

www.e-rara.ch

Beginsels der Naturkunde, beschreeven ten Dienste der Landgenooten

Musschenbroek, Petrus van

Leyden, 1739

ETH-Bibliothek Zürich

Shelf Mark: Rar 413

Persistent Link: <https://doi.org/10.3931/e-rara-11221>

VI. Hoofdstuk. Van de Krachten der vrybewooge Lighaamen.

www.e-rara.ch

Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien – von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material – from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes – des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelnformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]

VI. H O O F D S T U K.

Van de Krachten der vrybewooge Lighaamen.

§. 161. **H**uidendaags twiften de Wysgeeren niet weinig onder malkanderen, hoe men de Krachten der vrybewooge Lighaamen moet rekenen? Merfennus fchynt onder de eerften geweest te zyn, welke door eene proeve dit stuk heeft trachten aftedoen, wanneer hy een zwaar lighaam liet vallen van verfcheide hoogten op het einde van den eeren arm eener balans, aan welker ander einde een fchaal met gewicht was, het welk door het bydoen van andere gewichten op verfcheide reizen, tot zo lang toe vermeerderd wierdt, totdat het vallende lighaam op de andere zyde niet meer in ftaat was de fchaal met het gewicht door zynen val opteligen? dus fcheen hy juist te kunnen weegen den slag van een hamer, doende het zelve als de botfing van het zwaarvallende lighaam op de balans: Dit was waarlyk al een aardige proef, doch men heeft ze niet naauwkeurig genomen, noch op alles achtgeflagen, anders hadt men zo lang niet gebleeven, of mogelyk noit gekoomen, tot die rekening der Krachten, welke men van dien tyd af aan gehad heeft: In dezelve meening van Merfennus zyn aanftonds gekomen Gaffendus, Ricciolus, De Lanis, en meeft alle de laaterre Wysgeeren, welke gefield hebben, dat de Krachten van vrybewooge Lighaamen waren in eene vermenigvuldigde reden van de Snelheid, waarmede zy bewoogen werden, en van hunne zwaarte; zodat als het lighaam A was van 10 pond, B van 2 pond, en A voortliep met eene snelheid van 6 graaden, B met eene snelheid van 2 graaden, dan de Kracht van A zou zyn 10×6 , dat is gelyk aan 60, maar de Kracht van B gelyk aan 2×2 , dat is 4. zo dat de Kracht van A vyftienmaal grooter zou zyn dan van B. Men heeft deeze rekening met zo veel te meer vertrouwen aangenomen, omdat men zag dat in de Werktuigkunde de krachten van alle werkende lighaamen en Magten aan eenige Machines of werktuigen eveneens moesten gerekend worden. Ricciolus heeft dit gevoelen omhelst, maar zonder grond, want uit de proeven, welke hy in 't werk ftelde, en van eenen anderen aart waren, moeft hy gantsch andere befluiten gemaakt hebben; een weinig naauwkeurigheid zou deezen grooten Sterrekyker aanftonds tot de waarheid gebragt hebben: Hy nam eene yzeren pen, van onderen fcherp, welke hy loodregt overeind ftak in een vat met boter, hierop liet hy neervallen eenen kloot van notenboomenhout, en wel van verfcheide hoogten, telkens lettende hoe diep de ftyl door elken val des kloots in de boter wierdt ingeflaagen; gelyk uit dit volgende te zien is.

krachten, waarmede de lighaamen voortloopen, zonder hunne krachten te spillen, als met te zien op hunne uitwerksels, wanneer zy de krachten verliezen, gelyk de Heer 'sGravezande treffelyk voor my ook gedaan, (a) en het met veelerlei soorten van proeven bevestigd hadt. Niettemin pleiten veele braave Wysgeeren nogh voor het oude gevoelen, dat alle krachten zyn als de snelheid der lighaamen, want alles, 't geen zy voorheen uitgelegt en geschreeven hebben, is 'er op geschoeid, en het valt niet ligt zyne oude gronden van weetenschap te verwerpen, en nieuwe aantencemen, ook schynen 'er krachtige en klaare bewyzen voor hun te pleiten: Geheele Natien stryden als tegens een, men doet proeven tegens proeven aan, en geeft bewyzen tegens bewyzen, overal zwaarigheden opwerpemde, welke in alle haare kracht met eene ongelooflyke klaarheid gesteld zyn door den zeer schranderen en grooten Wiskonstenaar de Mairan: (b) weshalve wy in dit Leerstuk met veel omzichtigheid en bescheidenheid moeten te werk gaan.

§. 162. Indien een lighaam in rust, en in het Ydel zonder de minste verandering vrygesteld, van eene Drukkende Magt gedrukt wordt volgens eene bepaalde lyn, zo zal het lighaam bewoogen wordende in die lyn, altoos op dezelve wyze voortgaan, en met dezelve snelheid, welke het eens gekreegen heeft: wy verstaan hier door de drukking, zodanig eene, welke in een oogenblik van tyd gewerkt heeft op het lighaam.

§. 163. Maar indien de Drukkende Magt zodanig gesteld is, dat zy kan blyven voortgaan met drukken op het lighaam in dezelve lyn, zal de snelheid van dit lighaam vergroot worden, zodat het uit zyn' staat van rust overgaat tot verscheide trappen van snelheid, en eindelyk tot die, welke het in de laatste drukkinge krygt. De gantsche som van alle deeze geduurig op malkander volgende Werkingen, wordt genoemd *de Geheele Werking van eene Magt*. In het voorgaande Hoofdstuk hebben wy gehandeld van de oogenbliklyke Drukkinge, maar hier zullen wy handelen van eene geduurigvolgende Drukkinge.

§. 164. Dit lighaam, wordende bewoogen door de Drukkende Magt, werkt wederom daar tegens aan door zyne Kracht van Traagheid, en wel zo sterk als het gedrukt wordt: Dus wordt 'er Kracht geboren, of daar gaat Kracht uit de Drukkende Magt in het lighaam over: Wy noemen *Kracht* dat beginfel of die eigenschap van een lighaam, waardoor het bewoogen wordt, en bewoogen zynde kan werken op eene hinderpaal, en in dit werken zyne beweging verliest: omdat nu een Drukkende Magt een lighaam aan 't bewegen brengt, veroorzaakt het kracht in 't lighaam.

§. 165. Derhalve is de kracht een uitwerksel eener Drukkende Magt, welke of in een oogenblik gewerkt heeft, of bestondt uit veele drukkingen, op malkander in zekeren tyd volgende.

§. 166. De kracht dus in het lighaam voortgebragt, is iets 't geen blyft, daar

(a) In Element. Physic. Journal Litteraire année 1729. République des Lettres 1733.

(b) Hist. de l'Acad. Roy. des Sciences Ao. 1718.

daar de drukking, welke de kracht voortbragt, verdweenen is, gelyk de tyd verdwynt.

§. 167. Ieder Drukkende Magt is van eene bepaalde grootte, en derhalve kan zy maar ééne bepaalde snelheid aan het lighaam meêdeelen. Indien eene Drukkende Magt van buiten op een lighaam werkt, en in haaren zelfden staat blyft, nadat zy het lighaam eens met drukken bewoogen heeft, kan zy niet meer het lighaam drukken volgens dezelve leiding, dewyl zy maar die snelheid aan het lighaam zou kunnen meêdeelen, waarmeê het reeds bewoogen wordt: want laat 'er zyn een vaste paal AS, Het vrybeweeglyk lighaam F als een punt begreepen, eene veer BC, welke eerst opgewonden en dan zich uitzettende met eene snelheid BC, dit lighaam drukt: Indien wy nu eens wederom begrypen het lighaam F met zyne verkreege snelheid gesteld te zyn in B, en dat dezelve opgewonde veer zich weder uitzet, zo zal zy niet wederom het lighaam F kunnen drukken, want zy zet zich maar uit van B in C met dezelve snelheid, waarmeê het lighaam reeds bewoogen wordt.

