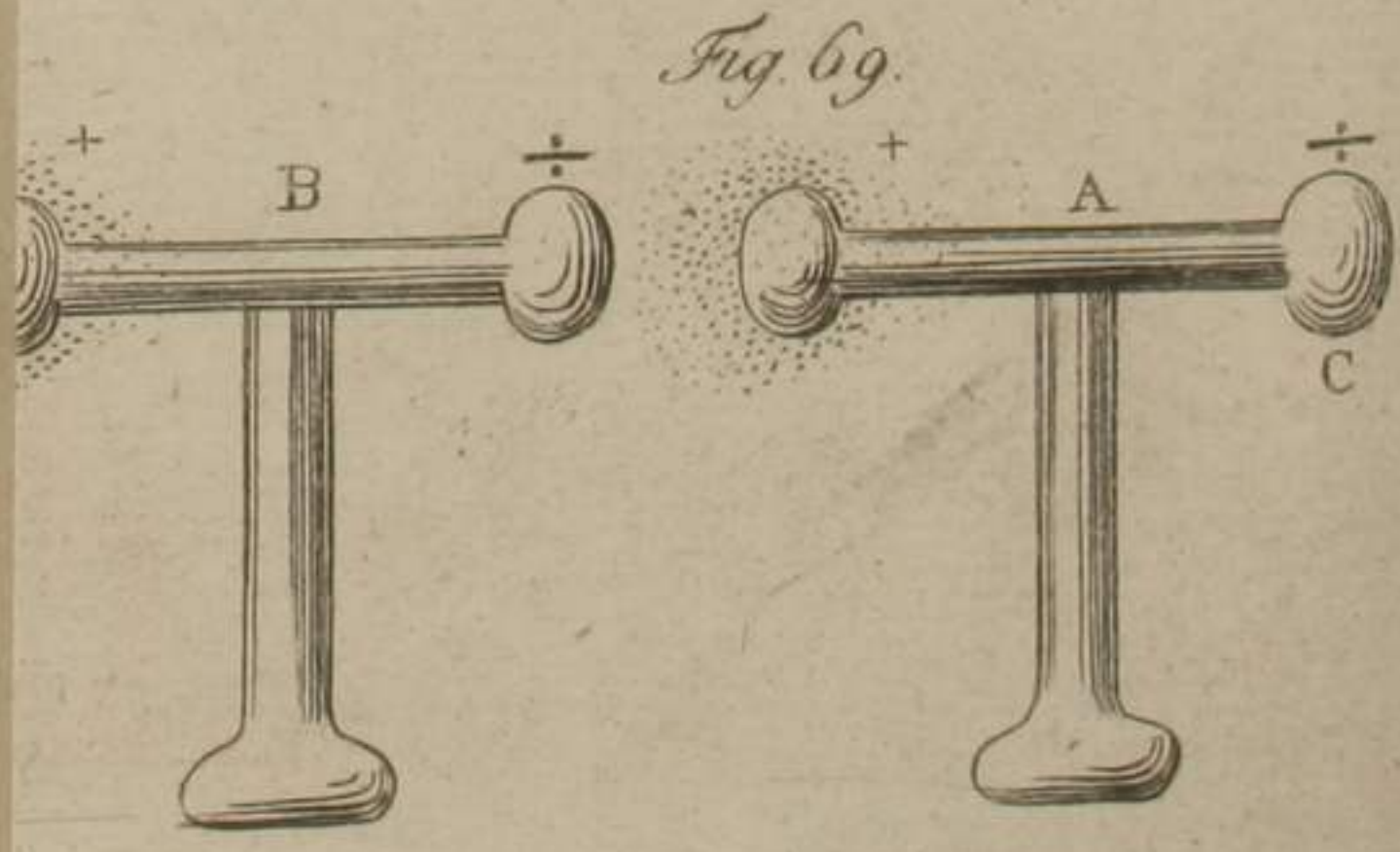
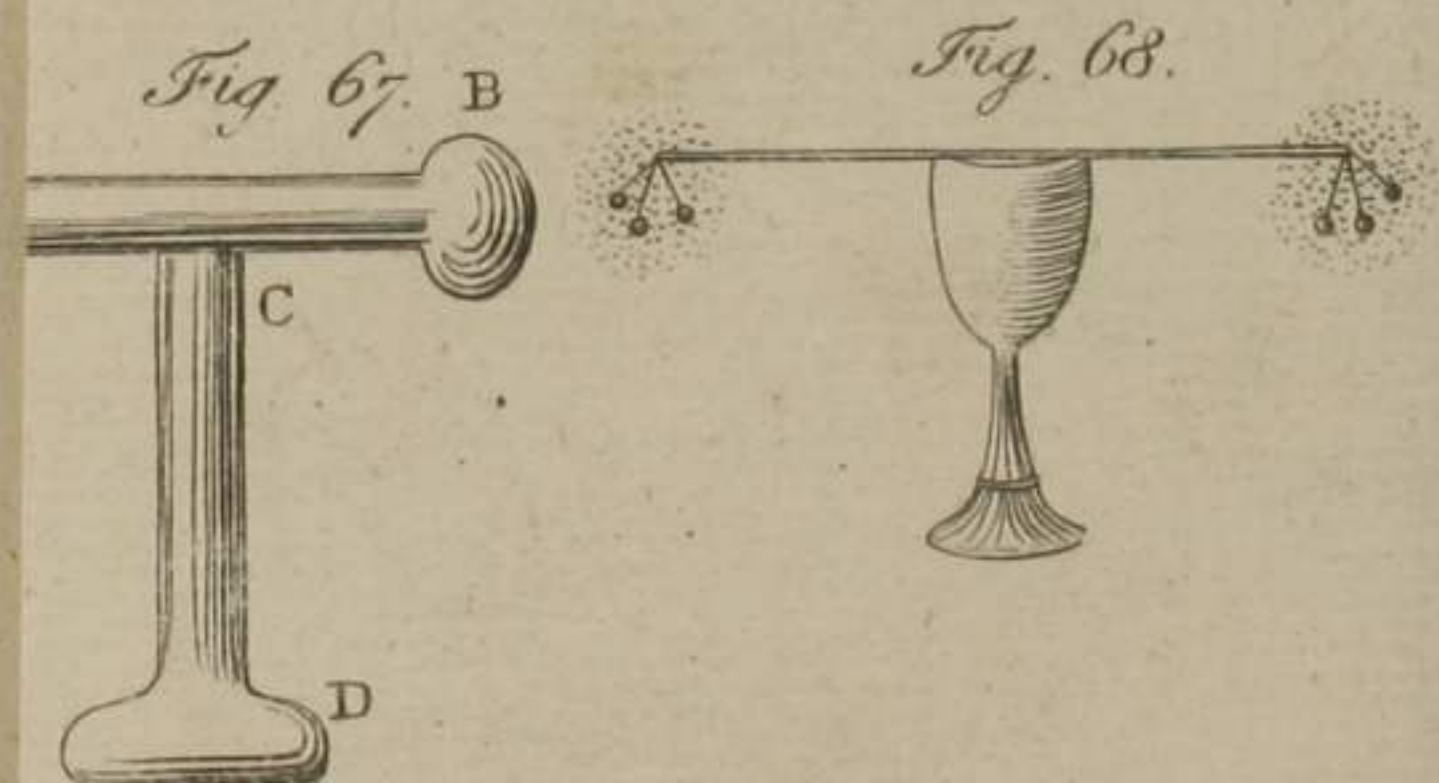
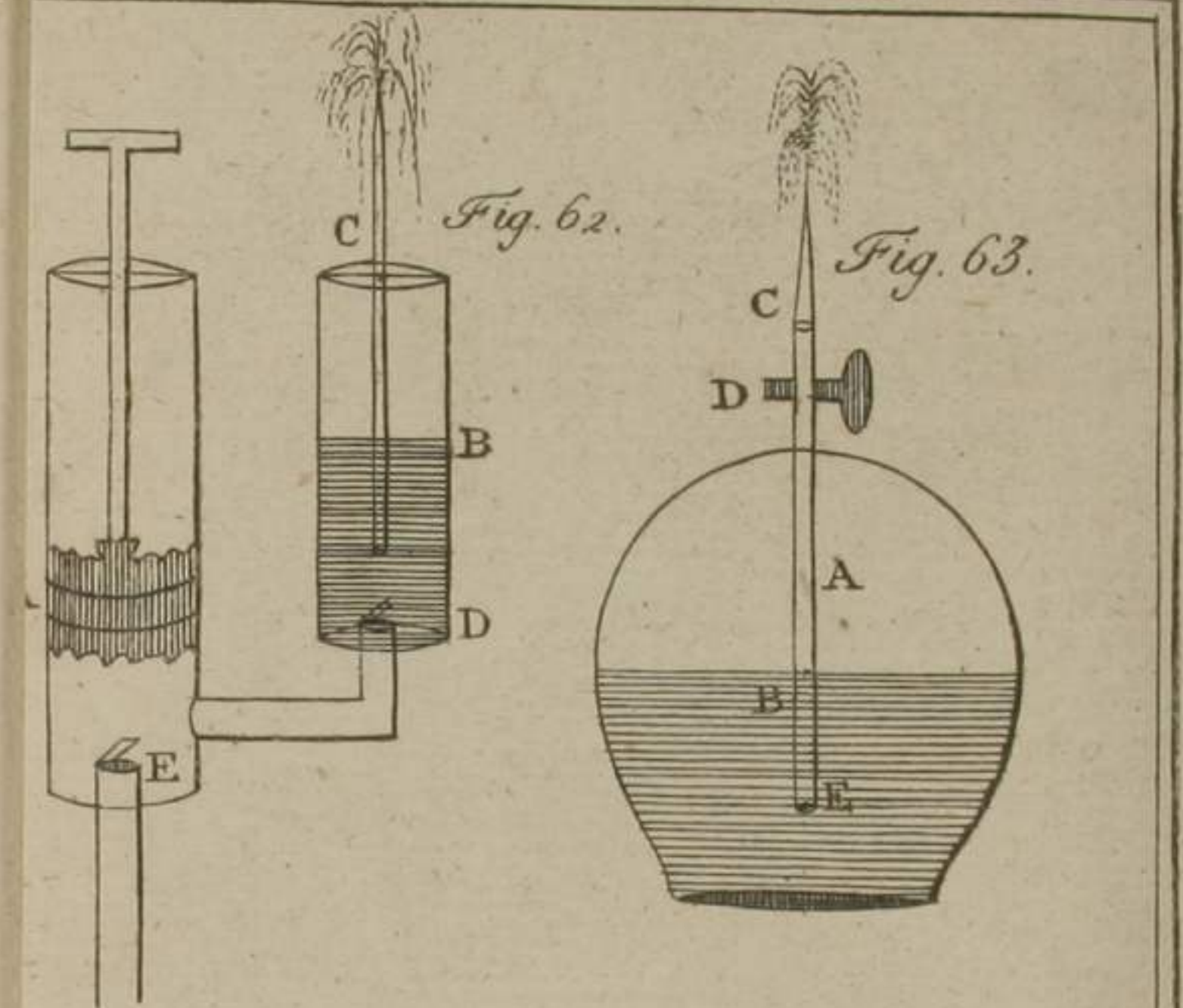