Tab. I.
Fig. 19.

Laat 'er een man zyn, welke met zyne hand drukt enen oneindig kleinen kloot vry in de lucht hangende, laat de kloot hierdoor krygen de snelheid, waarmeê de man zyne hand voorduuwt: Indien dan de man zyne hand hebbende ingehaald, die met de voorige snelheid trachtte uittefteeken, en de bewoogen kloot begreepen wordt voor de hand te zyn, zal de hand den kloot niet kunnen aanraaken, dewyl de kloot in denzelven weg met die snelheid vooruitloopt, waarmeê de hand maar volgt. Of laat men begrypen dat men een oneindig klein lighaam legt in een loopende rivier, zo zal het water dit lighaam drukken, en doen bewoogen worden met eene snelheid, welke zal zyn even-groot als die het water zelf heeft, doch het water zal dit lighaam naderhand niet meer drukken kunnen, want dan zou het een veel grooter snelheid, dan het water zelf heeft, kunnen krygen, het welk onmoogelyk is.

Indien men meende dat de kracht van traagheid in het gemelde lighaam C de snelheid van de uitzettende veer verminderde in den eersten tyd, zodat zy nog meer snelheid zou kunnen werken op den tweeden tyd, kan men de zaak op deeze manier inzien: men noeme de drukkende magt M. het lighaam C, de tyd waarin de magt werkt zy T. dan zal de snelheid in het lighaam verwekt, moeten zyn $= \frac{MT}{C}$. doch omdat C oneindig klein gesteld

wordt, is $\frac{MT}{C} = MT$. waar uit men ziet dat de snelheid zo groot is als de magt vermenigvuldigd met den tyd, waarin zy gewerkt heeft, zodat de kracht van traagheid, het zy 'er bygerekend of afgelaaten, geen verandering brengt.

§. 168. Doch indien dezelve van buiten Drukkende Magt in dien staat gesteld wordt, dat het lighaam ten haaren opzichte als in rust is, gelyk als in §. 162., dan zal deeze Magt wederom kunnen werken op het lighaam als voorheen; derhalve zal zy wederom dezelve snelheid kunnen meêdeelen, als

M in

in de eerste reis; zodat het nodig is, dat 'er eene tweede Magt bykoomt, welke de eerste Magt met die snelheid voortstoote, waarmee het lighaam na de eerste drukking bewoogen wierdt.

Tab. I.
Fig. 20.

Laat 'er zyn een onbeweegelyke paal AS, en twee gelyke veeren DB, BC, het lighaam F, de opgewonde veer DB stoote voort de andere opgewonde veer BC, met die snelheid, waarmee het lighaam F voorondersteld wordt bewoogen te zyn; dan is het lighaam F in rust, in opzicht van de veer BC; derhalve kan het van de veer wederom gedrukt worden als de eerste reis, toen het waarlyk in rust was, zodat het lighaam voorheen met ééne snelheid bewoogen zynde, en nu door twee magten, welke malkander tegelyk helpen, gedrukt wordende, nu zynen tweeden trap van snelheid verkrygen zal.

§. 169. Maar dit lighaam F, kan door de drukking deezer twee magten DB, BC in dezelve leiding niet wederom bewoogen worden, dewyl het voortloopt met die snelheid, waarmee zich de beide magten zouden uitgezet hebben. Derhalve is het, om eenen derden trap van snelheid te doen krygen, noodzaakelyk, dat 'er by de twee magten op nieuw zullende werken, eene nieuwe magt bykoomt, welke maake dat het lighaam F in opzicht van de magt BC in rust zy: want dan kan BC wederom drukkende werken, als in het eerste geval: Dit zal geschieden, indien twee magten ED en DB voortstooten BC met die snelte, waarmee het lighaam F voortloopt.

Tab. I.
Fig. 21.

§. 170. Derhalve krygt een lighaam, 't geen van de rust af bewoogen en gebragt wordt tot verscheiden trappen van snelheid, dien trap van snelheid, welke gelyk is aan het getal der van buitenwerkende magten, te gelyk met malkander werkende of malkander helpende: Want het lighaam krygt door ééne magt ééne snelheid: dit dus bewoogen, krygt door twee tegelykwerkende magten zynen tweeden trap van snelheid; en dus bewoogen, krygt het door drie tegelykwerkende magten zynen derden trap van snelheid, en zo vervolgens.

§. 171. Zodat 'er, als een lighaam reeds bewoogen is, veele van buitenwerkende magten vereischt worden, om het maar eenen trap van snelheid meer te geeven: want als een lighaam met 100 trappen van snelheid bewoogen wordt, zo wordt 'er niet slegts ééne enkele nieuwe magt vereischt om het den 101^{sten} trap van snelheid te geeven, maar daar zullen 101 magten te gelyk moeten zyn, werkende volgens de eerste leiding, en deeze alle te saamengenomen zullen dan maar den 101^{sten} trap van snelheid aan het lighaam kunnen mededeelen.

§. 172. Waarom een lighaam met veel meer moeite sneller bewoogen wordt, dan het wel uit zyne rust tot beweging gebragt wordt: want door eene buitenopdrukkende magt kan het wel bewoogen worden, maar bewoogen zynde kan het door dezelve niet altyd sneller bewoogen worden. Laat ons begrypen, dat een Man met alle zyne magt op een lighaam drukkende, het dien trap van snelheid geeve, waardoor het 10 voeten in eene secunde voortloopt; men stelle nu denzelve Man staande op eene Trekschuit, welke voortgetrokken

ken, ook 10 voeten in eene secunde voortgaat, volgens dezelve leiding waarin het lighaam loopt: dus is de Man ten opzigt van het lighaam in den vorigen staat, en kan 'er wederom met alle zyne magt op drukken, waardoor het nu de tweede snelheid zal krygen, en 20 voeten voortloopen in ééne secunde; als nu dezelve Man wederom gezet wierdt op eenen vasten stillen grond, en dat men het voortloopende lighaam vlak voor hem begrype, als hy wederom met zyne magt op het zelve zou willen drukken, volgens de leiding van het lighaam, zal hy zulks niet kunnen doen, noch het lighaam raaken, want dit loopt reeds met eene snelheid, welke eens zo groot is, dan waarmede hy zyne handen van zich afstoot om het lighaam te drukken: Wat Mensch zou met zyne handen kunnen slaan en vermeerderen de snelheid van eenen geschooten kanonkogel? immers niemant; omdat de snelheid des kogels grooter is dan de snelheid, waarmede men zyne handen kan beweegen. Dit dient men wel te begrypen, want hier uit kan men veele zwaarigheden oplossen, die van de Tegenparty, de oude leer voortstaande, gemaakt worden.

173. Het blykt derhalve klaar genoeg, dat de magten meer snelheid bybrengende, in dezelve reden zyn, als de trap der snelheid van 't bewoogen lighaam.

§. 174. Zodat een lighaam tegenstand biedt tegens eene vermeerdering van snelheid in dezelve reden van zyne snelheid: Want indien een lighaam heeft 100 trappen van snelheid, en het met ééne snelheid meer zal bewoogen worden, zo biedt het niet den weerstand van één, maar eenen weerstand tegens 101 magten: derhalve is deeze weerstand als de snelheid, dat is, ieder is gelyk aan 101.

§. 175. Omdat uit de Drukkende Magt in het lighaam dat gedrukt wordt kracht overgaat, volgens §. 164. zal 'er altoos in een bewoogen lighaam die kracht verwekt of gelegd worden, welke gelyk is aan het getal van magten, welke de snelheid veroorzaaken. Door de werking van ééne magt op het lighaam krygt het ééne kracht: dit zelve lighaam in 't vervolg gedrukt wordende door twee magten te gelyk, krygt dan twee krachten op nieuws: in het vervolg door drie magten te gelyk gedrukt wordende, krygt het nogh drie krachten daarenboven: dus het zelve wederom gedrukt wordende door vier tegelykwerkende magten, krygt het nogh vier krachten: want altoos deelt iedere magt haare kracht meê aan het lighaam.

§. 176. Indien de Drukkende Magten van §. 167, en 168. welke malkander helpen, alle evengroot zyn, en gevolgelyk na malkander werken, zullen de trappen van snelheid malkanderen volgen in gelyke tyden.

Laat 'er eerst ééne Magt drukken, deeze zal op éénen tyd éénen trap van snelheid veroorzaaken; laat in den volgenden tyd twee Magten drukken te gelyk, deeze zullen aan het zelve lighaam den tweeden trap van snelheid geeven: in den derden tyd laten 'er drie Magten te gelyk drukken, deeze zullen aan het lighaam, reeds met twee trappen van snelheid bewoogen, de derde snelheid meêdeelen, en zo wyders: zodat als de drukkende Magten by vervolg

aangroeien in getal op gelyke tyden, zullen zy de trappen van snelheid, welke malkander volgen, doen aangroeien in gelyke tyden. Men ziet dan hier uit zonneklaar, dat een stilliggend lighaam door drie Magten te gelyk gedrukt wordende, geen drie snelheden zal krygen, maar minder: want alle magt lydt door de kracht van traagheid in het lighaam tegenstand, en vermindering van snelheid in haare uitzetting of werking: de kracht van traagheid is in het stilliggend lighaam tegens drie drukkende magten grooter, dan in een lighaam, het welk reeds met twee snelheden bewoogen, en door drie diergelyke magten gedrukt wordt: want zy moet zyn als 3 tot 1.

§ 177. De krachten in een vry bewoogen lighaam, zyn als het vierkant der snelheid, waarmee het lighaam bewoogen wordt.

Tab. I. Laat ons maaken eenen regthoekigen driehoek ABC. men verdeele de zyde AB in oneindig kleine deeltjes, alle evengroot als AD, DF, FH, HK, KL, LR, RB: ieder deezer deeltjes verbeelde eenen trap van snelheid, AD zy de eerste snelheid, DF de tweede, FH de derde, en zo voorts: laat ons trekken op het punt D eene lyn DE, lootregt staande op AB, deeze lyn betekene eene magt, welke den eersten trap van snelheid, dat is AD, aan het lighaam door zyne drukking mededeelt: dus moet men op het punt F, trekken de lyn FG, evenwydig aan de voorgaande DE, zodat FG eens zo groot zy als DE, dan zal FG verbeelden twee drukkende magten: welke te gelyk werkende, aan het reeds bewoogen lighaam den tweeden trap van snelheid zullen kunnen mededeelen, volgens §. 168. Men trekke op het punt H de lootregt staande HI, driemaal grooter dan DE, zo zal HI verbeelden drie magten, welke ook vereischt worden om aan het reeds bewoogen lighaam den derden trap van snelheid te geeven. KM evenwydig getrokken aan HI, en viermaal zo groot dan DE, zal kunnen verbeelden vier magten, welke te gelyk werkende op het bewoogen lighaam met drie snelheden, het nu den vierden trap van snelheid geeven: dus LN evenwydig aan KM en vyfmaal grooter dan DE, verbeeld vyf magten om den vyfden trap van snelheid te geeven: RO evenwydig aan LN, en zesmaal grooter dan DE, verbeeldt zes magten werkende de zesde snelheid: Eindelyk BC evenwydig aan DE, en zevenmaal grooter dan DE, verbeeldt de zeven magten, werkende op het bewoogen lighaam de zevende snelheid.

Wanneer men begrypt, dat de lynen der snelheden oneindig klein zyn, dat is, dat de punten D, F, H, K, L, R, B oneindig dicht aan malkander liggen, zullen de lynen DE, FG, HI, KM, LN, RO, BC den gantschen driehoek ABC vervullen, volgens de betoogwyze der huidendaagfche Wiskunstenaren: derhalve zal de driehoek ABC verbeelden de fom van alle de magten, welke vereischt wierden om zeven trappen van snelheden in een lighaam, 't geen voorheen in rust lag, te verwekken: eveneens zal de driehoek AHI verbeelden alle de magten, welke vereischt werden, om een lighaam eerst in rust zynde, drie trappen van snelheid te geeven: Maar de driehoek AHI, is tot den driehoek ABC, als het vierkant gemaakt op AH, tot het vierkant gemaakt op AB. Derhalve zyn de Magten, welke aan een stilliggend

gend lighaam drie trappen van snelheid hebben kunnen geeven, tot de Magten, welke het hebben kunnen brengen tot zeven trappen van snelheid, als het vierkant op AH, dat is het vierkant van 3, tot het vierkant van AB, of 7, welke vierkanten zyn als 9 tot 49.

Maar de krachten in een lighaam verwekt, zyn als de Magten, welke 'er op gewerkt hebben, derhalve zullen de krachten in een lighaam, bewoogen met drie snelheden, zyn tot de krachten van 't zelve, bewoogen wordende met 7 snelheden, als 9 tot 49. zodat de krachten in vry bewoogte lighaamen zyn, als de vierkanten der snelheden, waarmede zy bewoogen worden.

§. 178. In bewoogte lighaamen, welke met malkander vergeleeken worden, zullen deeze volgende waarheden plaats hebben. Indien 'er twee even-groote lighaamen zyn, welke met verscheide snelheden bewoogen worden, zullen hunne krachten zyn, als de vierkante getallen, welke de snelheden uitdrukken. Wanneer het lighaam A met ééne snelheid, en B met tien bewoogen wordt; zo zal de kracht in A maar één zyn, en die van B zal honderd zyn, dit volgt uit §. 177.

§. 179. Indien de snelheden van twee lighaamen evengroot zyn, maar de lighaamen zelfs niet evengroot, zullen hunne krachten zyn in dezelve reden als hunne grootten: want als het lighaam A eenszogroot is dan B, kan men begrypen, dat A bestaat uit twee lighaamen, waarvan ieder zo groot is als B; ieder nu heeft dezelve snelheid, en evengroot zynde, heeft ieder dezelve krachten: derhalve zullen 'er in A twee krachten zyn, en maar één in B, zodat de krachten zyn als de grootheden der lighaamen A en B.

§. 180. Indien twee lighaamen A en B van ongelyke grootte, ook met verscheide snelheden bewoogen worden, zullen hunne krachten zyn in eene vermenigvuldigde reden van de grootheden met het vierkant der snelheden.

A zy tweemaal grooter dan B, en A worde bewoogen met 10 snelheden, B met twee, dan zullen de krachten van A zyn als $2 \times 10 \times 10$ dat is 200, en van B, als $1 \times 2 \times 2$ dat is als 4. want de helft van A is zo groot als B, de kracht dan in de helft van A, is tot die van B, als het vierkant der snelheid van A, is tot het vierkant der snelheid van B, dat is, als 100 tot 4, maar ieder deel van A heeft deeze krachten, derhalve zyn de krachten van geheel A gelyk aan 200, en die van B maar 4.