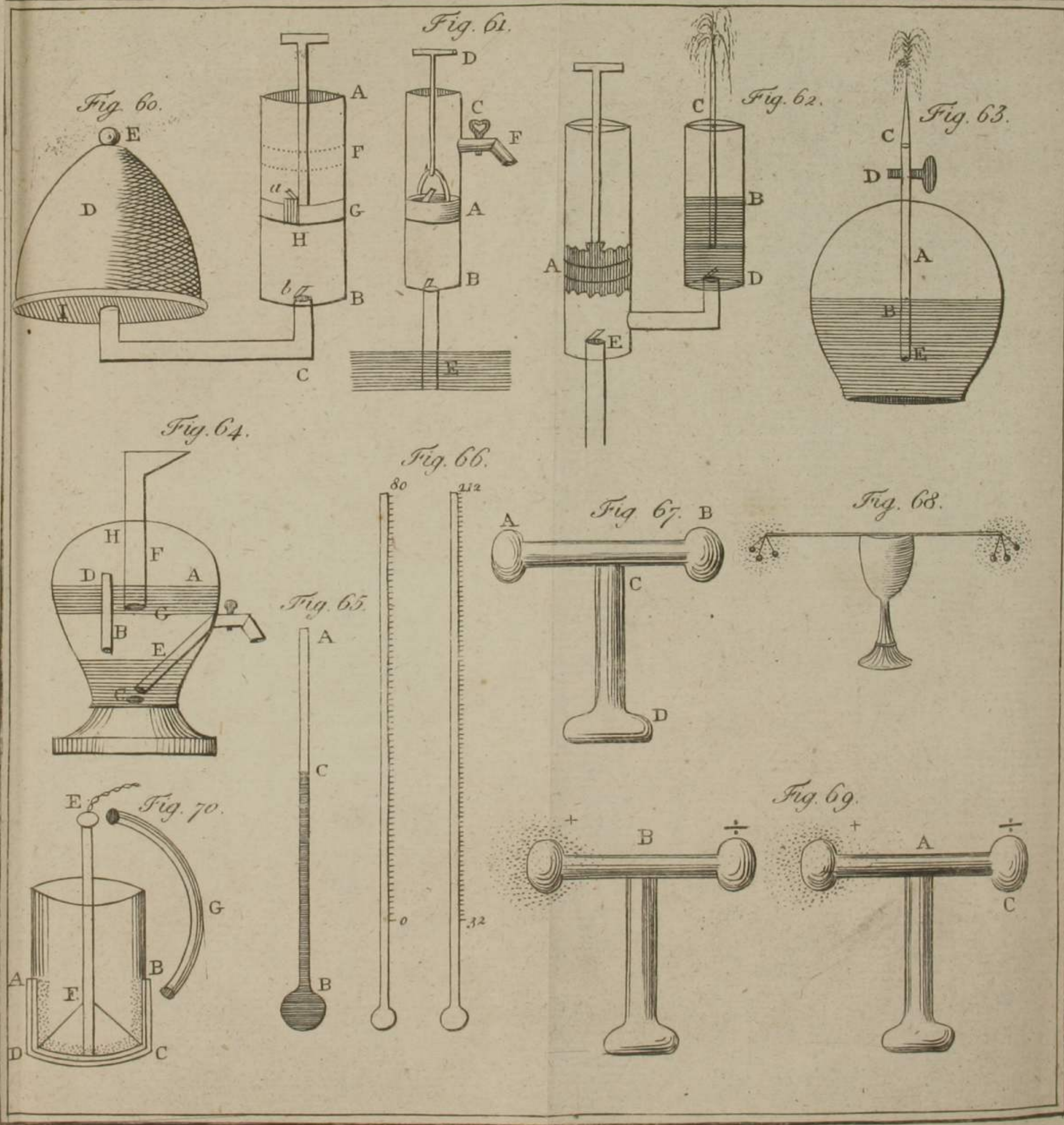


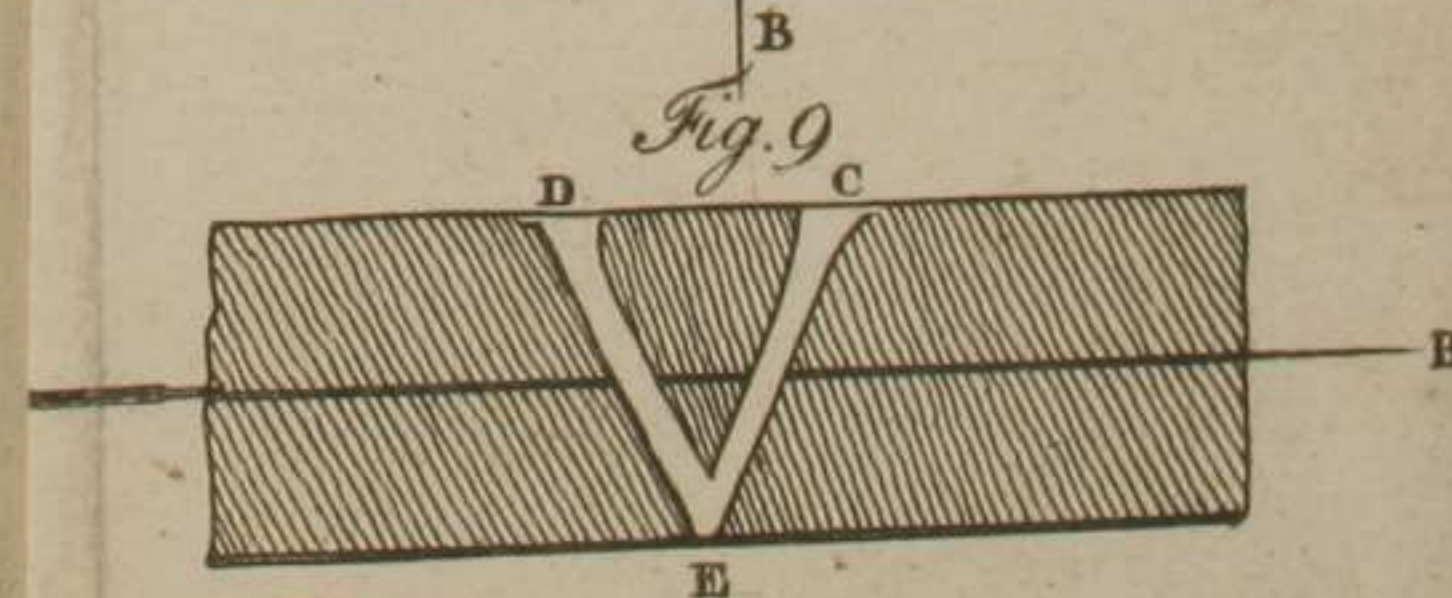
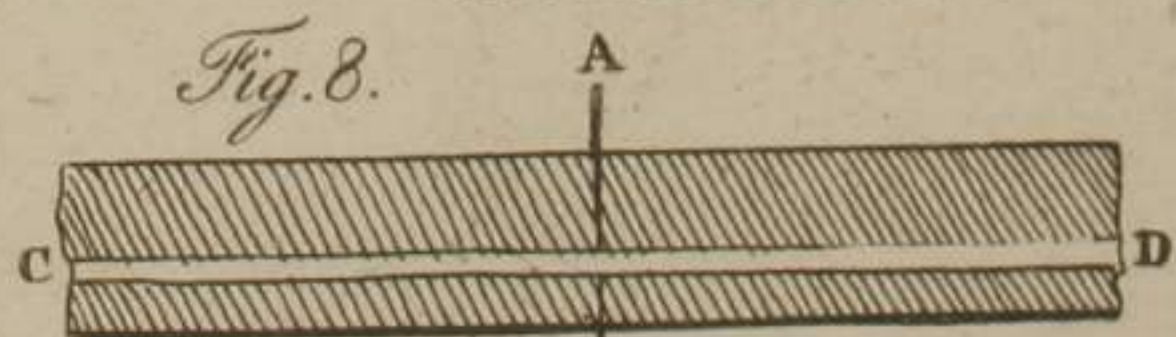
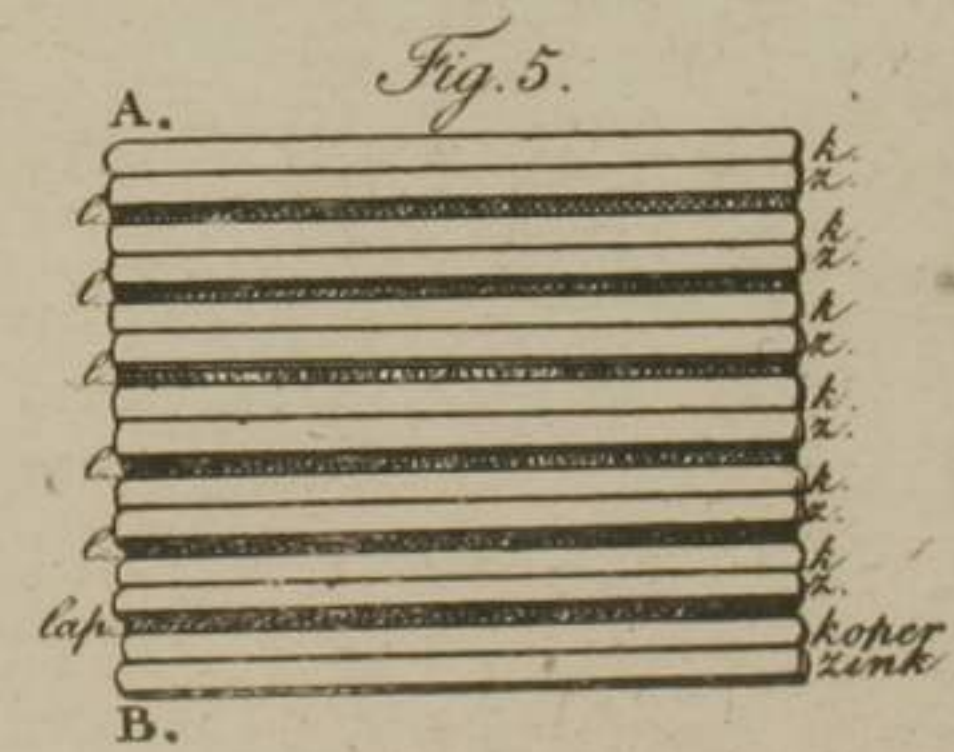
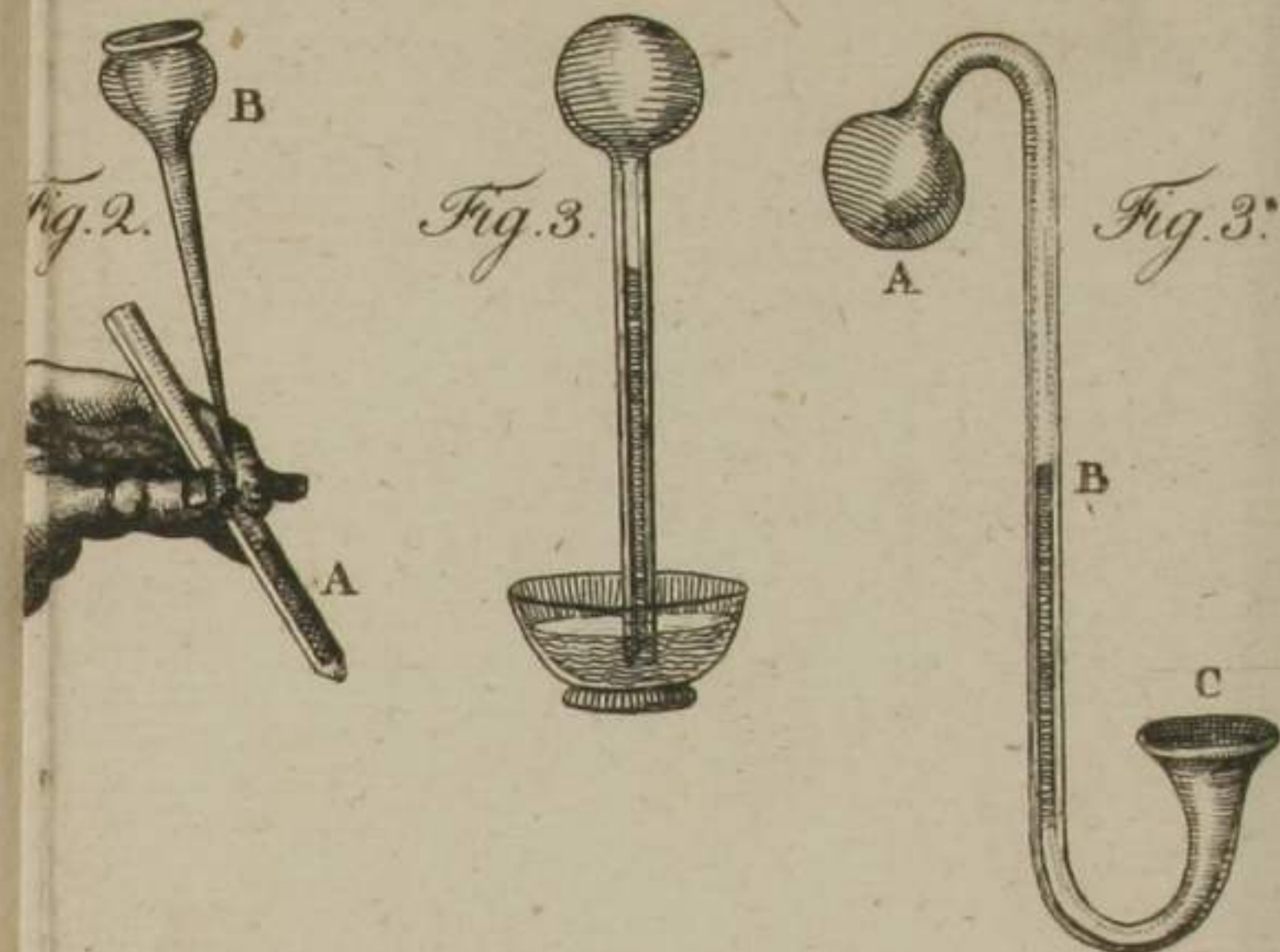


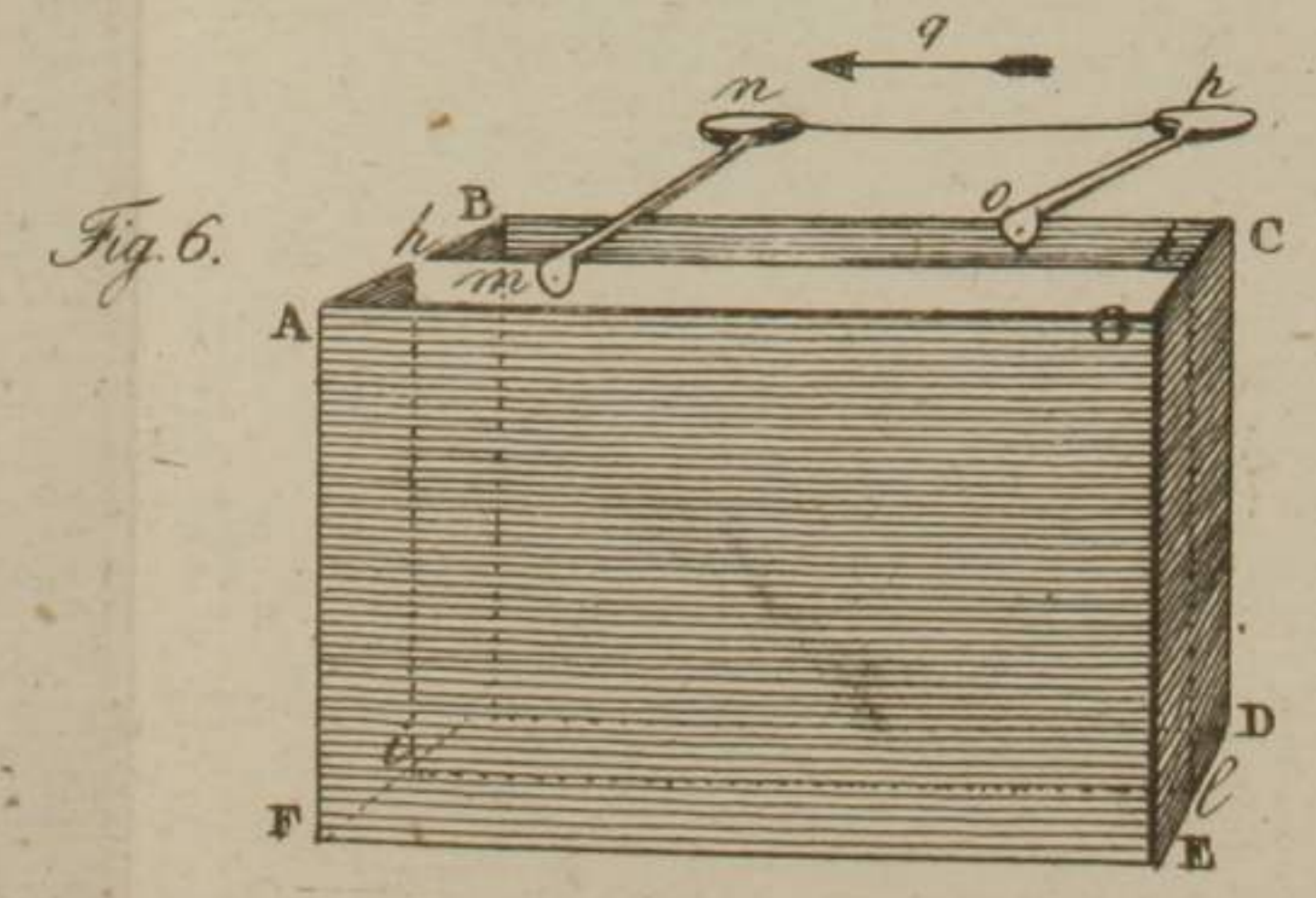
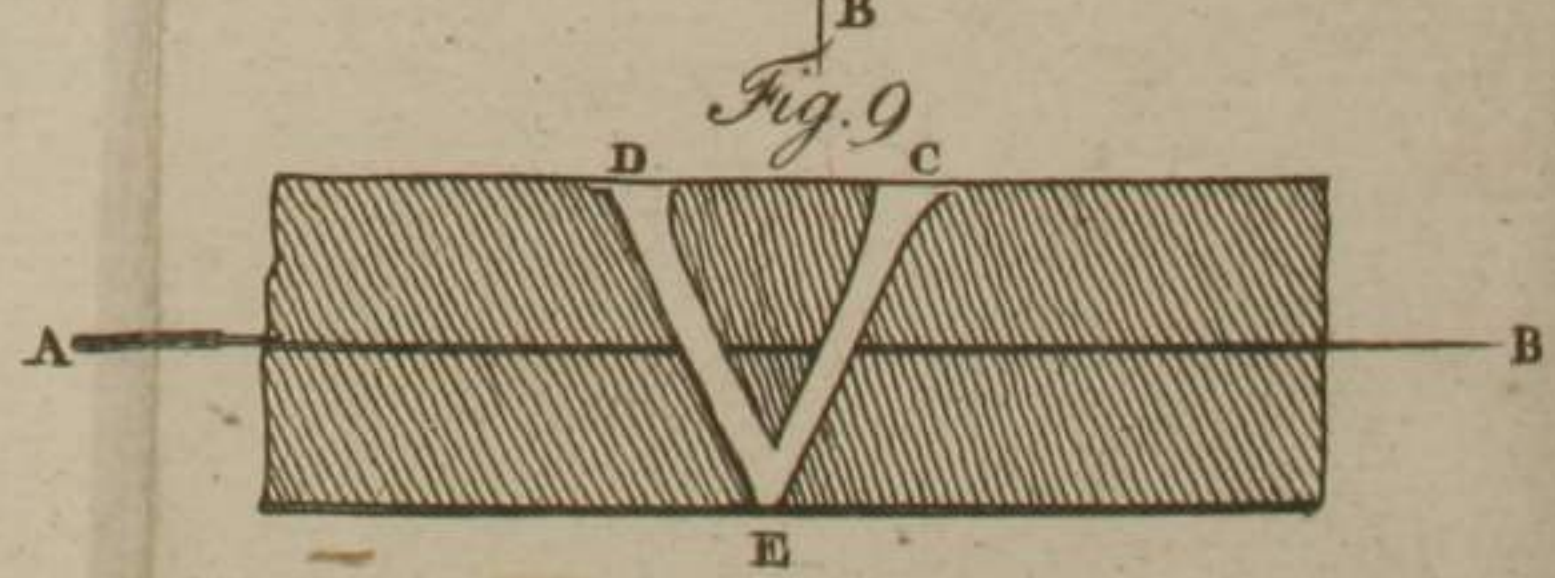
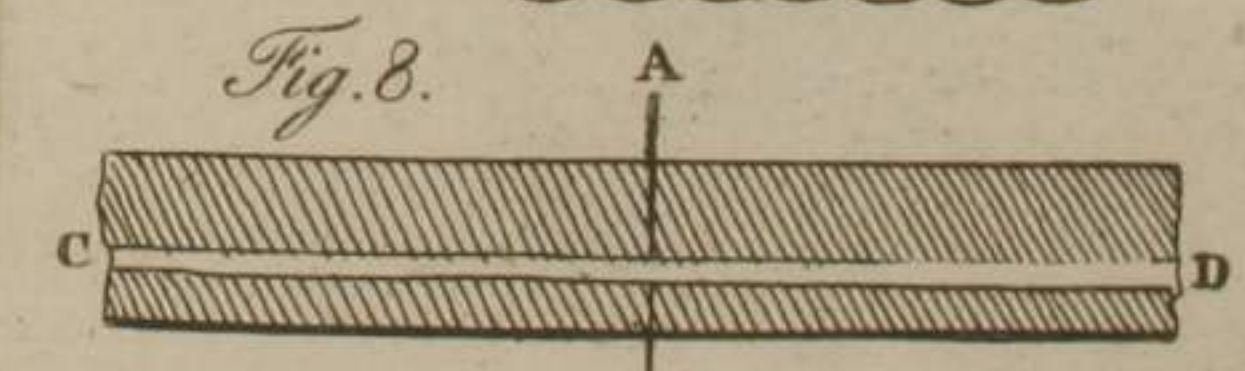
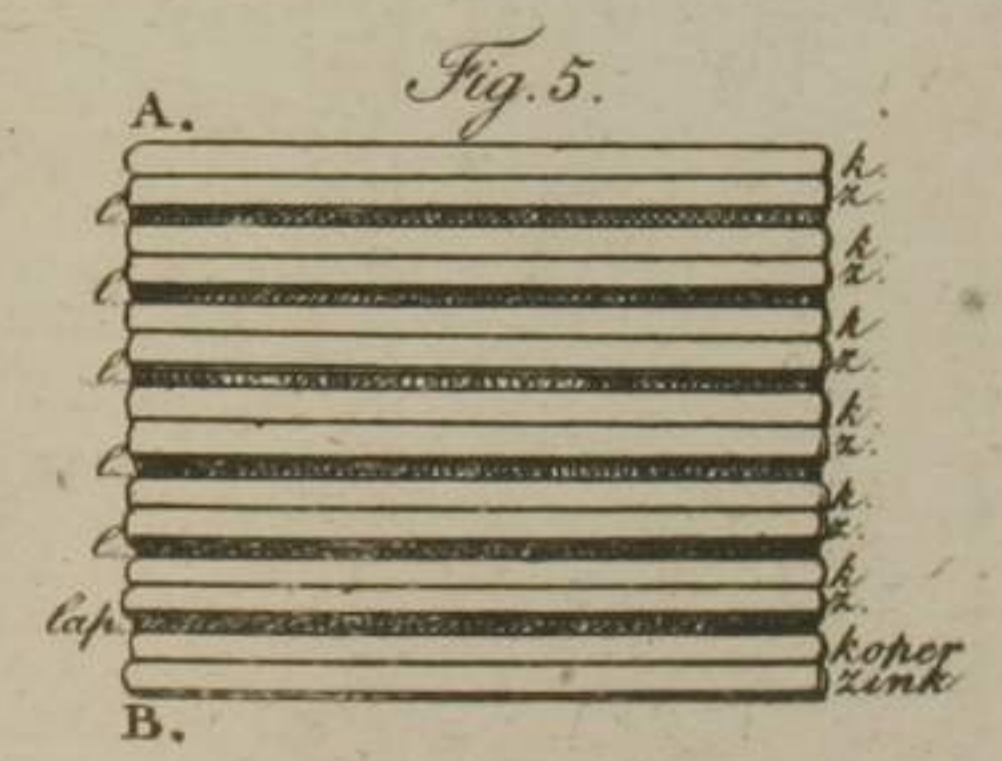
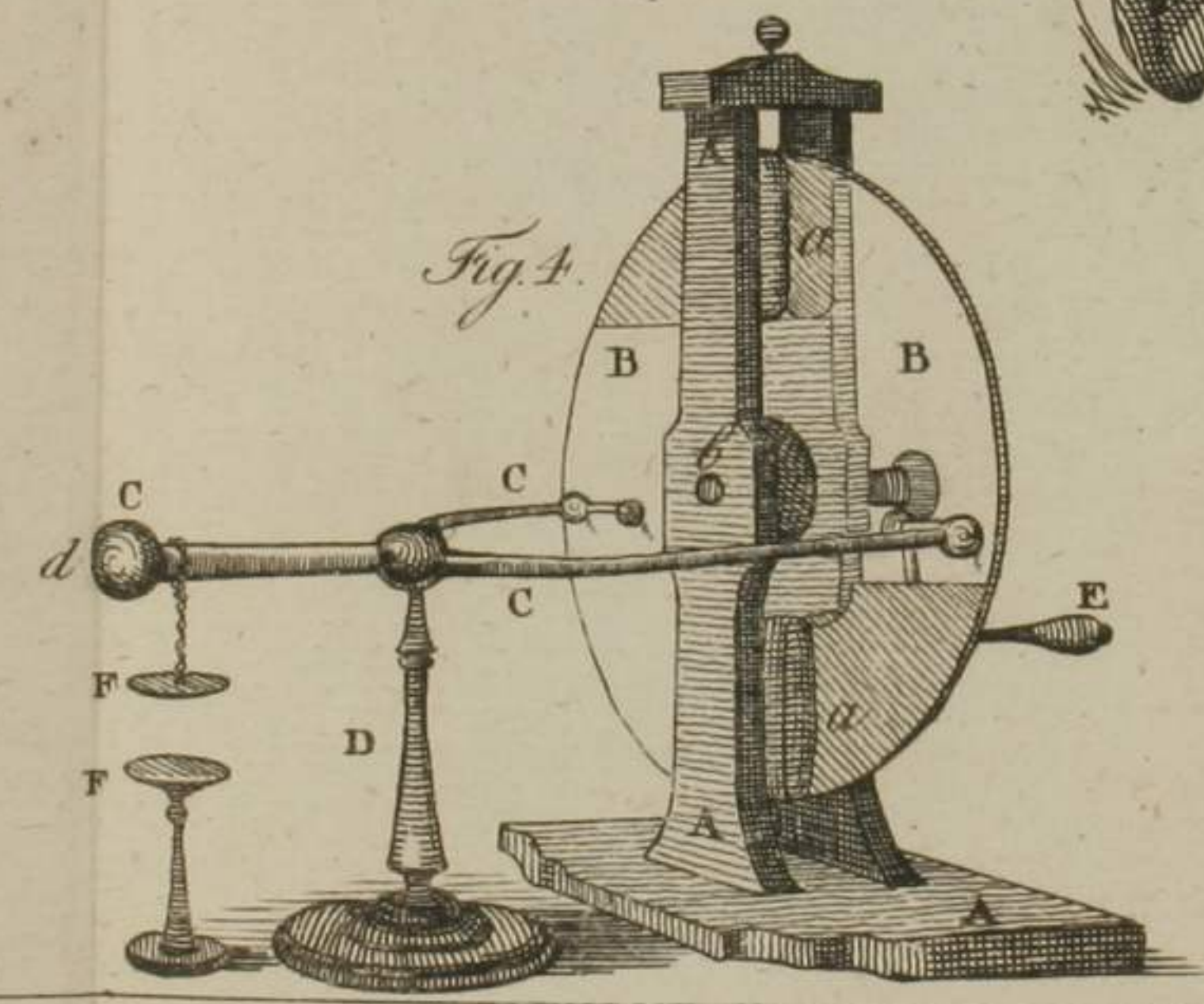
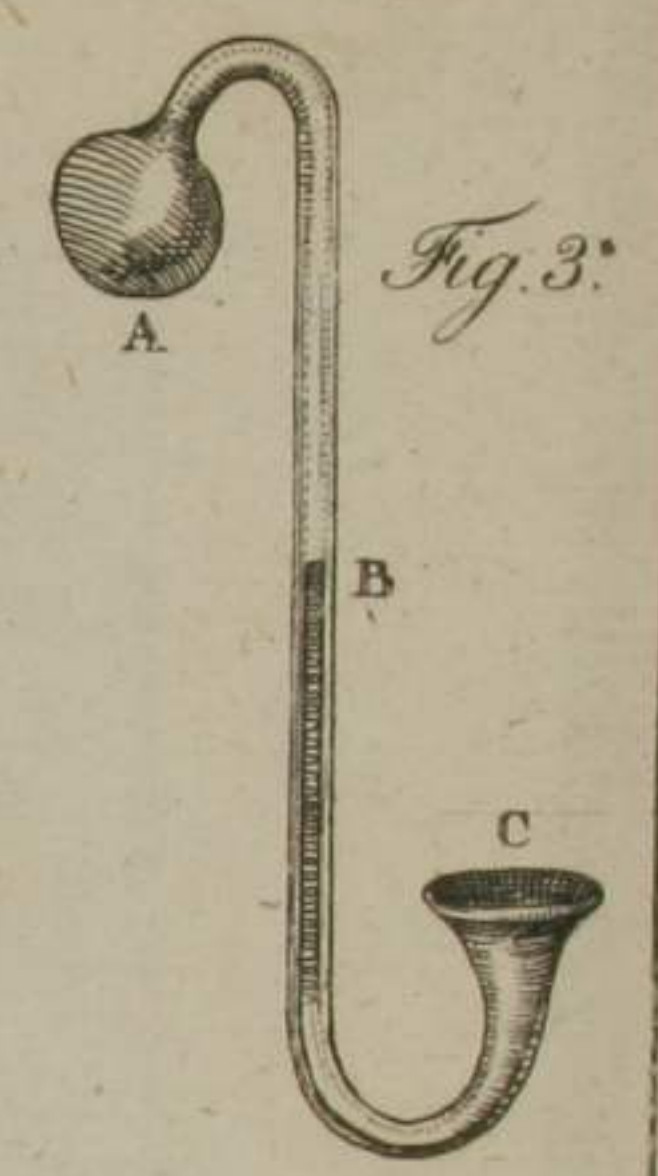