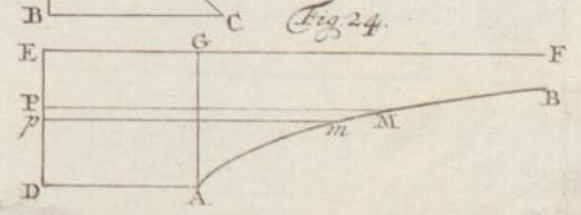
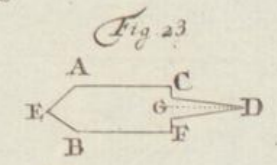
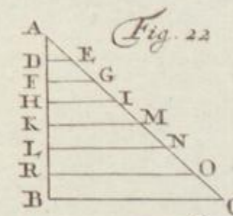
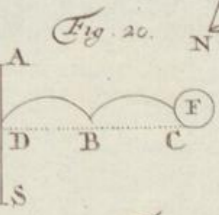
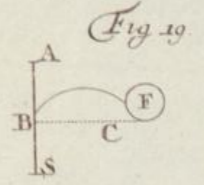
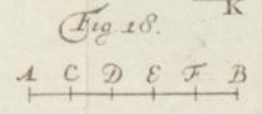
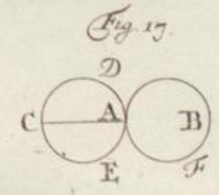
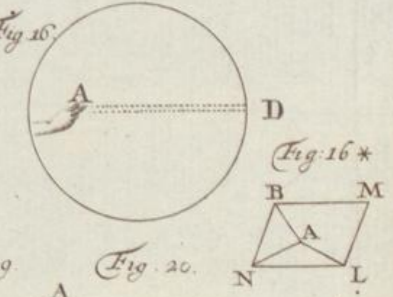
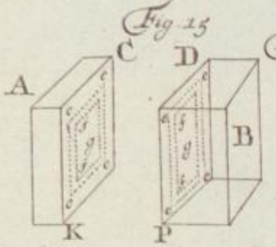
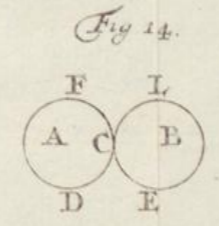
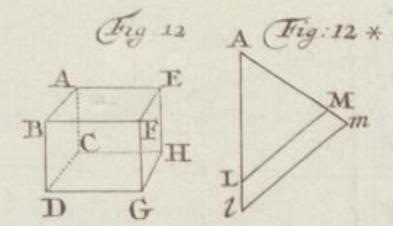
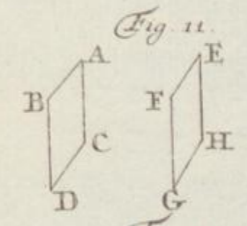
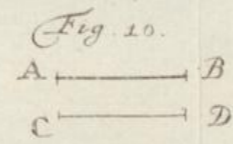
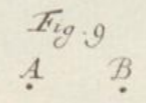
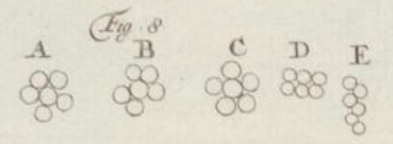
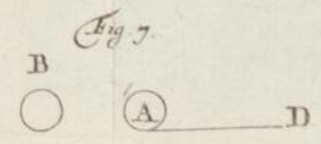
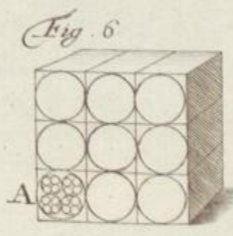
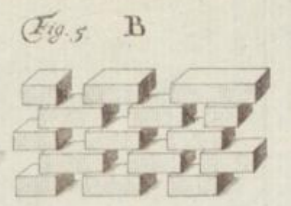
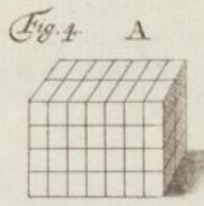
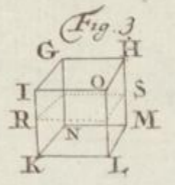
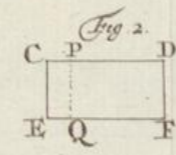
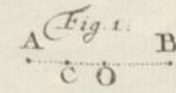
§. 181. Indien twee lighaamen van ongelyke grootheden bewoogen worden met gelyke krachten, zullen de vierkanten hunner snelheden zyn in eene verkeerde reden der grootheden.

Laat de lighaamen zyn A en B, de snelheid van A noeme men a , en die van B zy b : derhalve zullen de krachten van A zyn Aaa . en van B zullen zy zyn Bbb . maar deeze krachten worden aan malkandere gelyk gesteld, dat is $Aaa = Bbb$, deeze dan tot eene evenredigheid gebragt, zullen staan A. B:: bb , aa . Met getallen zal men het zien. A zy vier, B zy een: de snelheid van A zy 4. die van B zy 8. zo zullen de krachten van A zyn $4 \times 4 \times 4$. dat is 64. en die van B zullen zyn $1 \times 8 \times 8$. dat is ook 64. stellende nu

deze getallen in evenredigheid, zo krygt men 4, tot 1. als 8×8 tot 4×4 ; dat is, het lighaam A is tot B, als het vierkant der snelheid van B, is tot het vierkant der snelheid van A.

Tab. II.
Fig. 1.

Nu hebben wy wiskundig geredeneerd, en op de zuivere krachten gelet; doch in de Natuurkunde moet men zien, of de proeven dit bevestigen, en of de lighaamen met verscheide snelheden voortloopende, ook werken als de vierkanten der snelheden, want anders kan men niet bewyzen, dat wy alles ingezien en regt geredeneerd hebben: ten minste kunnen de proeven als overvloedige en overtuigende bewyzen aangezien worden. Men heeft gemaakt eene staale veer AB, welke van agter vast is aan een hol rolachtig lighaam F, het geen men aan twee snaaren aan het werktuig hangt, het welk geschikt is om de botsingen der lighaamen te meten: op dit zelve werktuig heeft men vastgemaakt eene plaat DE, tegens welke men de veer aandrukken en spannen kon: de plaat DE heeft in 't midden een gat, waar door de staart C van 't lighaam F doorgaat: de staart C heeft verscheide gaatjes, door welke als men een pennetje steekt, men het lighaam F vast houdt, en de veer AB gespannen; en dit wel meer of min, naar dat het pennetje door een gaatje van 't staartje digter of verder van het lighaam af, gestoken is: nadat dit dus besteld is, en men het pennetje uit het gaatje trekt, zo zet de veer AB zich uit tegen de plaat DE, en drukkende het lighaam A, beweegt zy het, by voorbeeld, met eene snelheid van tien trappen, welke men op eene verdeelde liniaal van 't gemelde werktuig meten kan: Hierna vulle men de holle rol F met een stuk lood, waar door het nogh eenmaal zo zwaar wordt, dan het voorheen was: men spanne de veer AB net eveneens als voorheen, met een pennetje te steeken door het zelve gat van 't staartje, wanneer dan het pennetje uitgetrokken wordt, werkt de veer, juist eveneens gespannen als voorheen, ook evensterk als voorheen, maar het lighaam F krygt nu alleen de snelheid van 7,07 trappen: Men rekene eens de krachten uit van het bewoogen lighaam in deeze twee gevallen; en men stelle dat de krachten zyn als de vierkanten der snelheden, vermenigvuldigd met de grootte der lighaamen, dat is in 't eerste geval, $10 \times 10 \times 1 = 100$. in het tweede geval is $7,07 \times 7,07 \times 2 = 100$. dus zyn de krachten gelyk: zy moeten ook gelyk zyn, want eene Veer, evensterk gespannen in beide de gevallen, moet evensterk drukken, en dezelve krachten verwekken: Men zal zien, wanneer men de krachten eens stelde naar de reekening van de andere Wysgeeren, dat dan de snelheden in deeze twee gevallen anders moesten zyn, dan zy bevonden worden: by voorbeeld, die Heeren stellen, dat de krachten zyn in eene vermenigvuldigde reden der snelheid met de grootte der lighaamen: dan zullen in het eerste geval, de snelheid zynde van 10 trappen, ook de krachten zyn $1 \times 10 = 10$. Maar in het tweede geval, wanneer het lighaam eens zo zwaar geworden is, zullen de krachten 'er inverwekt ook 10 moeten zyn, en derhalve kan de snelheid dan maar 5 zyn; want deeze vermenigvuldigd met 2, de zwaarte of grootte van het lighaam, geeft 10, doch men vindt door ondervinding geen snelheid van 5 trappen, maar van 7,07, gelyk ik gezegd heb, het geen veel verschilt van 5, waaruit blykt,



blykt, dat onze rekening met de proeven overeenkoomt, en niet die van onze Tegenpartyen: Men itelle zo veele verscheide gevallen als men wil met dit werktuig in 't werk, men maake het lighaam twee, drie, viermaal zwaarder; men geeve het door de verscheide spanningen van de veer allerlei foorten van snelheid; in alle die gevallen heeft men altoos bevonden, dat onze rekening alleen kon plaats hebben, en zeer net met de proeven overeenquam. Het is noodig dat men klaar begrype, wat soort van magt de Veer is, welke wy tot de voorgaande proef gebruiken; want dan zal men kunnen zien, waar het de Tegenparty hapert, en dat hunne tegenwerpen van geene kracht zyn; Terwyl zy voorwenden, dat wy op den Tyd, waar op de Veer werkt, geen acht geslagen hebben; en dat de Tyd van werken mede gerekend zynde, de uitwerkfels moeten zyn, gelyk wy die bevinden, maar dat dan de oude manier van rekening, en niet de onze, moet plaats hebben: by voorbeeld, het rolachtig lighaam F, krygt door de gespanne en naderhand losgelaate Veer eene snelheid van 10 trappen: laat ons dit lighaam F viermaal zwaarder maaken, met 'er looden binnen in te doen: dit, nadat de Veer eveneens gespannen was, krygt de snelheid van 5 trappen: Nu zegt men, de Veer werkt op het lighaam in dit laatste geval in tweemaal langer tyd dan in het eerste geval, dewyl de snelheid tweemaal kleiner is: eene magt werkende in tweemaal meer tyd, moet tweemaal zo veel uitwerking voortbrengen: derhalve als men de snelheid met de zwaarte van het lighaam vermenigvuldigt, zal men hebben voor 't eerste geval $10 \times 1 = 10$. en voor het tweede $5 \times 4 = 20$. zodat de uitwerkfels tot malkander zyn als 1 tot 2. volgens de oude rekening; daar zy volgens onze nieuwe rekening evengroot, en in ieder geval de krachten gelyk aan 100 zouden zyn. Ons antwoord op deeze zwaarigheid zal ligt te begrypen zyn, men lette alleen op de werking der Veer.

Wanneer de Veer gespannen is, en los wordt gelaaten, heeft zy in 't begin van haare uitzettinge de meeste magt om te werken; want dit toonde zy, toen zy gespannen werdt, telkens meer weerstand biedende tegens haare spanning, hoe zy meer gespannen werdt: nadat de Veer zich dan een weinig uitgezet heeft, heeft zy minder kracht om te werken, en gedurig hoe langer hoe minder, hoe zy zich meer heeft uitgespannen, totdat zy eindelyk geene kracht meer heeft: Derhalve is de som van alle haare werkingen bepaald: Nu is het onmogelyk, dat deeze som grooter of kleiner worde, schoon de geheele werking in langer of korter tyd geschiede: dan zou de som grooter worden, wanneer de kracht van de Veer altoos dezelve bleef, en dat zy nu één minuut, dan twee minuten werkte, in dit geval moesten de uitwerkfels zyn als 1 tot 2; dit heeft men ondersteld in de Tegenweringe; maar dit heeft geen plaats in de Veer, welke alleen eene bepaalde kracht heeft, en telkens die verliest, totdat zy gantsch weg is. Laat ons eens stellen, dat 'er een man zy, welke 100 krachten heeft, dat hy voortgaa, en zo ras hy die verspild heeft, dat hy dood ter aarde valle: zal het nu niet evenveel zyn, of deeze man voortgaa, of voortloope, want in beide de gevallen heeft hy maar 100 krachten te verspillen, en valt, na datze weg zyn, dood ter neder: in 't eene geval verspilt hy langzaam zyne 100 krach-

ten,

Tab. II.
Fig. 1.

ten, in 't andere schiekyker; doch hy zal denzelven weg afleggen met zyne krachten, het zy hy gaa of loope. Maar hy zal geenen grooter weg afleggen gaande, en besteedende meer tyd; want indien tot ieder voet weegs, waar in hy zyn lighaam moest voortdraagen, ééne kracht vereischt wierdt, zal hy met 100 voeten weegs te gaan, alle zyne 100 krachten verspild hebben, en met 100 voeten weegs te loopen, zal hy het zelve gedaan hebben; deeze loopende man, altoos meer en meer van zyne krachten verliezende, naar maate hy meer is voortgegaan, is gelyk de Veer, welke meer en meer krachten verliest, naar zy verder is voortgegaan, en zich meer uitgezet heeft: Weshalve de Veer of langsaamer of schiekyker zich uitspannende, en hebbende 100 krachten, ook maar een uitwerksel van 100 zal kunnen voortbrengen, en niet in tweemaal traager zich uitzetten, voortbrengen een uitwerksel van 200, gelyk de Tegenparty stelde: En om het voorbeeld van hun voorgeworpen nogh eens in te zien, men stelle twee mannen A en B, ieder hebbende 100 krachten, A heeft te draagen één pond gewigts, het welk om één voet verre voortgedragen te zyn, vereischt ééne kracht: Men geeve B een gewigt van 4 ponden: A loope met zyn gewigt snel voort, hy moet dood neêrvallen na honderd voeten voortgelopen te hebben: maar B gaa traag voort, in tweemaal, driemaal, ja tienmaal zo veel tyd, hy zal altoos zyn viermaal zwaarder gewigt maar kunnen voortdraagen eenen weg van 25 voeten, en daar op dood ter neêr vallen: hy zal in tweemaal meer tyd het niet verder brengen, want hy verliest van zyne kracht vier deelen op het oeverdraagen van zyn gewigt één voet weegs.

Tab. II.
Fig. 4.