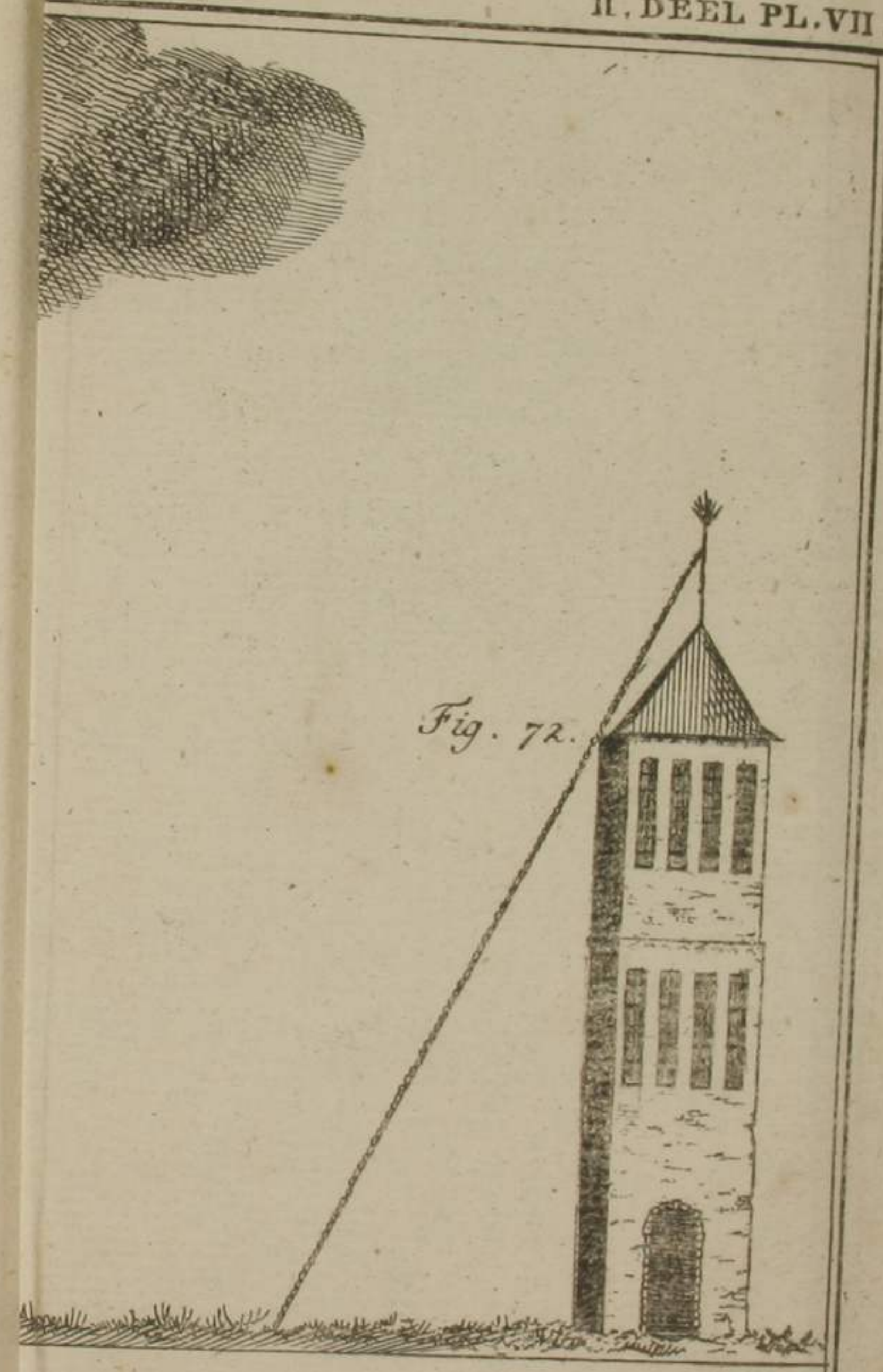


Fig. 72.

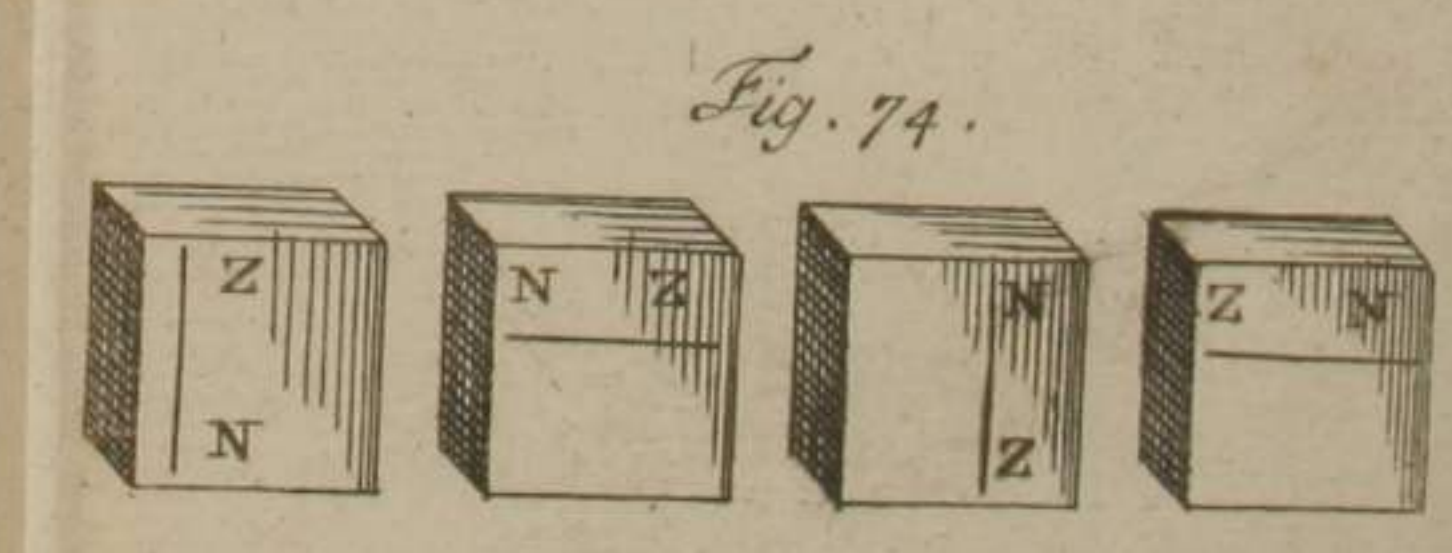
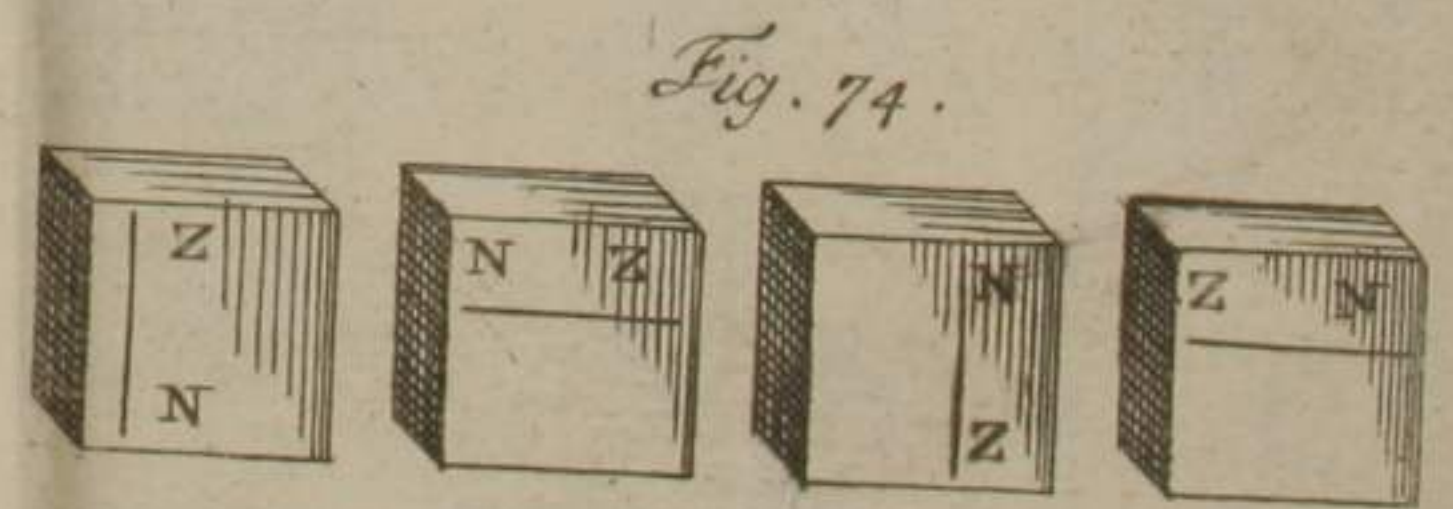
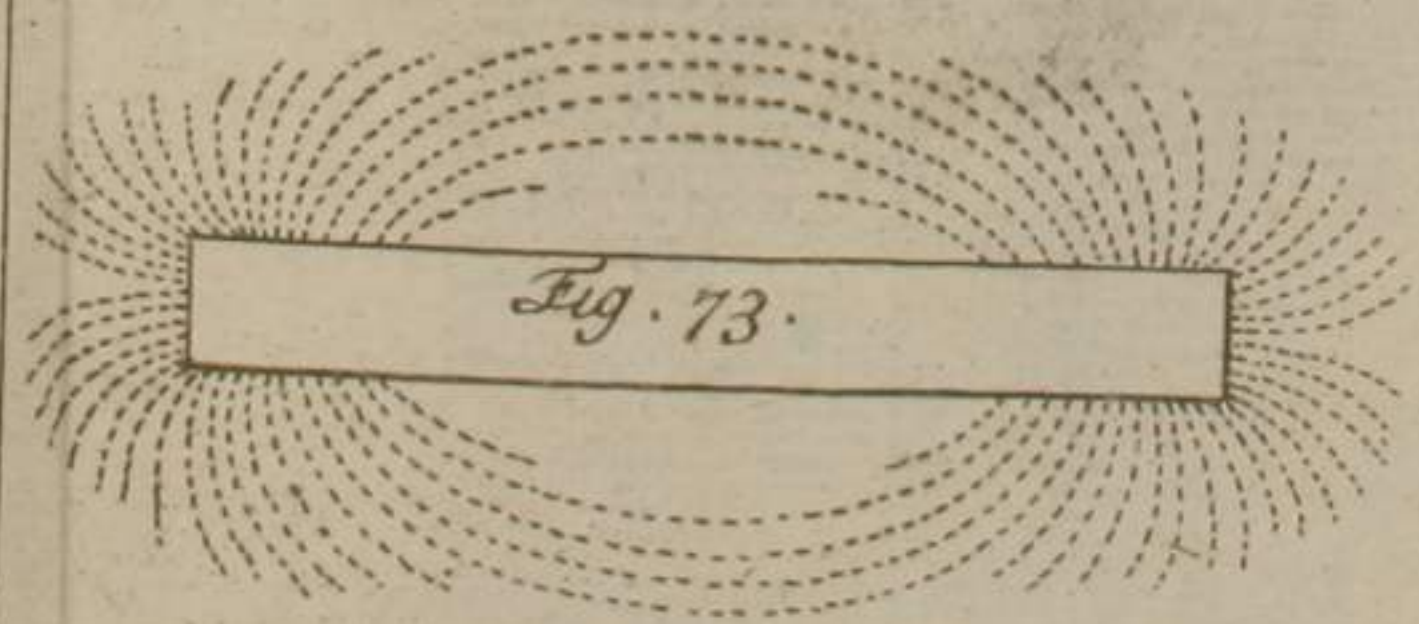
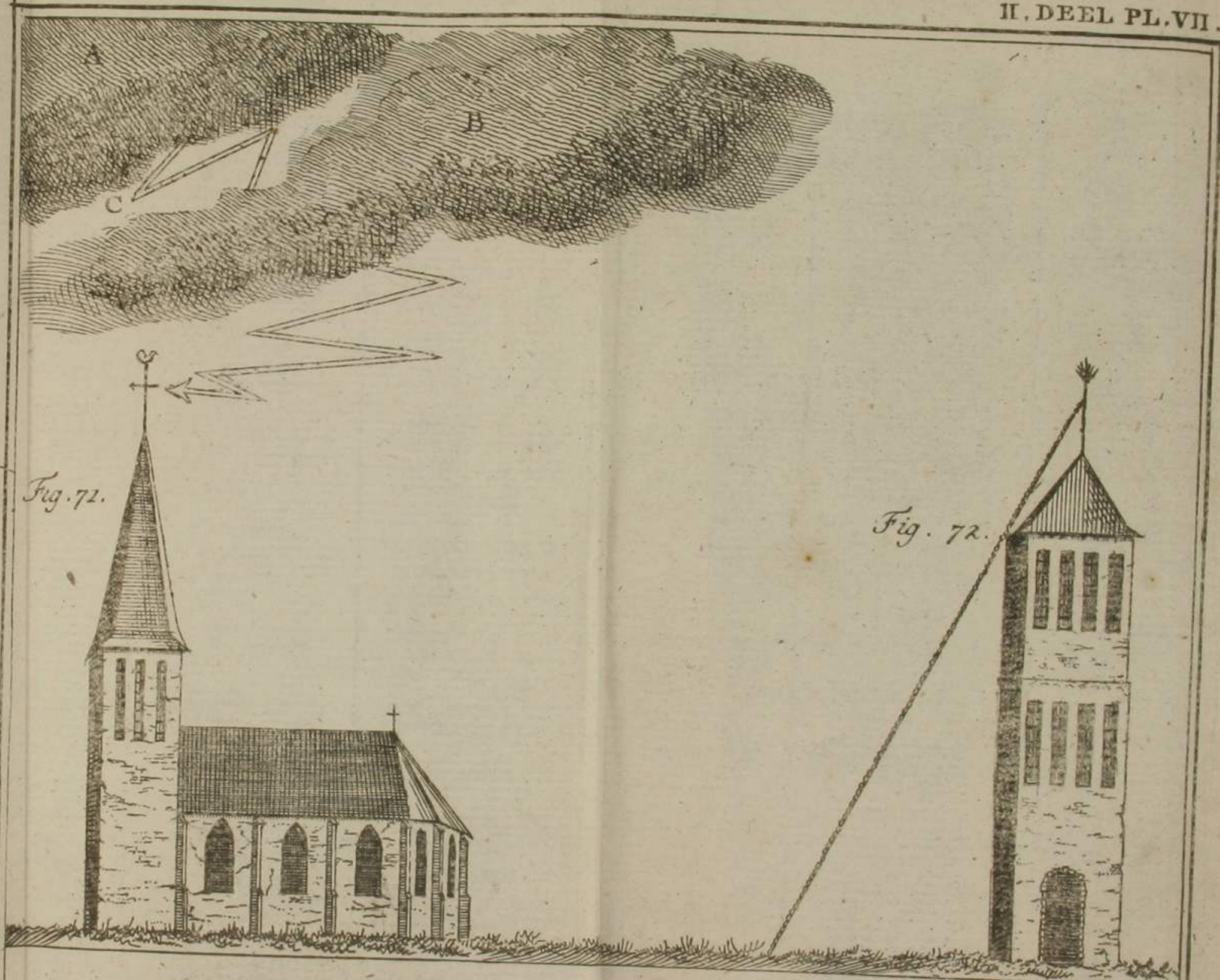