Men kan het op eene wiskunstige manier dus ook begrypen. A B zy eene staale veer, vast gemaakt by A, welke men van B kan voortdrukken tot D, en dus spannen, dat zy regt worde gelyk AD: wanneer zy losgelaaten wordt, zal zy voortloopen den weg DB: als zy zich eerst herstelt, heeft zy de meeste kracht, en geduurig minder om zich te herstellen, naar maate zy zich meer hersteld heeft: Men stelle dan op DB een loodregte lyn DC, welke uitdrukke de kracht van deeze veer in het begin van haare uitzettinge, en men trekke evenwydige lynen aan DC, op ieder punt van haaren weg, welke lynen door haare lengte verbeelden de grootte der kracht, welke de veer op ieder punt van haaren weg heeft; dewyl nu deeze krachten op B doodloopen, zal men, trekkende de lyn CB, eenen driehoek maaken, welke verbeeldt de som van alle de krachten: het zy nu CB eene regte of een kromme lyn moet zyn, is alhier evenveel; men zal eene oppervlakte DCB hebben, welke de som der krachten van deeze veer verbeelden zal; het zy dan deeze veer, hebbende dezelve krachten, als zy evensterk gespannen is, in ééne minuut afsloope haaren weg DB, of in twee minuten, of in tien, men zal altoos dezelve som der krachten, gelyk aan DCB, en derhalve het zelve uitwerksel hebben: waaruit blykt, dat men den Tyd hier onnodig te hulp roept:

Maar laat ons den Tyd 'er eens by gedenken, op dat wy niet beschuldigd worden van onagtzaamheid. De geheele werking der Veer bestaat uit krachten, welke zy in 't werk stelt in ieder punt van haare uitzettinge; 2°. zy bestaat uit de snelheid waar meê de veer zich herstelt. 3°. uit den tyd. Men noeme de kracht

kracht der veer V . de snelheid C , en den tyd T : derhalve zal de geheele werking der veer zyn, het vermenigvuldigde van deeze drie grootheden met malkander, dat is $V \times C \times T$. dezelve veer herstelle zich nu eens tweemaal zo snel, dan zal haare snelheid zyn $2C$. maar dan zal zy denzelven weg afloopen in de helft van den vorigen tyd, dat is in $\frac{1}{2} T$. men vermenigvuldige we-

derom de drie grootheden met malkander, en men zal hebben $V \times 2C \times \frac{1}{2} T$. doch het voortgebragte door deeze vermenigvuldiging is in beide de gevallen gelyk, want $VCT = V \times 2C \times \frac{1}{2} T = VCT$. derhalve is in beide de gevallen de gantsche werking gelyk, en dan moeten ook de uitwerkfels gelyk zyn: en niet tweemaal zo klein, gelyk men voorgaf.

Uit dit leerstuk vloeit nu een wonderlyk gevolg; want men onderstelt, dat de veer met eene dubbelde kracht zich herstellende, eenen weg eenszogroot dan voorheen afloope, zo zal haare geheele werking viermaal grooter zyn: Laat Tab. II. de veer gebragt zyn tot in D , en dan eene kracht hebben zo groot als DE , Fig. 4. zynde tweemaal DC : wanneer zy zich herstelt, laat zy loopen den weg DF , tweemaal grooter dan DB . zo zal de driehoek DEF verbeelden de geheele werking der veer: wanneer men nu vergelykt den vorigen driehoek DCB met deezen DEF , gelykvormig aan den voorgaanden, zo is DCB tot DEF , gelyk het vierkant op DC , tot het vierkant op DE , dat is, als 1 tot 4 . derhalve is de voorgaande geheele werking der veer, tot de tegenwoordige, als 1 tot 4 . wanneer men dan eene veer met tweemaal zo veel gewigt spant dan voorheen, zal haare eerste werking zyn DE , en zy zal tweemaal zoveel wegs afloopen in zich te herstellen, naamelyk DF , derhalve zal haare geheele werking viermaal grooter zyn, waarom zy in 't laatste geval een en 't zelve lighaam met tweemaal zo veel snelheid zal moeten voortstooten: dit heb ik bevonden met de ondervindinge overcentekoomen, wanneer men de veer maar niet te sterk spant, want anders zal zy door een dubbeld gewigt gespannen, niet eenszoveel geboogen worden, noch zich naderhand eenszoveel herstellen.

§. 182. De groote Wiskonstenaar Joh. Bernouilli heeft nogh een ander eenvoudig en ligt betoog van de krachten der vry bewoogte lighaamen gegeven, (a) het welk ik wegens zyne fraaiheid hier zal byvoegen. Laaten 'er zyn twee Lighaamen A en B van ongelyke grootte; men begrype tusschen hen in eene Tab. II. ry van even groote en evensterk gespanne veeren: deeze losgelaaten, zullen Fig. 13. de lighaamen gedrukt en bewoogen worden, het een regts, het ander links, tot dat de veeren zich geheel uitgezet hebbende, de lighaamen die snelheden verkreegen hebben, welke met hunne grootte overeenkoomt, en waarmede zy naderhand blyven voortloopen: men lette hier wel, dat deeze lighaamen A en B op ieder oogenblik evensterk gedrukt worden; waarom de aangroeying der snelheid in het lighaam A , is tot die van het lighaam B , als de grootte van

van

(a) Acta Lipsienſia Anno 1735.

van B, is tot die van A, volgens §. 154. derhalve zullen de geheele snelheden, nadat de veeren gantsch uitgezet zyn, in dezelve reden met de aangroeiingen der snelheden zyn: de snelheid van A zy $=a$. die van B zy $=b$, dan zal men hebben $A, B :: b, a$. zodat vermenigvuldigd zynde de twee buitenste, en de twee middelste grootheden, Aa zal zyn $=Bb$. Dewyl de drukkingen in beide deeze lighaamen te gelyk beginnen en ophouden, zyn hunne tyden, waar in zy hunne snelheden voortbrengen, even groot: Om dat ook de aangroeiingen der snelheden, als ook de gantsche verkreege snelheden in eene omgekeerde reden van de grootten der lighaamen zyn, zo zal het gemeene middelpunt van zwaarte C in rust blyven, terwyl de twee lighaamen van een af bewoogen worden; waarom de ry van veeren zodanig zal gedeeld worden, in het punt C, dat het eene gedeelte CA, zal zyn tot het ander gedeelte CB, gelyk het lighaam B is tot het lighaam A, of als de snelheid a is tot de snelheid b . Dit punt C is dan als eene onbeweegelyke hinderpaal, waar tegens aan weerzyds de veeren drukken, en zich uitzetten: deeze zetten haare krachten over in de lighaamen A en B: derhalve zullen de leevendige krachten, welke het lighaam A van de veeren tusschen A en C verkrygt, zyn tot die van B, door de veeren CB verwekt, als het getal der veeren tusschen AC, tot die tusschen BC, dat is als a tot b . men noeme k de krachten in het lighaam A, en r die in het lighaam B, deeze moeten dan zyn in de volgende evenreden. $k, r :: a, b$. om dat wy boven gezien hebben dat Aa was $=Bb$, kan men a en b multipliceren met deeze gelyke grootten, waar door de proportie niet veranderd wordt; zodat men krygt $k, r :: Aa \times a. Bb \times b$. waaruit blykt, dat de krachten k en r der twee lighaamen zyn in eene vermenigvuldigde reden der grootheden van de lighaamen met de vierkanten van hunne snelheden.

Men stelle hier eens, dat het lighaam A tweemaal grooter zy dan het lighaam B, waarom het lighaam B tweemaal sneller moet bewoogen worden dan A, door tweemaal meer veeren, en dus ook tweemaal meer krachten krygen: indien men dan A midden door deele, zodat ieder deel even groot zy als B, zal in ieder zyn $\frac{1}{4}$ deel van de krachten in B, waaruit men ziet, dat de krachten zyn als de vierkanten der snelheden. Wy zullen in verscheide volgende Hoofdstukken deeze zelve waarheid nogh met andere redenen bewyzen.

§. 183. Indien de snelheden van twee lighaamen in eene omgekeerde reden van hunne grootheden zyn, zullen ook hunne krachten zyn in eene omgekeerde reden van hunne grootheden.

Laat men de lighaamen noemen A en B. de snelheid van A zy a , die van B zy b . men onderstelt alhier $a, b :: B, A$. derhalve zal men de twee middelste en de twee buitenste grootheden met malkander vermenigvuldigende, gelyke voortgebragten krygen: dat is $aA = bB$. als men twee gelyke grootheden vermenigvuldigd met ongelyke grootheden, zyn de vermenigvuldigde als de ongelyke grootheden: men vermenigvuldige dan hier het een met a , het ander met b . als $aA \times a$. en $bB \times b$. deeze zullen nu zyn als a , tot b . maar a ,
is

is tot $b :: B, A$, derhalve is $aA \times a$, tot $bB \times b :: B, A$, nu is $aA \times a = Aaa$, of de krachten van A, dewyl A vermenigvuldigd is met het vierkant van zyne snelheid: en $bB \times b = Bbb$, of de krachten van B, waarom de krachten zyn in eene omgekeerde reden van de grootheden der lighaamen.

§. 184. Tot dus verre hebben wy gezien, wat voor uitwerksels voortgebracht worden door Magten, welke van buiten op de lighaamen drukken. Maar laat ons nu eens begrypen eene Magt, welke binnen in een lighaam zit, en het van binnen drukt, deeze zal in eenen bepaalden tyd ook eenige snelheid aan het lighaam geeven: Omdat men deeze Magt binnen in het lighaam begrypt, zo rust zy ten zynen opzichte, met wat snelheid het lighaam ook bewoogen worde: Derhalve zal deeze Magt op gelyke tyden altyd in het lighaam verwekken gelyke trappen van snelheid: waarom van eene Magt binnen in een lighaam zittende, en altyd blyvende drukken, die uitwerksels zullen kunnen voortgebracht worden, welke maar gemaakt wierden van veele Magten te gelyk buiten op het lighaam werkende: Zodanige inwendige Magt zal het Lighaam doen voortloopen met eene gelykvormige versnelde beweginge. Men vraagt ligt, hoe men eene inwendige Drukkende Magt in een lighaam begrypen kan? op deeze manier; begryp binnen in eenen houten bol een' zeilsteen; laat 'er buiten deezen bol een ander zeilsteen vast liggen, zo zal de ingeslooten steen den bol voortdrukken naar den anderen zeilsteen toe, en met den bol te gelyk voortlopende, rust hy ten opzichte van den bol, en drukt hem altyd eveneens: dit is alleen een voorbeeld, toonende, hoe men eene inwendige Magt begrypen kan in de lighaamen.

§. 185. Van deeze inwendige Magt zullen in gelyke tyden ongelyke krachten in het lighaam voortgebracht worden: Want deeze Magt verwekt in het lighaam op den eersten tyd ook ééne snelheid, en derhalve ééne Kracht; maar in twee tyden verwekt zy twee snelheden, derhalve zal het lighaam dan vier krachten hebben: in drie tyden verwekt zy drie snelheden, zo dat het lighaam dan negen krachten zal hebben: Derhalve zullen de vermeerderingen van krachten in gelyke tyden zyn, als deeze ongelyke getallen, 1, 3, 5, 7, 9 enz.

§. 186. Een lighaam van eene inwendige Magt bewoogen, zal zyne wegen afleggen, welke zyn als de vierkanten der tyden, verlopen zynde van het begin der Beweginge, of als de vierkanten der Snelheden.

Men noeme de tyden T, de snelheden C, een lighaam krygt in éénen tyd ééne snelheid, in twee tyden krygt het twee snelheden, in drie tyden drie snelheden, en zo voorts volgens §. 184. als men nu den tyd, in welken een lighaam loopt, met de snelheid van het lighaam vermenigvuldigd, zal men den afgeloopen weg hebben, volgens §. 131. derhalve stelle men

$$1 \text{ T geeft } 1 \text{ C, dus is de weg } 1 \times 1 = 1.$$

$$2 \text{ T geeven } 2 \text{ C, dus is de weg } 2 \times 2 = 4.$$

$$3 \text{ T geeven } 3 \text{ C, dus is de weg } 3 \times 3 = 9.$$

Tab. II.
Fig. 2.

De afgeloopene wegen van 't begin des tyds af te rekenen zyn dan als 1, 4, 9. Deeze getallen zyn de vierkanten der tyden, en ook der snelheden. Men be-
 wyft dit voorftel ook op de volgende manier. De lyn AB verbeelde den Tyd, verdeeld in gelyke deelen, doch oneindig klein, als AD, DM, MN, NO, OP, PQ, QR, RT, TB. Men trekke op het punt D, eene loodrechte lyn DE, welke de Snelheid verbeelde van 't lighaam, in den tyd AD verkreegen; indien deeze snelheid altyd dezelve was geweest, zou het lighaam eenen weg afgelegd hebben, welke verbeeld werdt door het oppervlak ASED, want als men eene lyn AD vermenigvuldigt met eene lyn ED, wordt 'er eene oppervlakte ASED geboren: men regte dus ook op M eene loodrechte lyn MF, eenszogroot dan DE, welke verbeelde eene snelheid verkreegen in twee tyden; indien derhalve de snelheid in den tweeden tyd DM verkreegen, altyd evengroot was geweest, zou het lighaam in deezen tweeden tyd eenen weg afgelegd hebben, welke verbeeld werdt door de oppervlakte DFM. als men dus op ieder punt van de lyn AB, den tyd verbeeldende, andere loodrechte lynen opregt, welke de snelheden, in die tyden verkreegen, uitdrukken; zullen alle deeze langwerpige vierkanten verbeelden den afgeloopen weg van 't lighaam in iederen tyd: maar wy hebben hier gesteld, of het lighaam op iederen tyd eene gelyke beweging gehad hadt, 't geen onwaar is, want het is eerst uit zyne rust gaande door alle trappen van snelheid doorgegaan, tot dat het op het einde des tyds van AD, kreeg de snelheid DE, derhalve zal het eenen kleiner weg beschryven dan ASED, ja maar zulk eenen, welke uitgedrukt wordt door den driehoek ADE, dus ook, nadat het de snelheid heeft van DE, krygt het op het laatste punt des tyds van DM, alleen de snelheid MF, wordende de snelheid van DE allengskens vermeerderd tot MF, waarom het lighaam zal afloopen eenen weg, welke door een aanliggend stuk des driehoeks DFM zal verbeeld worden: eveneens is het gelegen met de andere oppervlakten, uitmaakende verdere stukken des driehoeks, en den afgeloopen weg verbeeldende in de volgende tyden: omdat de driehoek ADE, is tot den driehoek AMF, als het vierkant op AD, tot het vierkant op AM, zo zal de weg van het lighaam afgeloopen zyn op éenen tyd, tot den weg afgeloopen in twee tyden, als het vierkant van éenen tyd, tot het vierkant van twee tyden: Ook is de driehoek ADE, tot den driehoek AMF, als het vierkant op DE, tot het vierkant op MF, maar DE en MF verbeelden de snelheden, waarom de afgeloopen weg van een lighaam in éenen tyd, is tot den weg in twee tyden afgeloopen, als het vierkant der verkreege snelheid op het laatst van den éenen tyd, tot het vierkant der verkreege snelheid op het laatst van den tweeden tyd.