Fig. 74.



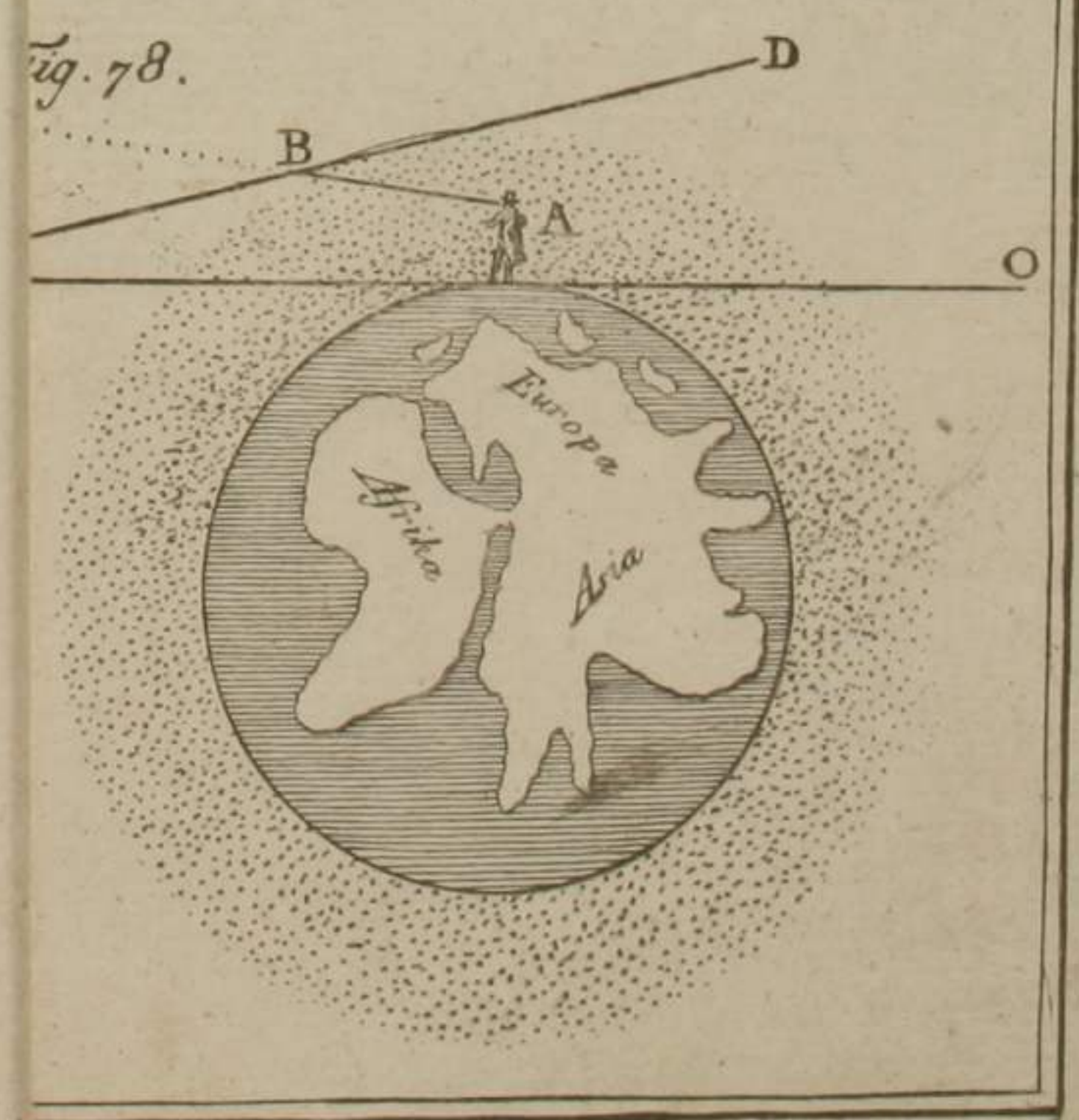
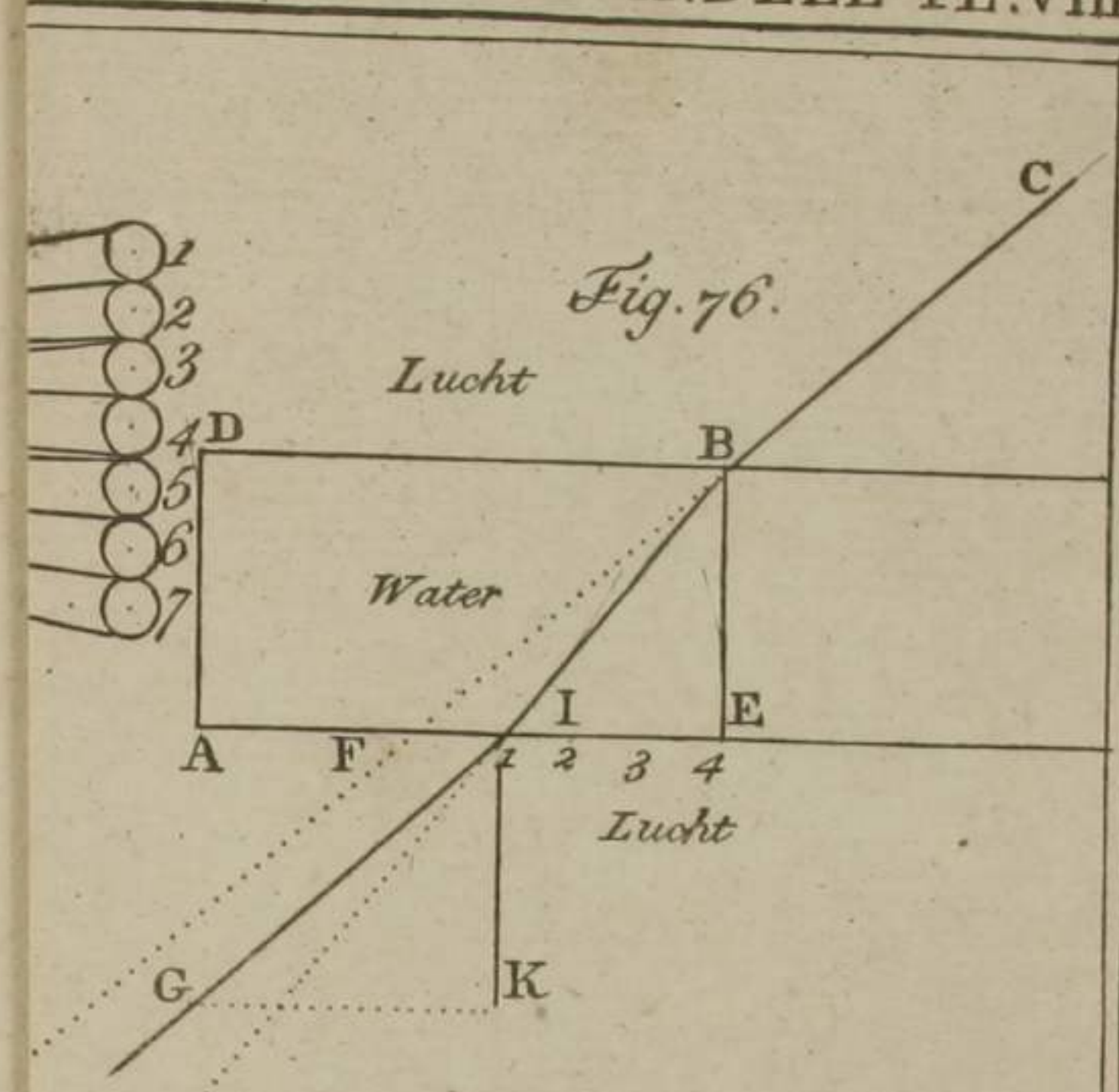


Fig. 75.

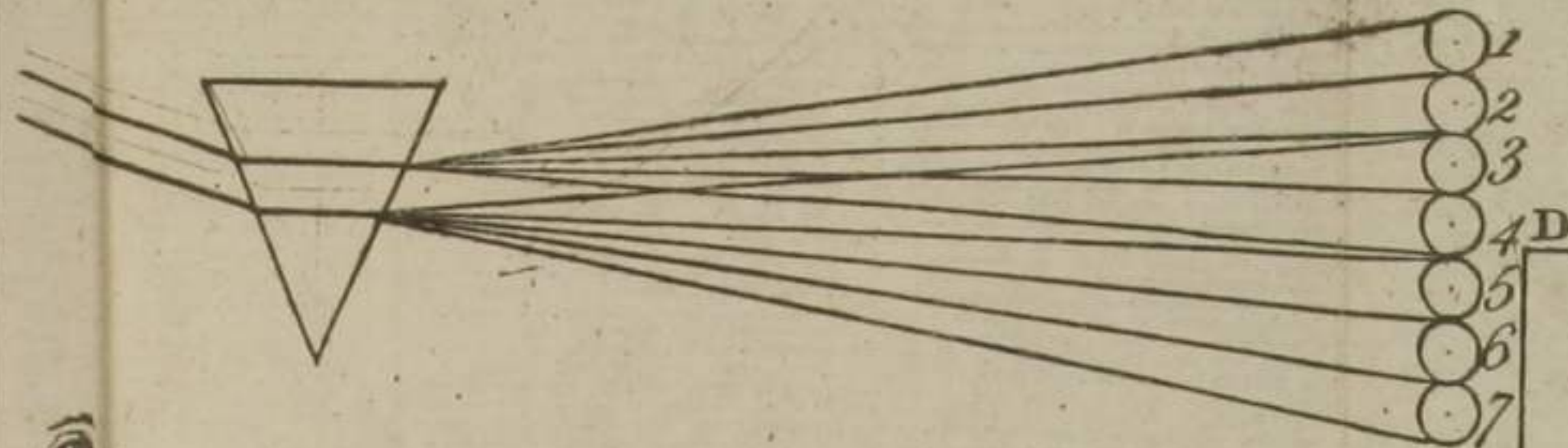


Fig. 76.

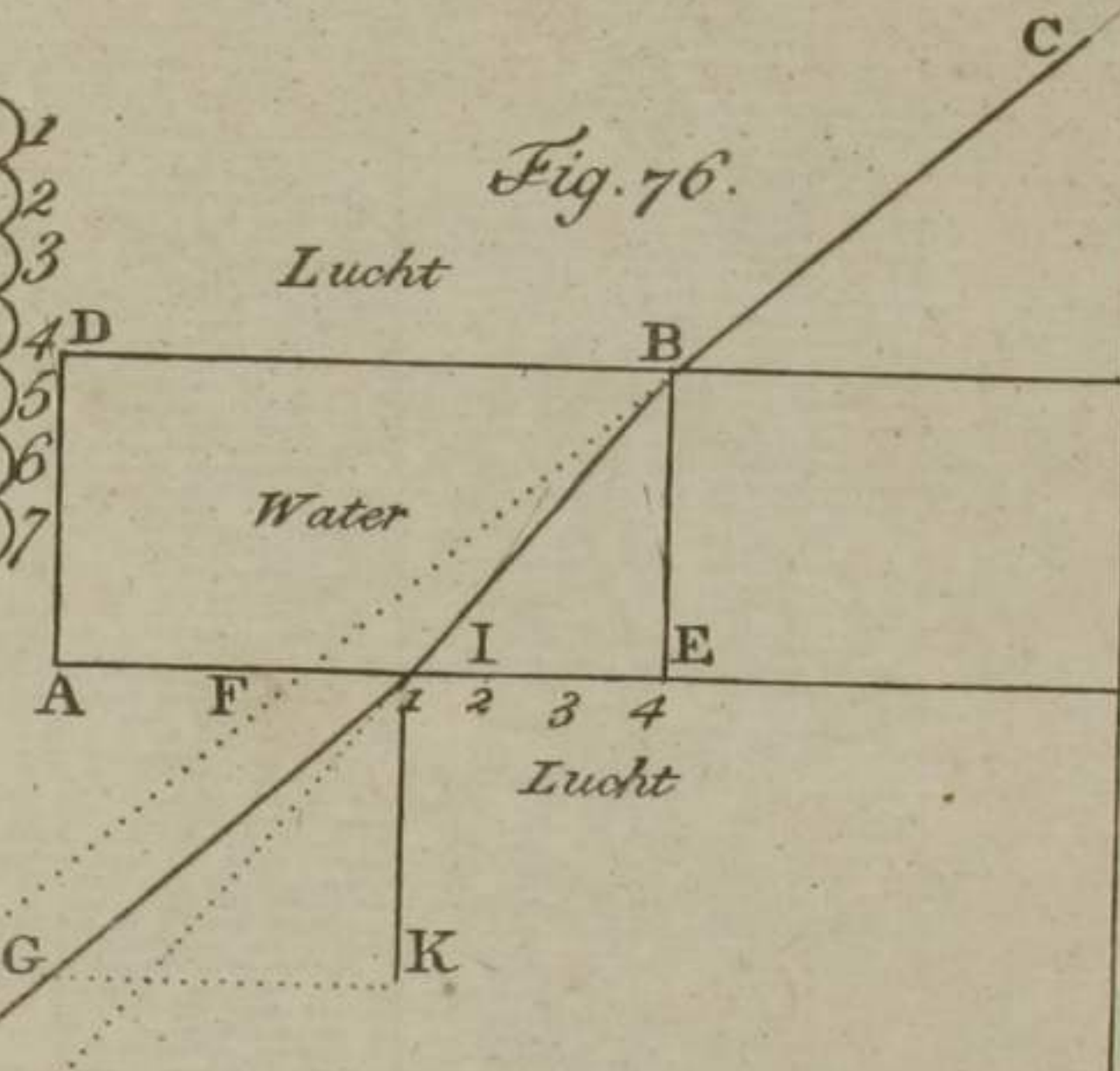


Fig. 77.

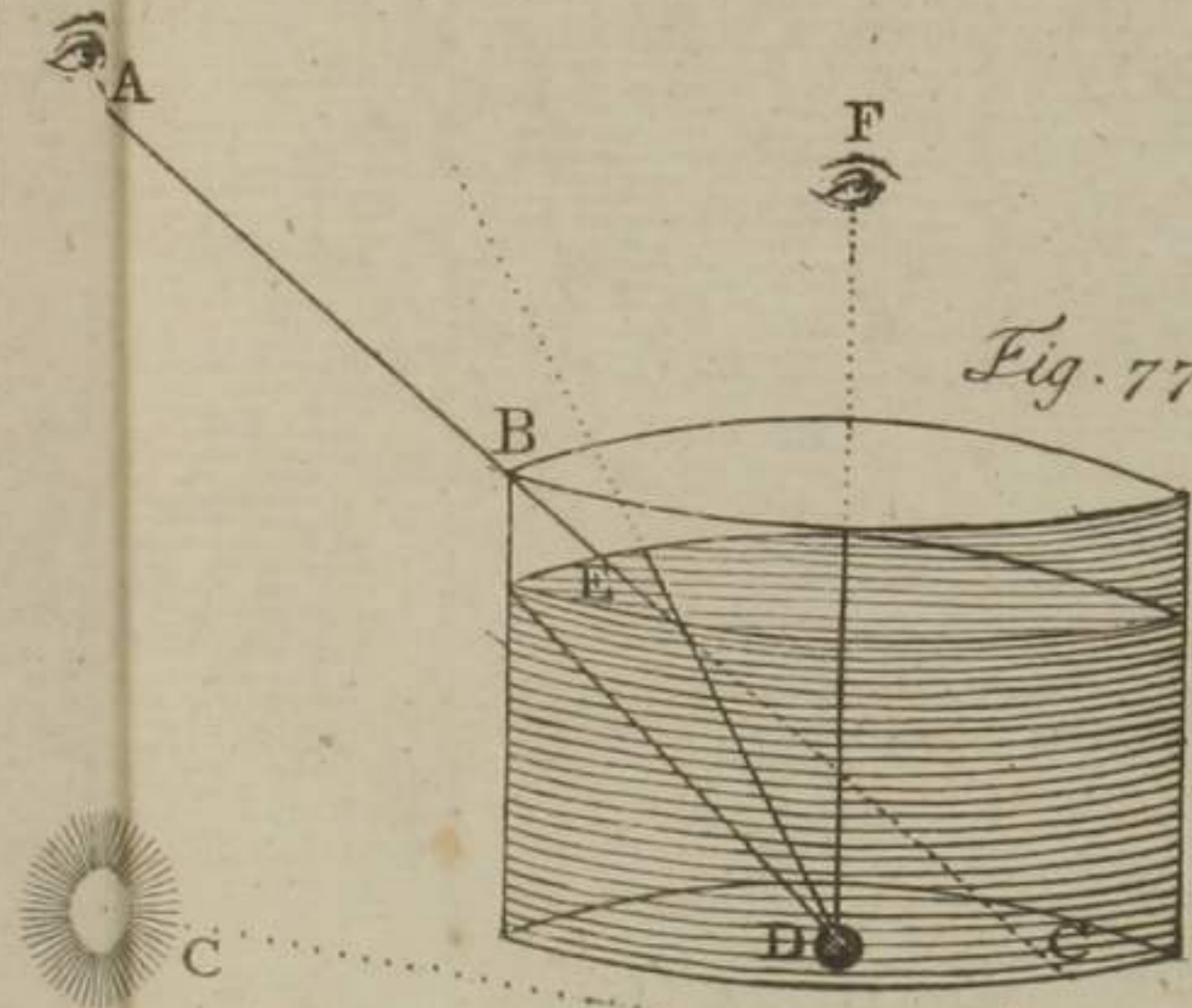


Fig. 78.



Fig. 79.

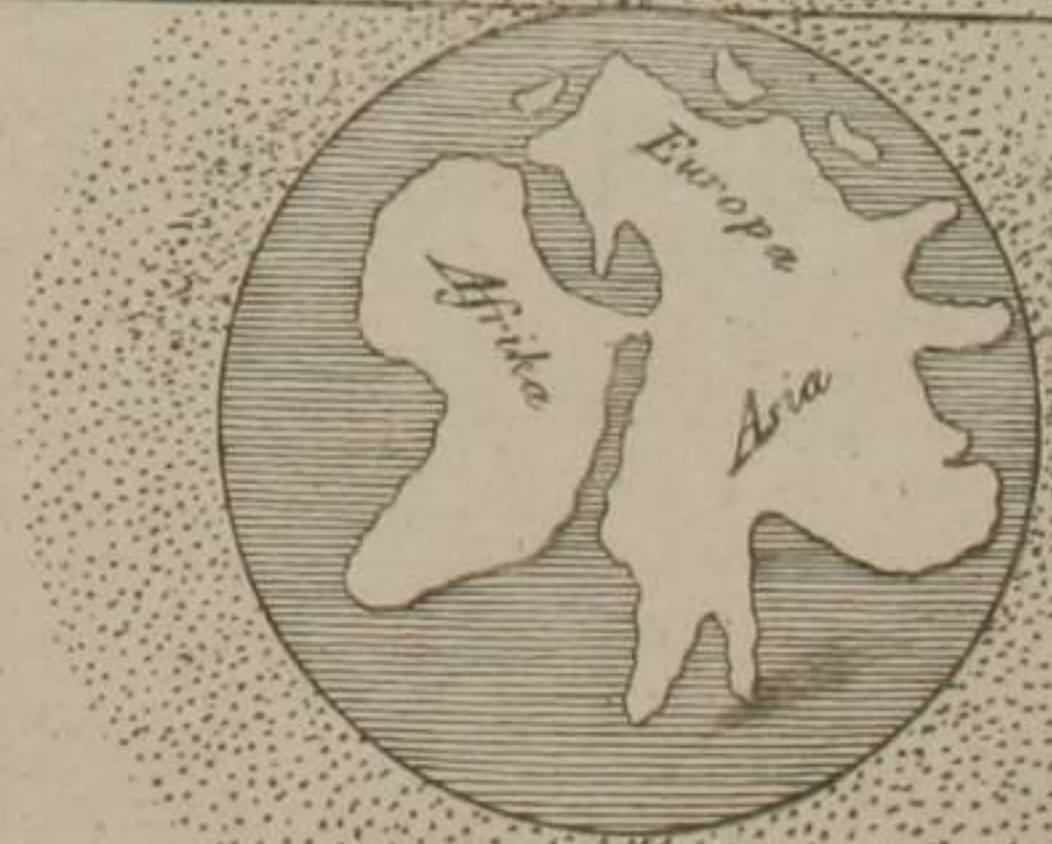
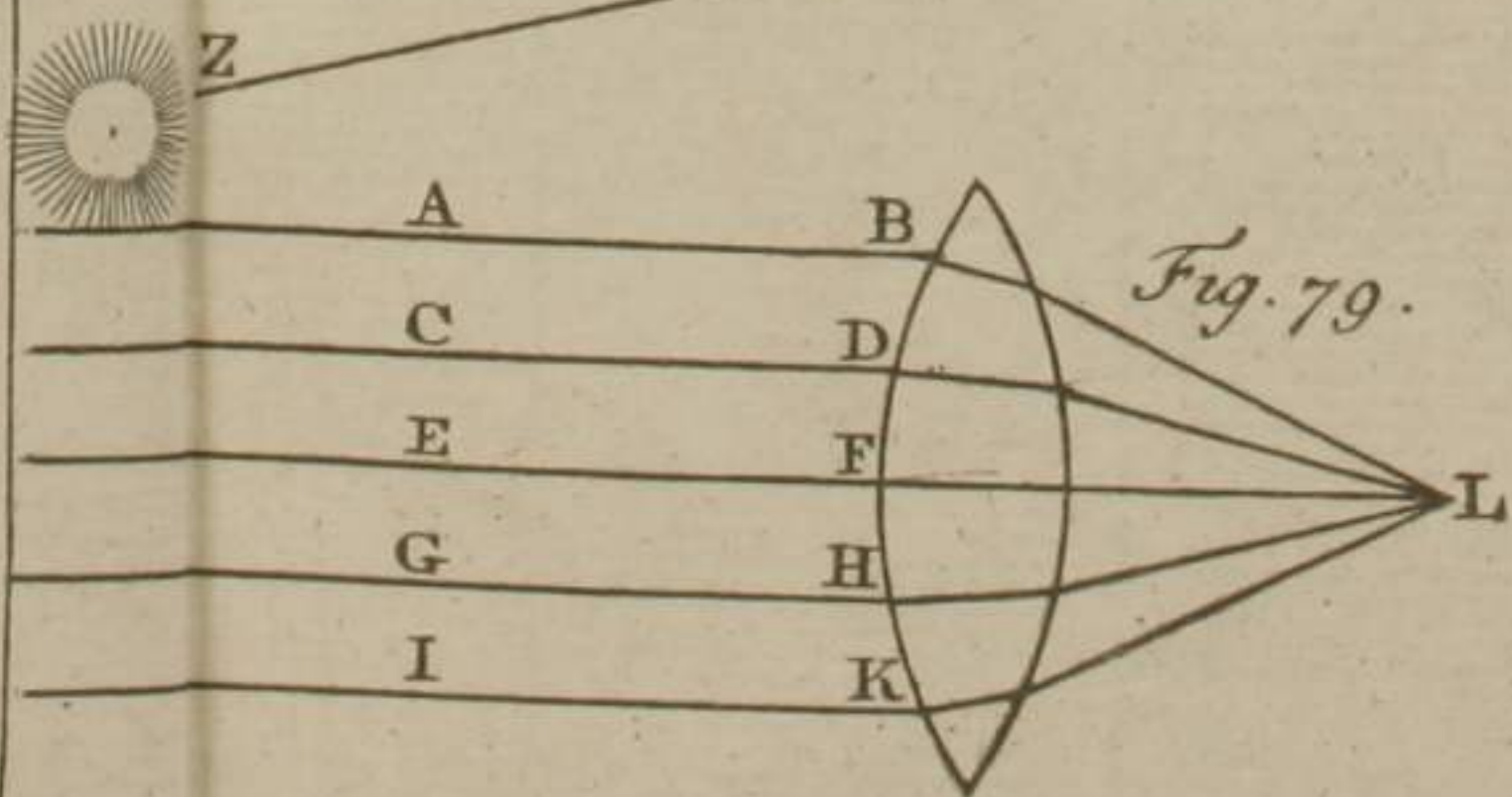


Fig. 81.

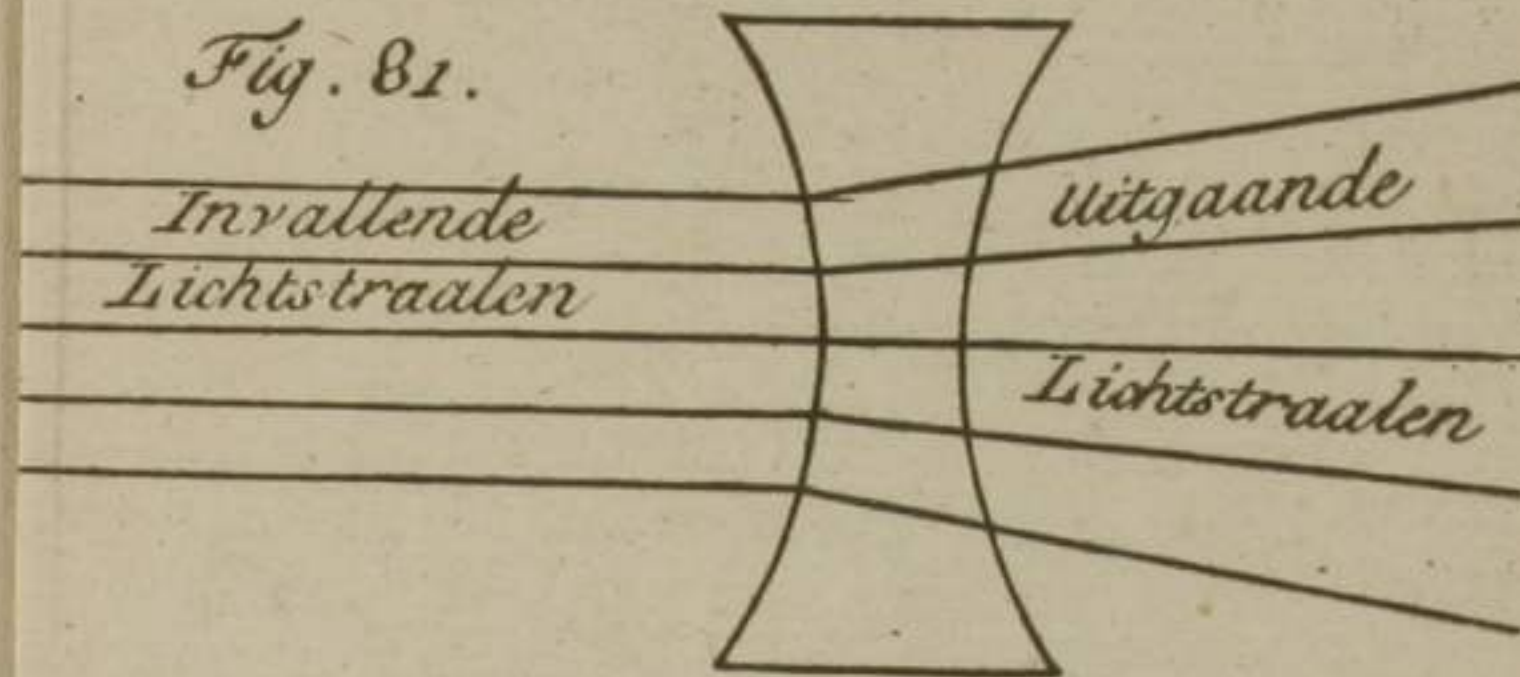


Fig. 83.

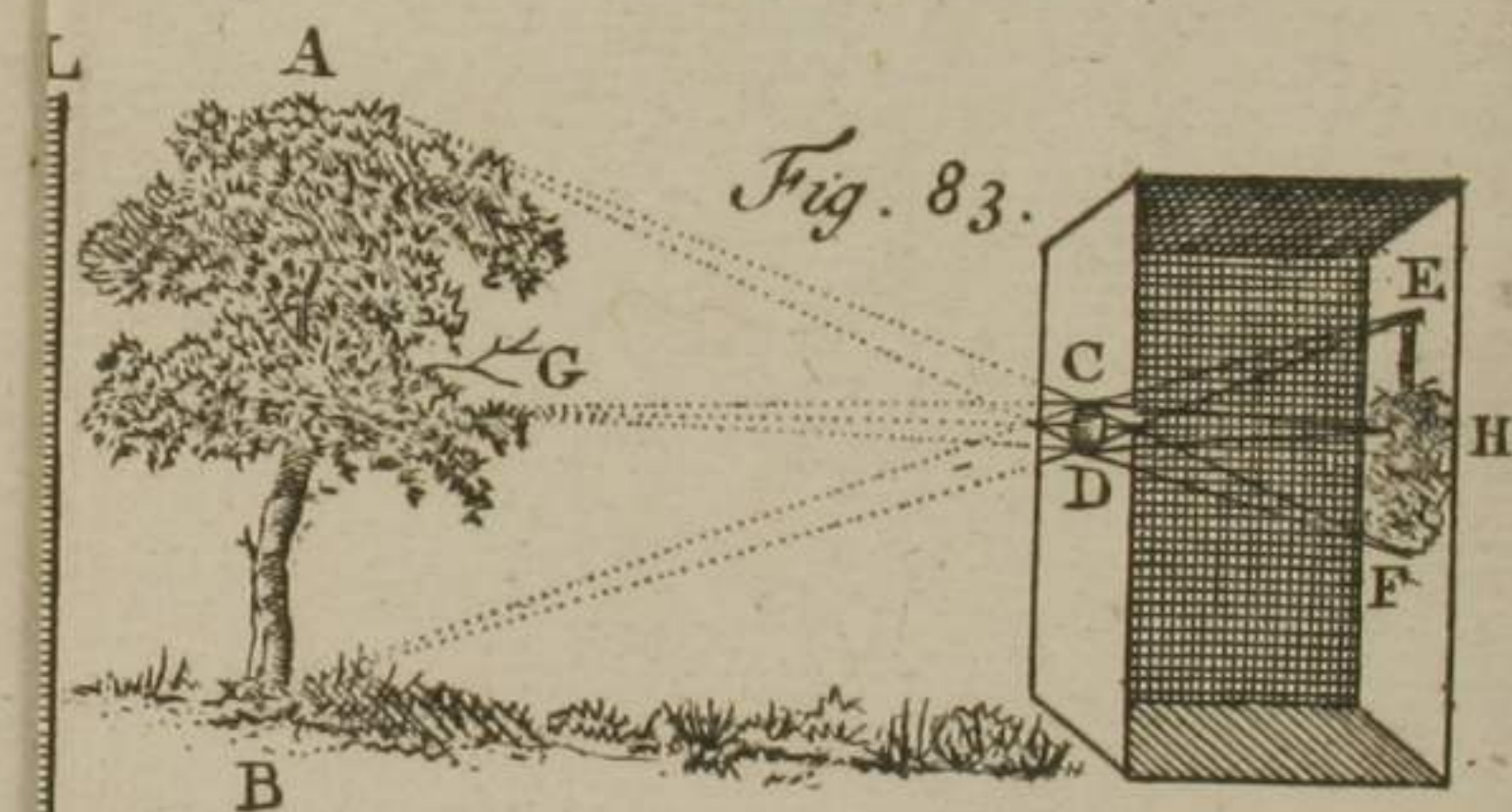


Fig. 86.

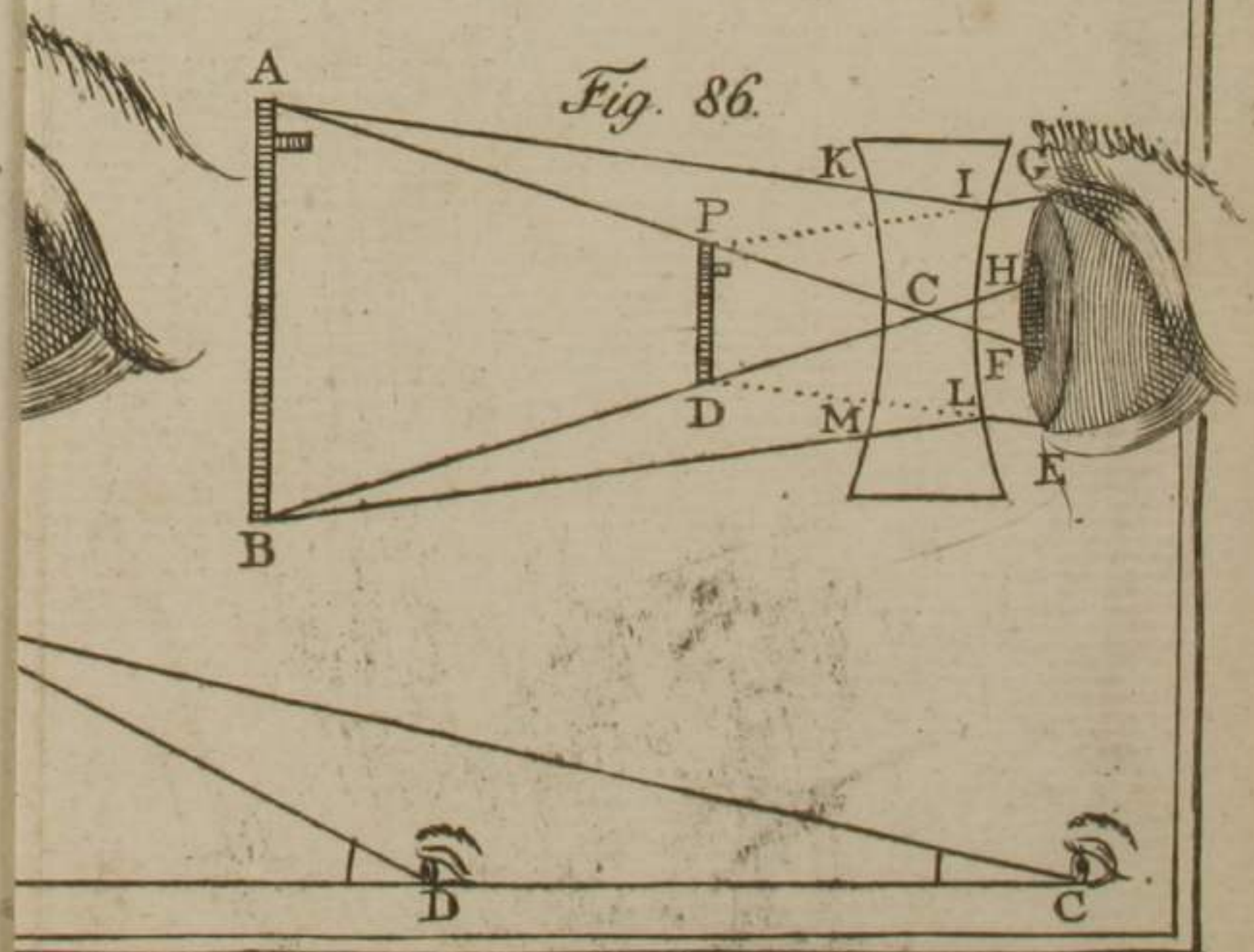


Fig. 80.

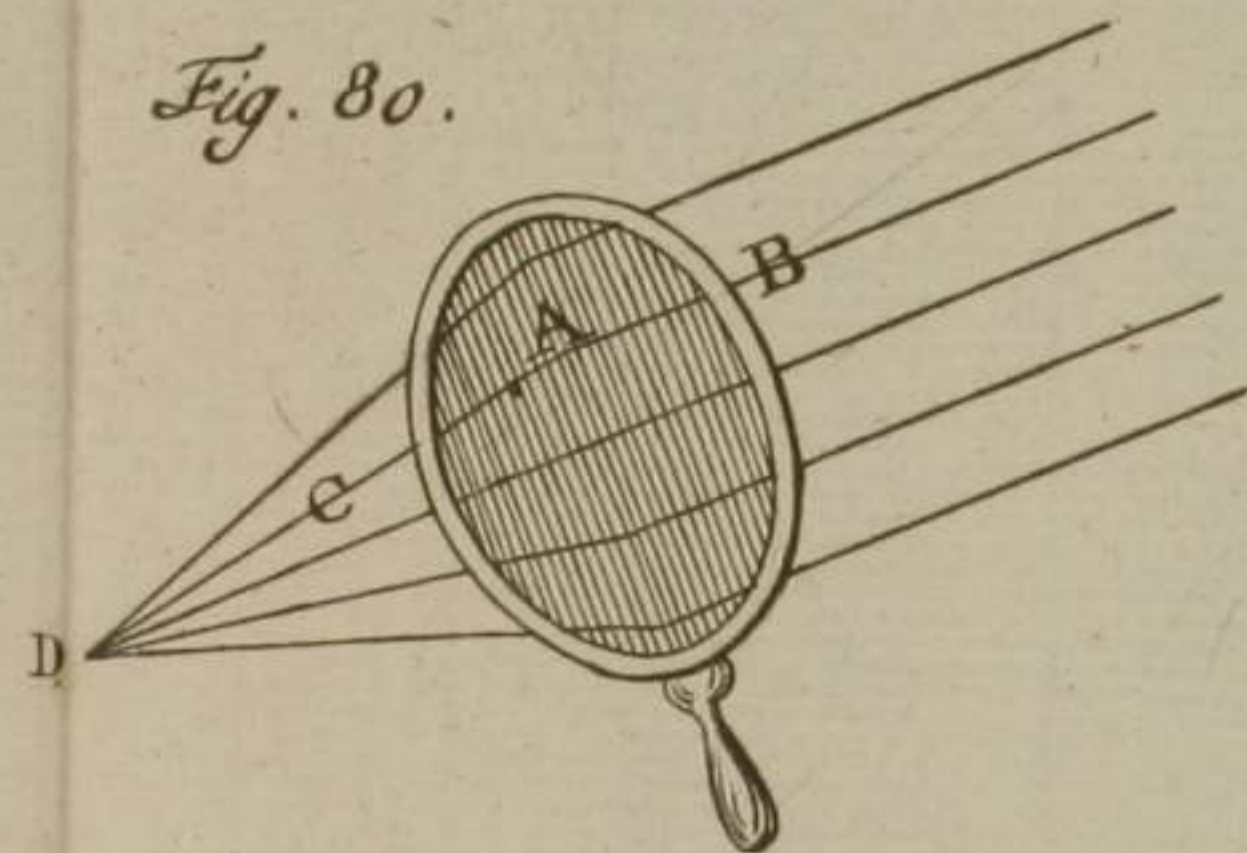


Fig. 81.

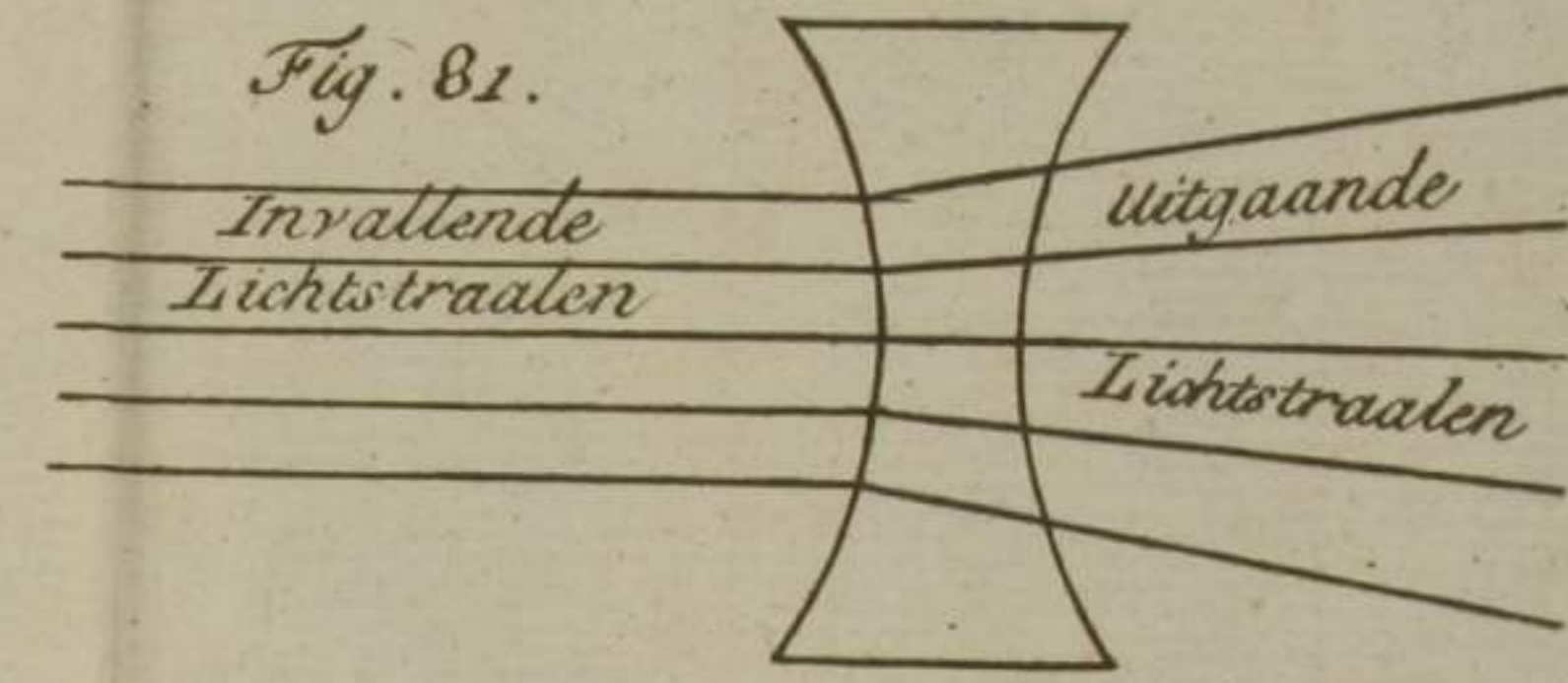


Fig. 82.

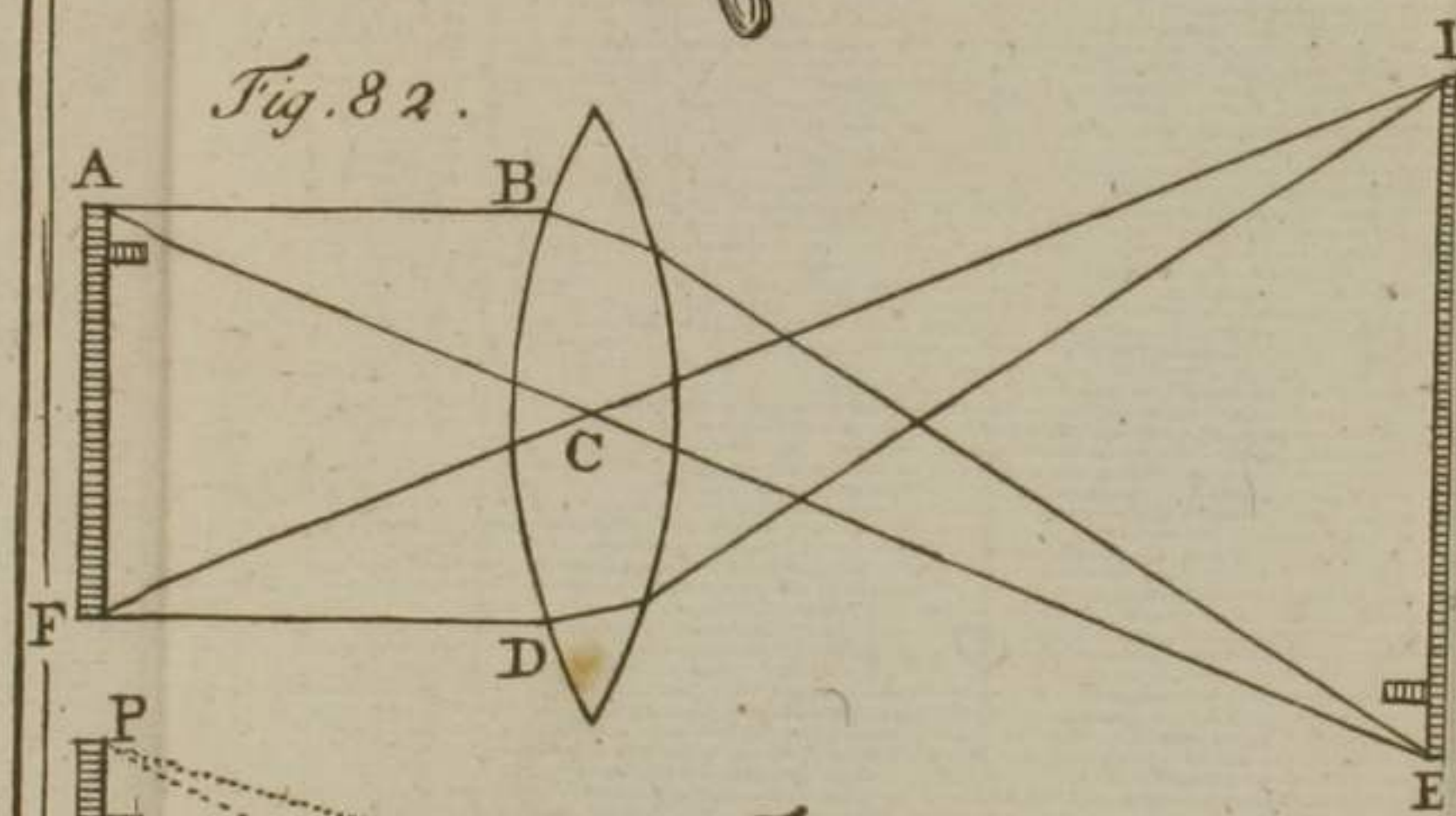


Fig. 83.

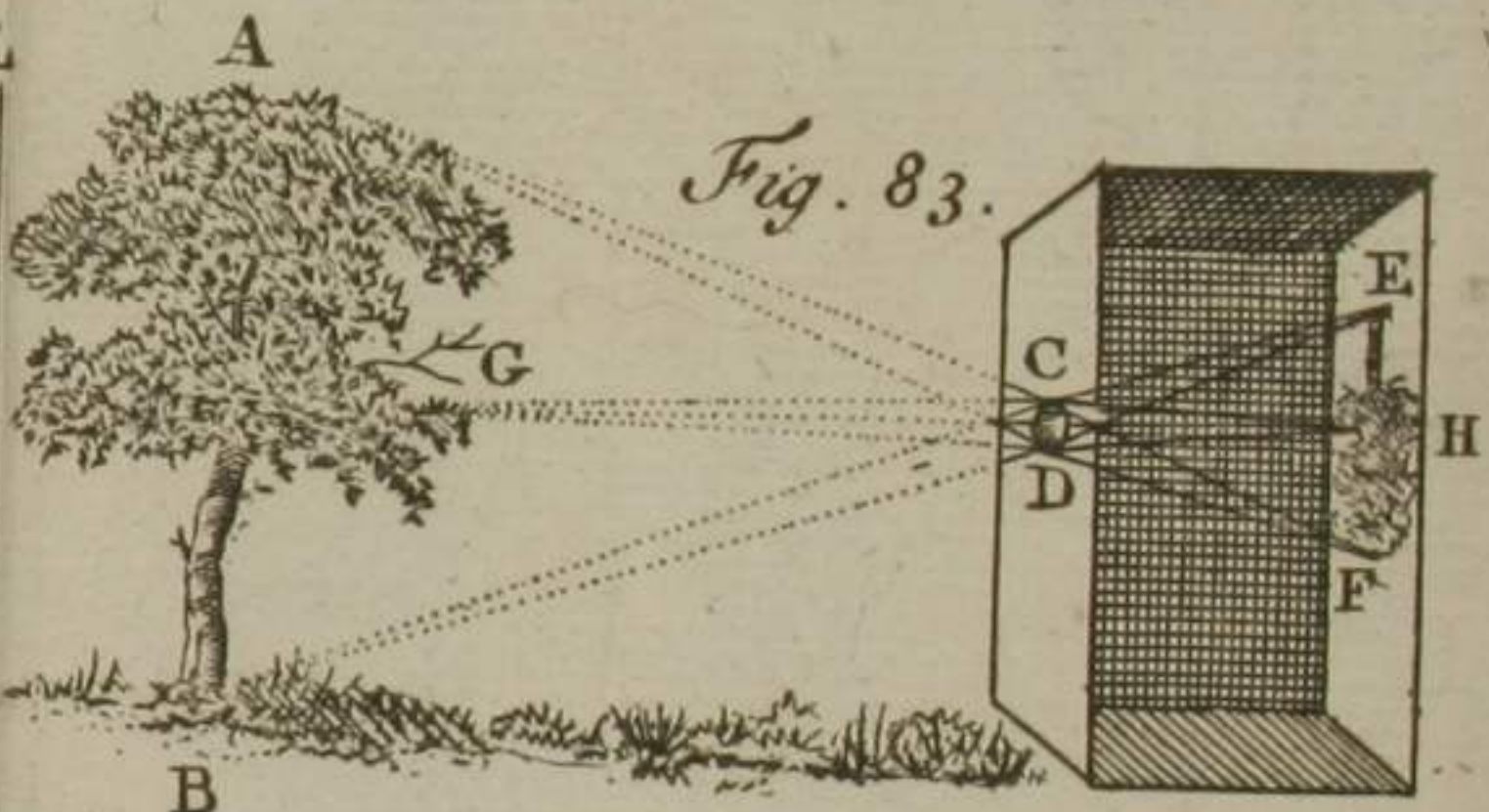


Fig. 85.

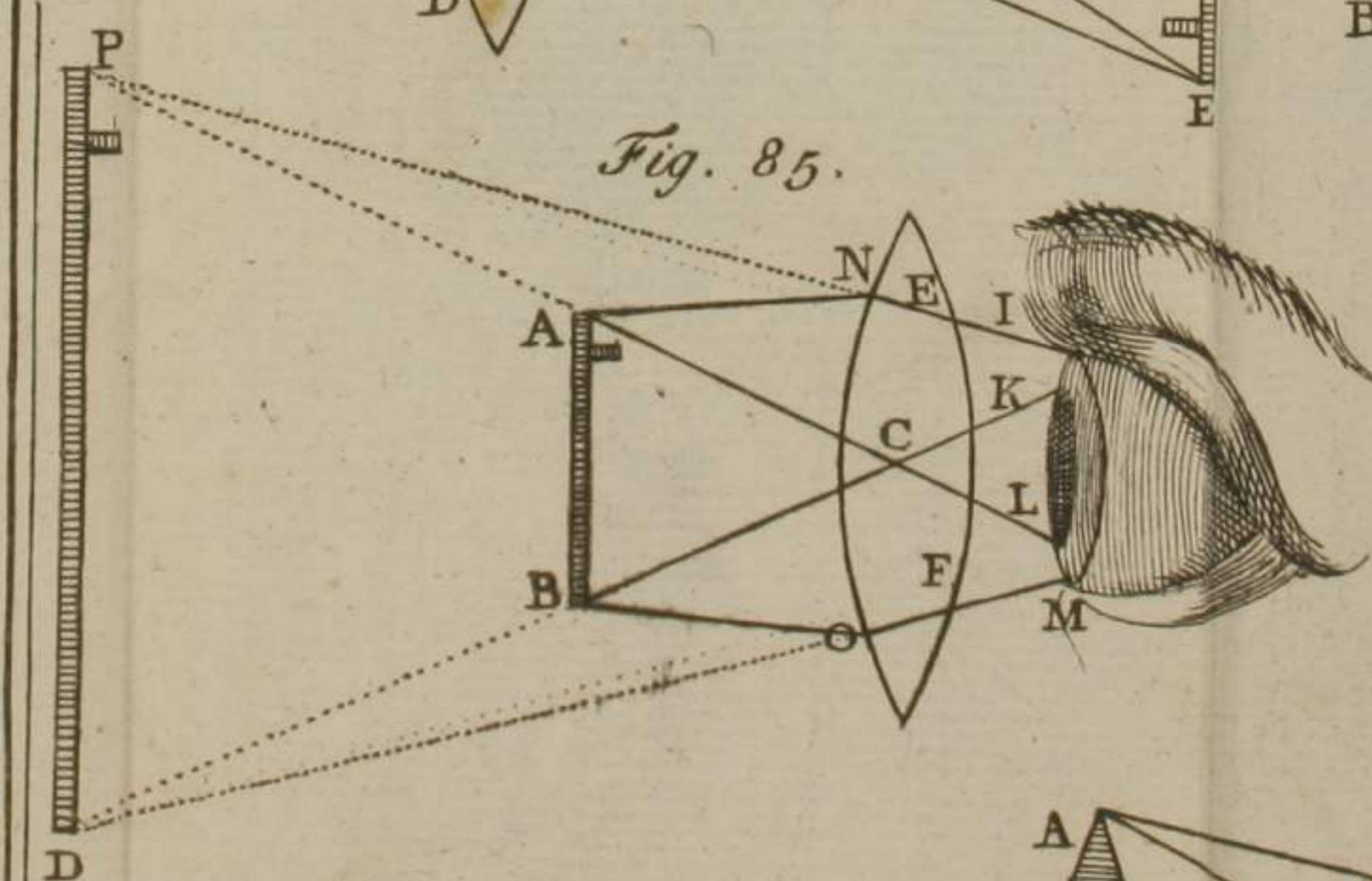


Fig. 86.

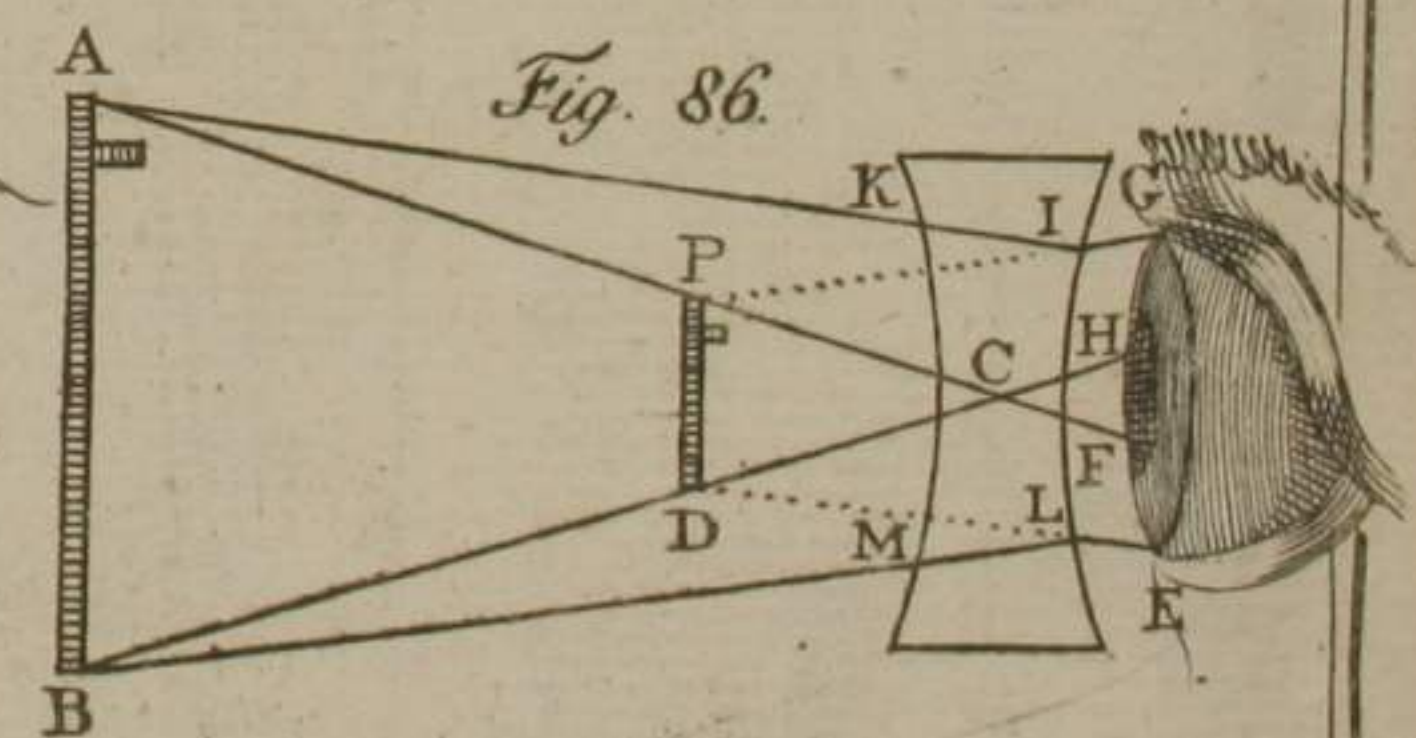


Fig. 84.

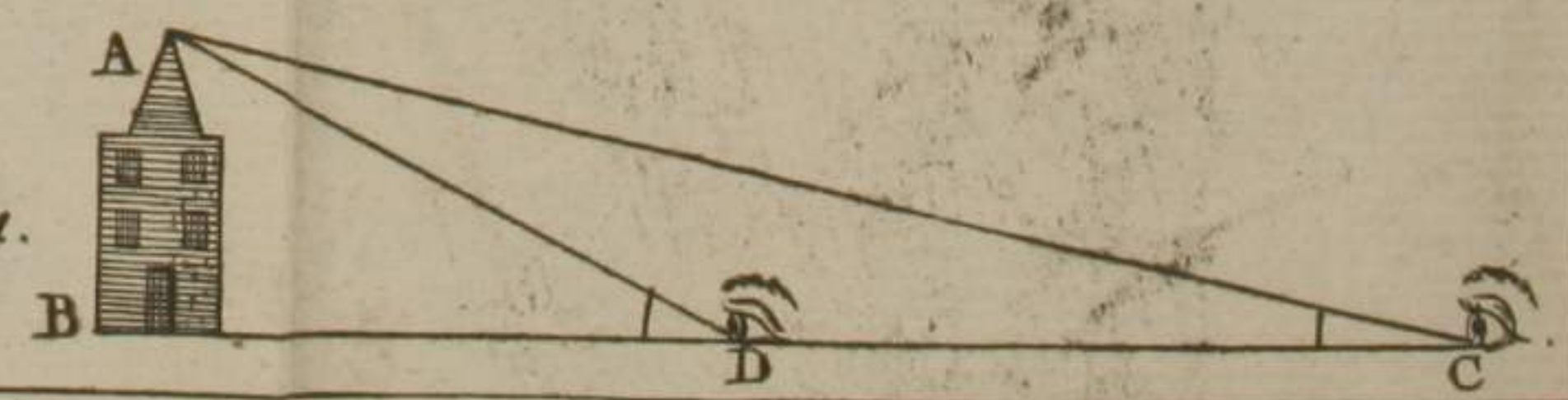


Fig. 87.

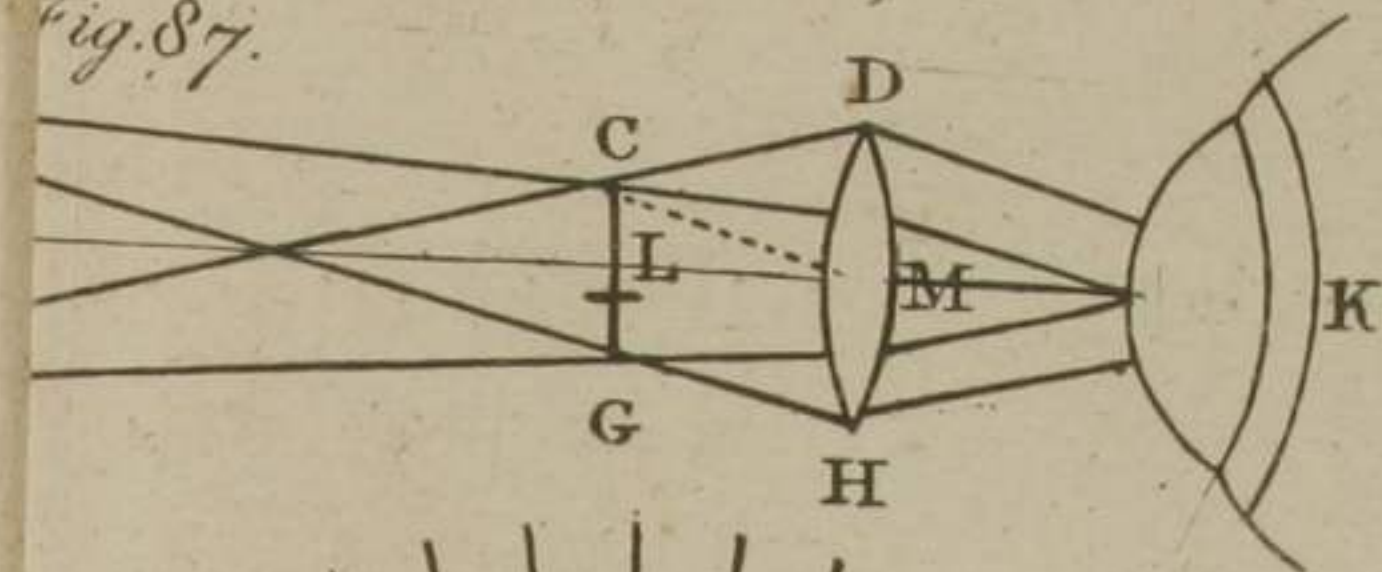
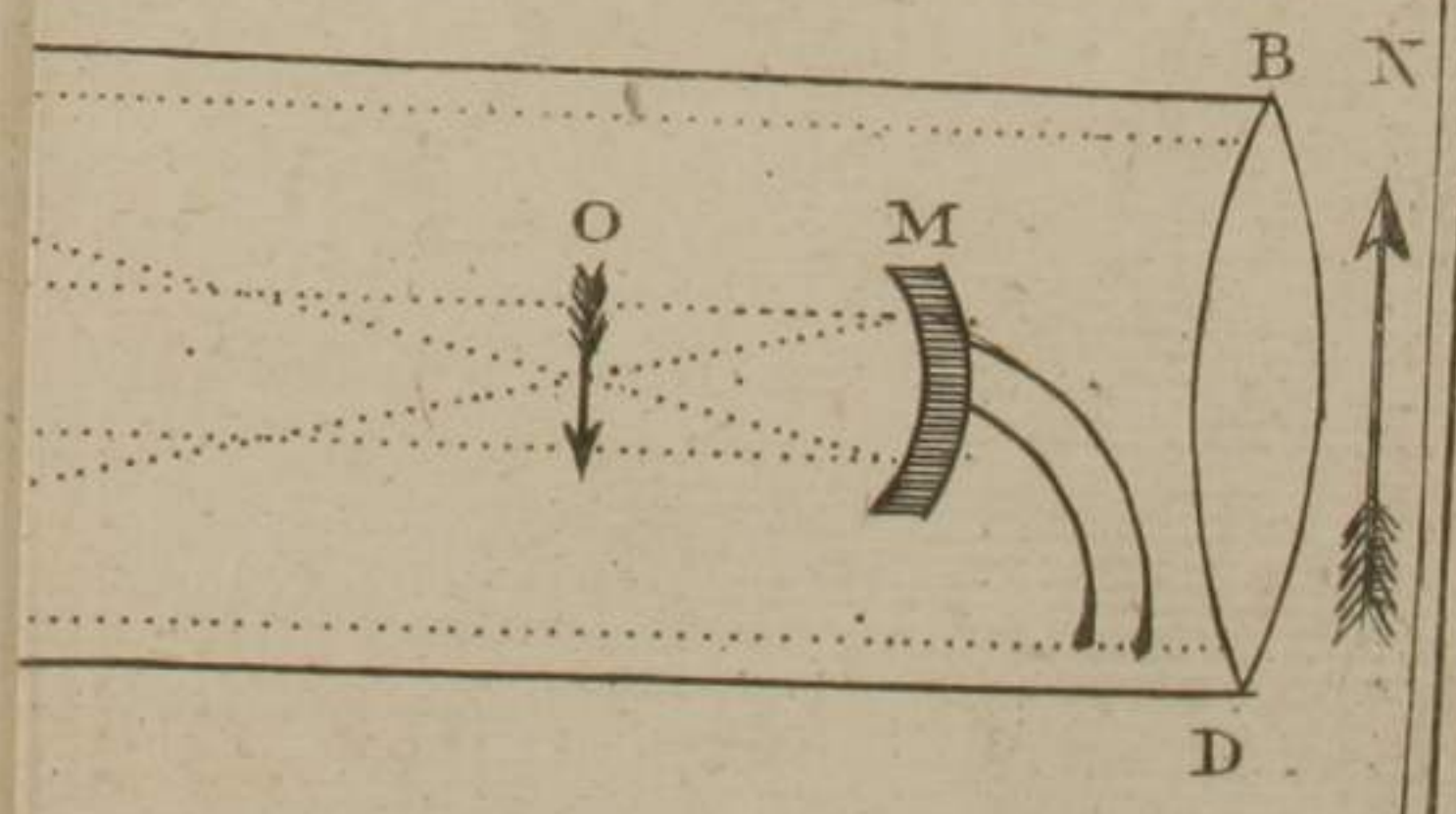
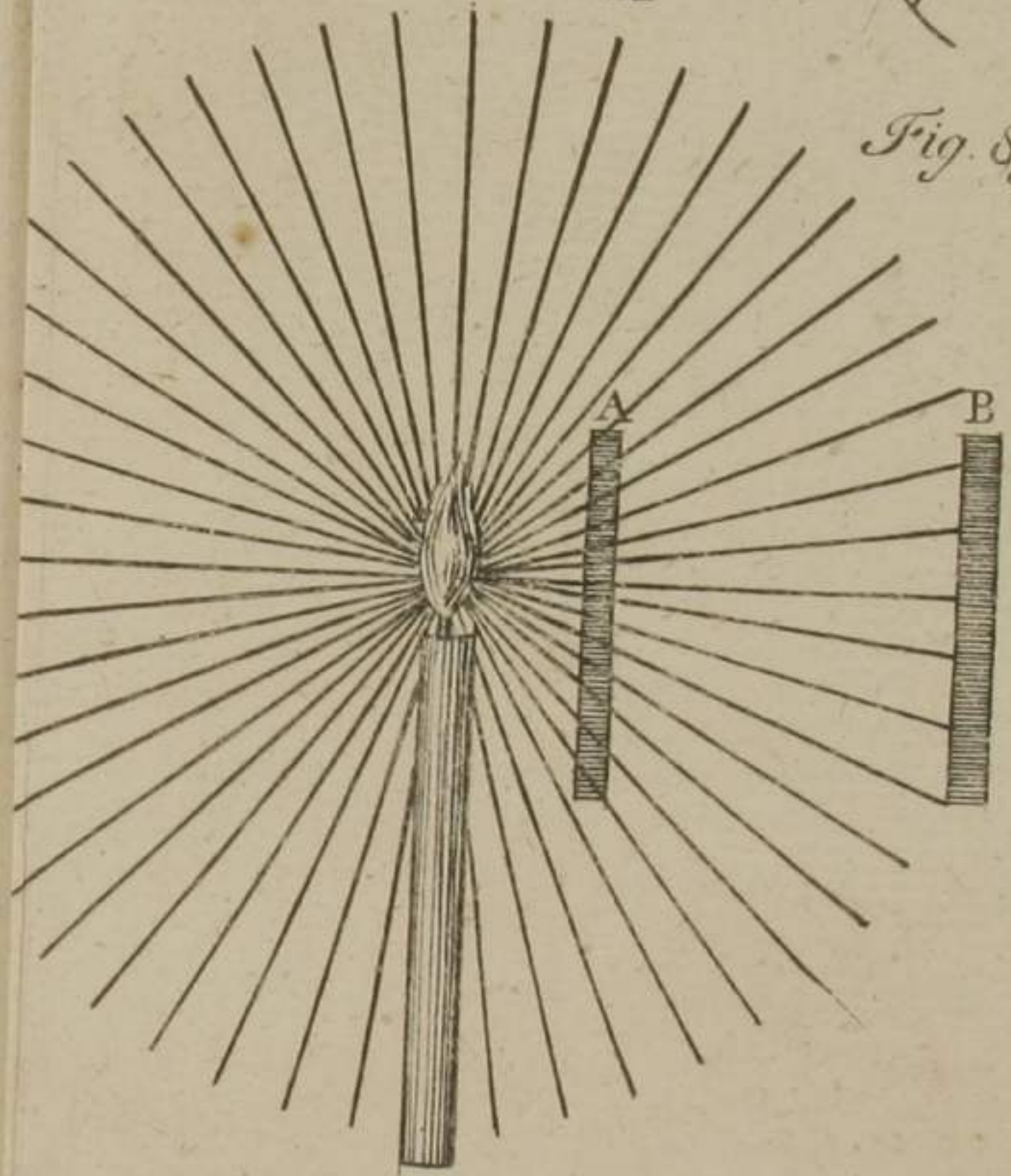


Fig. 89.



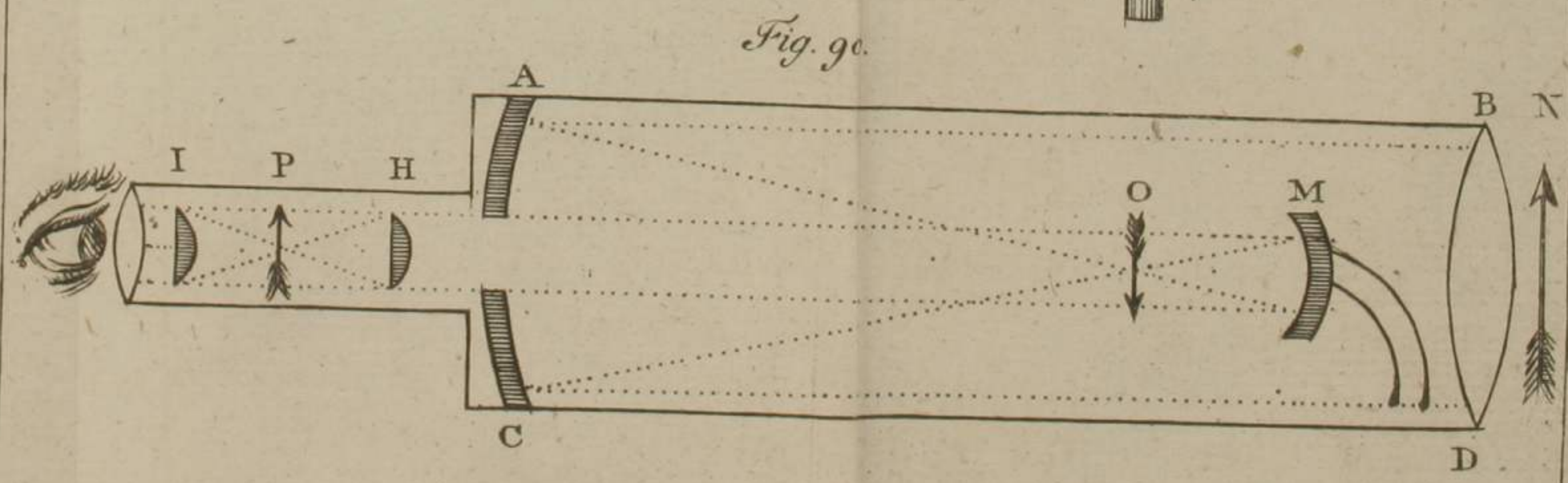
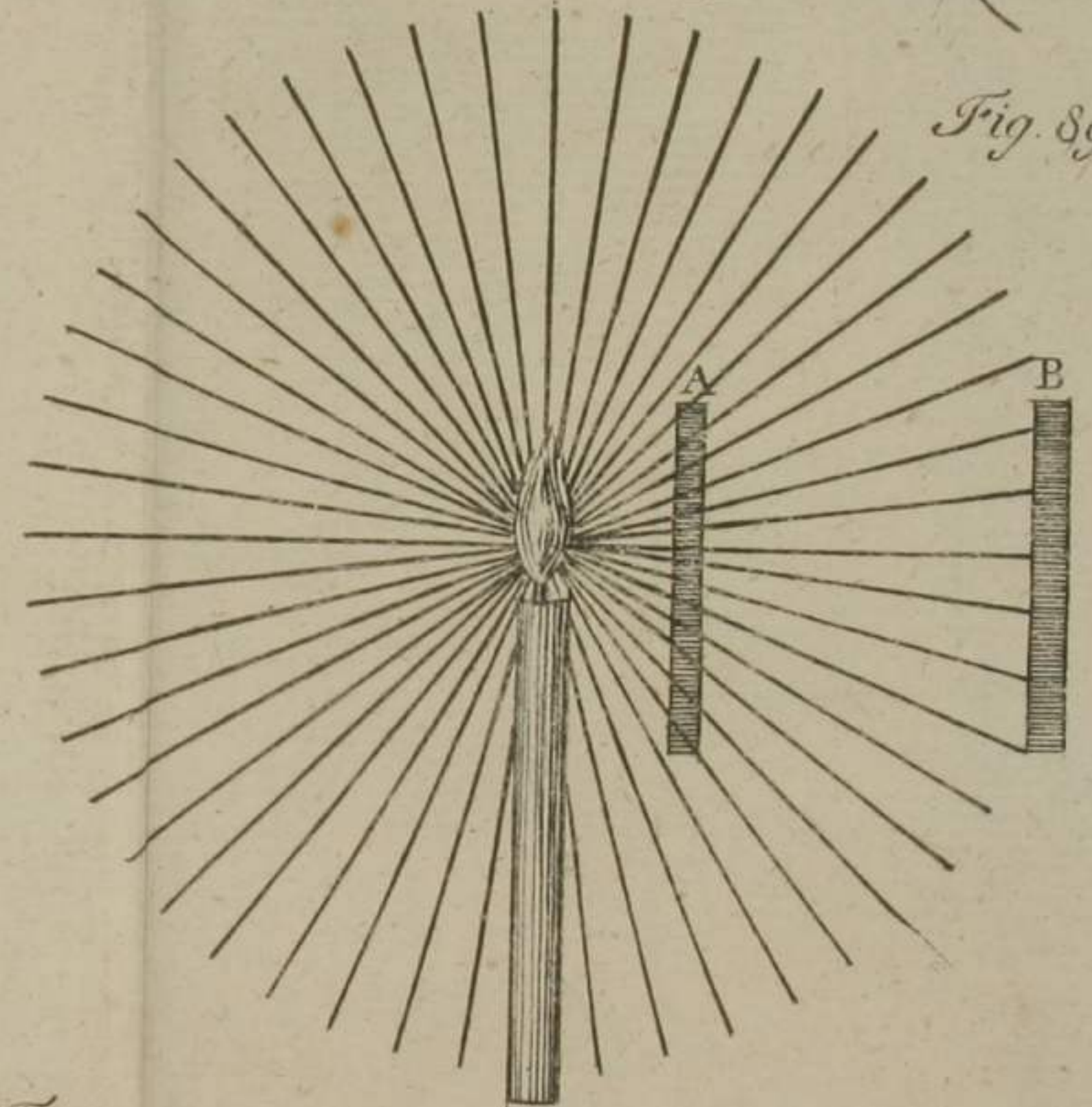
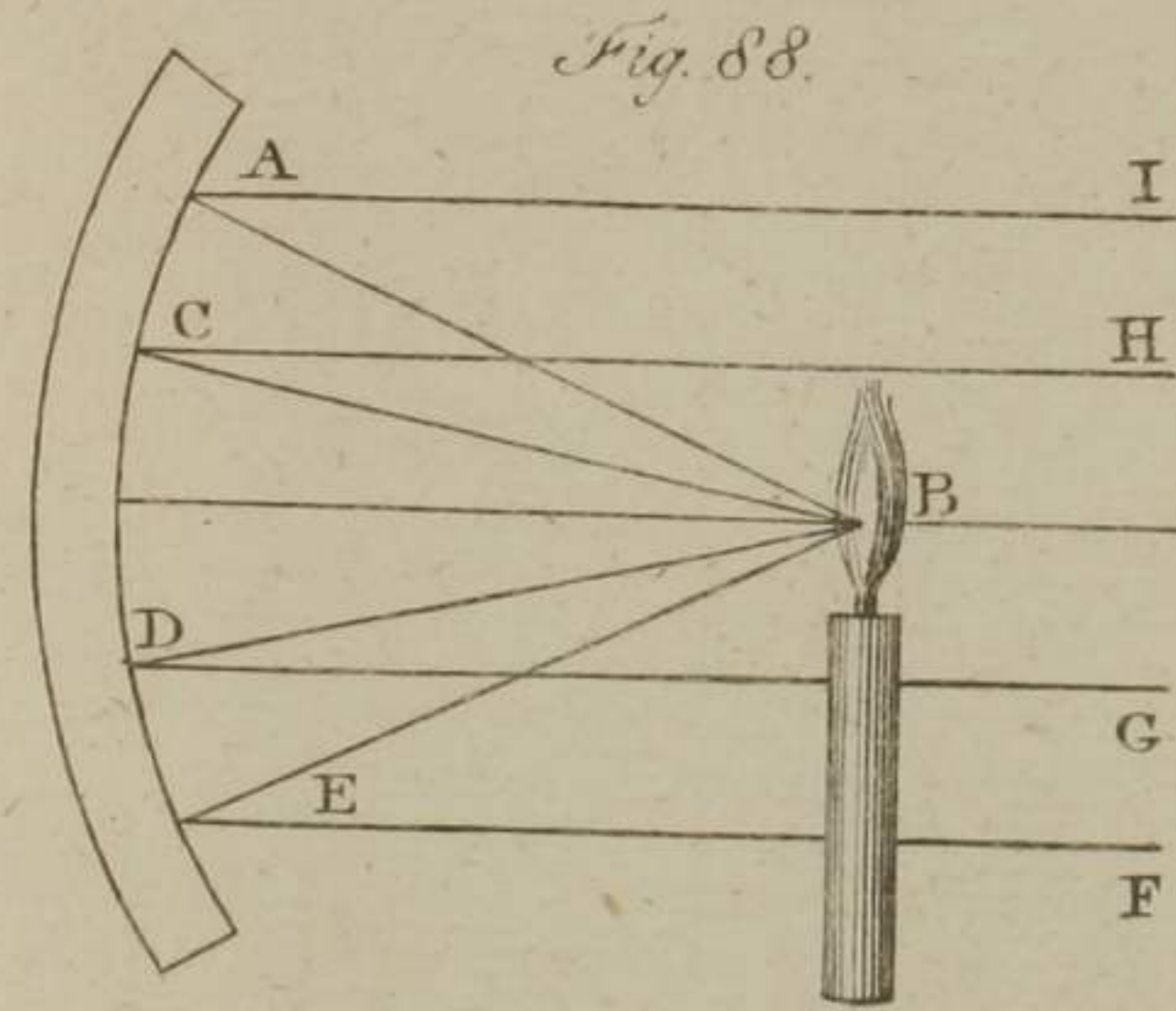
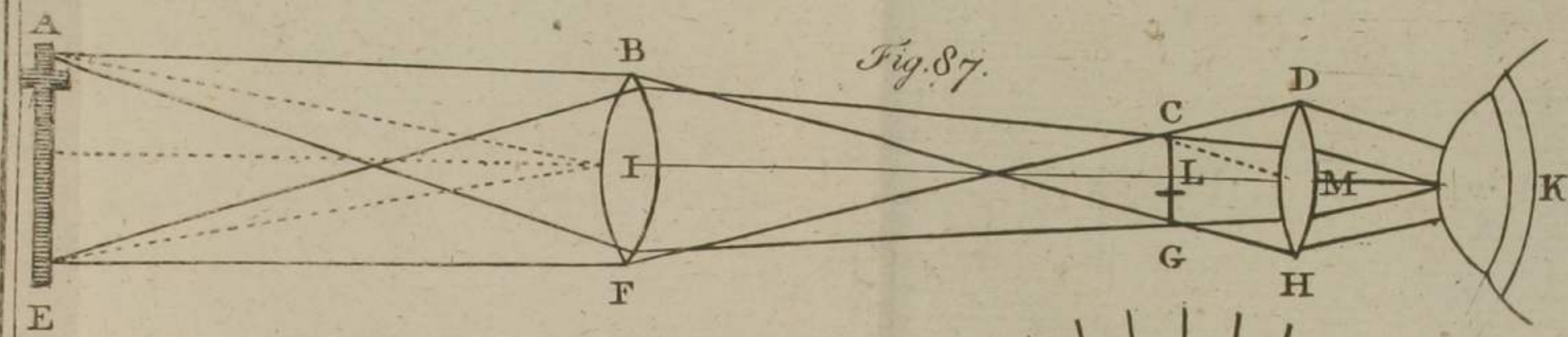


Fig. 91.

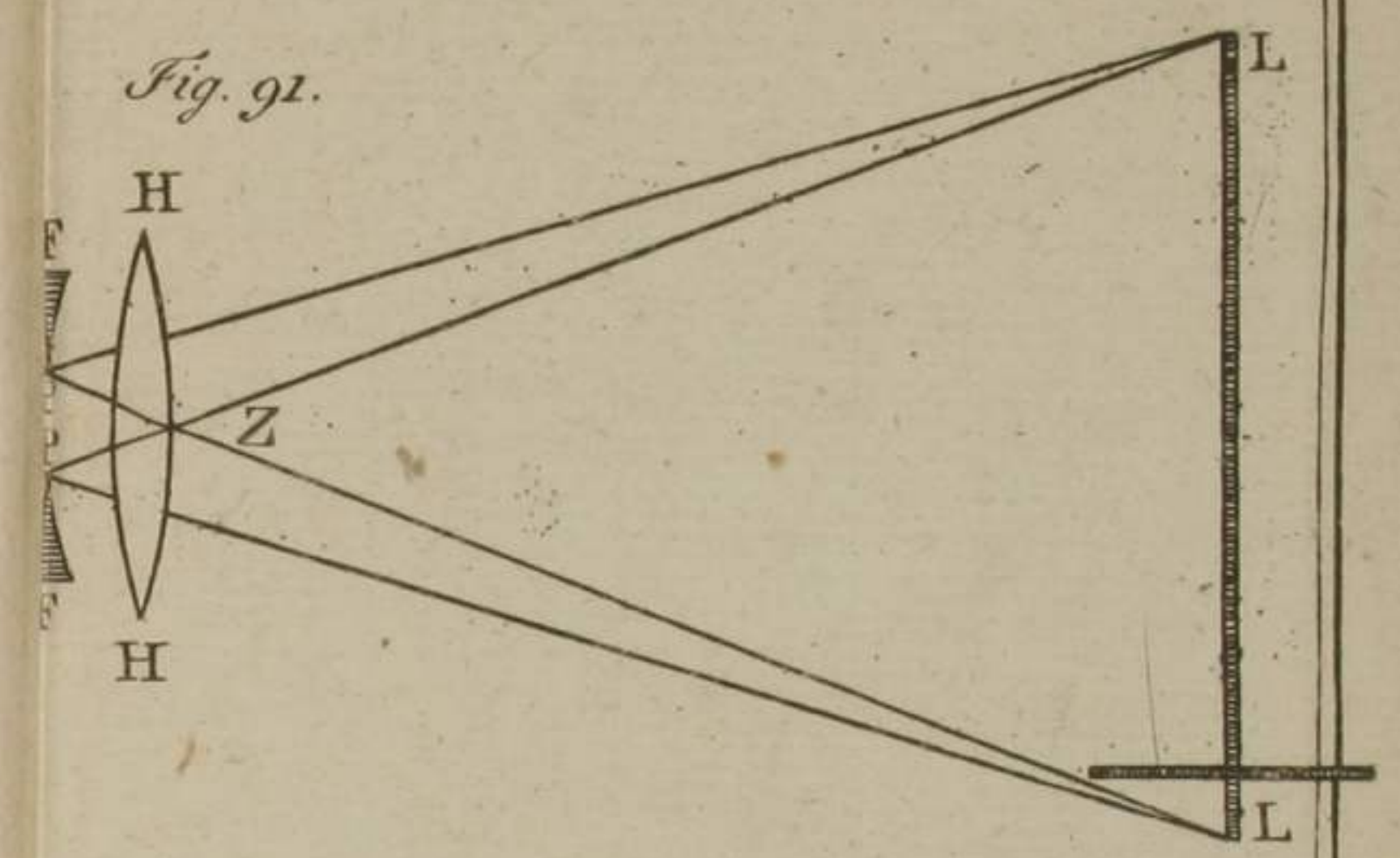


Fig. 93.