§. 187. Derhalve zullen de wegen, in gelyke tyden afgelegd van dit lighaam, zyn als de ongelyke getallen 1, 3, 5, 7, 9. Want de wegen van het begin der beweginge af te rekenen zyn 1, 4, 9, 16, 25. derhalve is de weg op den eersten tyd afgelegd als 1, op den tweeden tyd als 3, op den derden tyd als 5, en zo verder.

§. 188. Omdat getoond is in §. 185. dat de krachten op gelyke tyden gekreegen;

kreegen, zyn als de getallen 1, 3, 5, 7, 9. en in §. 187. dat de wegen op gelyke tyden afgelegd, zyn als 1, 3, 5, 7, 9. zo ziet men, dat 'er eene reden van gelykheid is tusschen de verkreege krachten, en afgelegde wegen in gelyke tyden.

§. 189. Dewyl een lighaam met eene bepaalde snelheid bewoogen, krachten in zich bezit, kan het door eene Drukkende Magt, zo groot als die de krachten in het lighaam verwekte, en welke met eene tegengestelde leidinge werkt, wederom van alle zyne krachten beroofd worden.

Want indien door twee Veeren BD, DC, drukkende aan eenen kant tegens Tab. II. de vaste Hinderpaal AS, aan den anderen kant tegens het Lighaam C, dit twee Fig. 3. krachten ontfing, laat het voortloopen tegens twee Veeren EF, FG, gelyk aan de voorgaande, en aan den eenen kant vast tegens de onbeweegbaare Hinderpaal XZ, zo zal het deze Veeren drukken en spannen zo lang, tot dat zy geoeffend hebben eene tegendrukking, gelyk aan twee krachten, waardoor de krachten van 't lighaam C zullen vernietigd zyn.

§. 190. Indien derhalve de drukking van eene tegenstaande Magt kleiner is, dan dat zy dezelve kracht kan verwekken in het lighaam, 't welk met zyne kracht tegen deze drukking aanloopt, zullen 'er wel enige krachten uit het bewoogen lighaam kunnen vernietigd worden, maar niet alle.

Want laat de tegenstaande Magt door haare drukking in het lighaam maar ééne kracht kunnen werken, daar het tegenaanloopende lighaam vier krachten heeft, zo zal de tegendrukking alleen ééne kracht kunnen vernietigen, waardoor het lighaam zal blyven voortloopen met drie krachten.

§. 191. Hierom zal eene Magt, welke door haare werking zekeren trap van snelheid aan het lighaam meêgedeeld heeft, vereischen eene andere Magt, volgens eene tegengestelde leiding werkende, evengroot als zy zelf is, op dat de voorige snelheid uit het lighaam vernietigd worde.

§. 192. Het is evenveel of de Magten volgens eene tegengestelde leiding werkende, in korter of langer tyd tegens het lighaam werken, want altyd zal het verlies van krachten in het lighaam in evenreden zyn met de krachten, welke de tegengestelde Magten in het bewoogen lighaam gewerkt hebben.

§. 193. Omdat de tegengestelde Magten tegenstanden zyn tegens het bewoogen Lighaam, zal de kracht zo veel te rasser vernietigd zyn, hoe de tegenstand grooter is: zoveel te langzaamer zal zy verlooren worden, hoe de tegenstand kleiner is: het uitwerksel niettemin zal het zelve zyn: want indien het Lighaam gehad zal hebben 100 krachten, moet ook de tegenstand, welke deeze zal vernietigen, 100 krachten hebben.

Laat een Lighaam, hebbende 100 krachten, tegens eenen klomp harde gedroogde klei aanloopen; zal het door den grooten tegenstand deezer klei aanstonds alle zyne krachten verliezen, en maar eene kleine ondiepe plek maaken: laat het zelve Lighaam met 100 krachten tegens zeer weeke klei aanloopen, zal het veel minder tegenstand vinden, en veel dieper in deeze klei indringen, waardoor het veel langsaamer alle zyne krachten verliest dan te

vooren : Laat het zelve lighaam wederom met 100 krachten tegens losse wol of katoen aanloopen , zal het nogh veel dieper hierin dringen , en langfaamer alle zyne krachten verliezen ; niettemin zal het in deeze drie gevallen alle zyne krachten verliezen , derhalve is het uitwerkfel het zelve , naamelyk het verlies van krachten , veroorzaakt door schieyker of langfaamer werkende tegenstand ; doch in de drie gevallen is de tegenstand evengroot , naamelyk gelyk aan 100 krachten.

Tab. I.
Fig. 23.

§. 194. Schoon deeze voorbeelden klaar en overtuigend genoeg zyn , zal menze evenwel nogh met eene proef bevestigen : maar eerst moet men weeten , dat indien een bewoogen lighaam met alle zyne krachten gedreeven wordt tegens een zagt of week lighaam , wiens deelen gelykvormig te saamen hechten , zal het in het vaneenscheiden deezer deelen , eenen tegenstand lyden : en omdat alle de deelen evensterk te saamenkleeven , zal de tegenstand zyn in dezelve reden , als het getal der vaneengescheide deelen : Derhalve zal het gantsche uitwerkfel van het bewoogen lighaam , in evenreden met het hol zyn , het welk in het weeke lighaam gemaakt is : Het is dan het zelve , of het hol schieylyk of langzaam gemaakt wordt , omdat dezelve krachten vernietigd moeten worden door het vaneenslooten der weeke deeltjes. Men heeft genomen een rolachtig lighaam $ABCD$, wiens beide uiteinden kegelswys waren , de kegel CD liep spits toe , en AB stomp : Men heeft dit lighaam gegeven eenen bepaalden trap van snelheid , en CD laten loopen in weeke klei , waarin het een hol maakte : Daarna heeft men het lighaam met dezelve snelheid wederom laten loopen tegens eene andere plaats van dezelve klei , doch met zyn stompe kegel AEB , het heeft in beide deeze gevallen een hol gemaakt , 't welk evengroot was ; doch het heeft meer tyds gebruikt makende het hol met CD , dan met AB , want omdat de hollen evengroot zyn , moest het spitse eind dieper in de klei ingaan , dan het stompe AB , het welk tegens veele deelen te gelyk werkte , het spitse eind tegens weinige. Het stompe eind AEB heeft den hoek AEB van 120 graden , de spitse hoek CDF is van 54° , 20. de hoogte DG is van $\frac{3}{4}$ duim : de middelynen der hollen , welke van deeze twee einden in de klei gemaakt worden , zyn altyd als 2 tot 3. de basen van deeze twee kegels zyn als de vierkanten hunner middelynen : maar de kegels zyn tot malkander in een vermenigvuldigde reden van de basen en de hoogten , zodat de kegels evengroot zullen zyn , welke hunne hoogten hebben in de omgekeerde reden van hunne basen : de vierkanten der middelynen van de hollen zyn als 4 tot 9 , en de diepten der hollen zyn als 9 tot 4 , wanneer men de proeven gedaan heeft , zodat de diepten der hollen , of de hoogten der kegels in eene omgekeerde reden van hunne basen zyn , en daarom de kegels of de hollen in de klei , evengroot.

§. 195. Indien binnen in een bewoogen lighaam eene Magt zit , welke altyd met een tegenstrydige leidinge , als volgens welke het lighaam bewoogen wordt , drukt ; dan zullen op gelyke tyden ook gelyke verminderingen van snelheid in het lighaam veroorzaakt worden , derhalve zal het lighaam bewoogen

woogen worden met eene gelykvormige vertraagde beweginge: Dewyl deeze inwendige Magt, met het lighaam te gelyk voortloopende, op het zelve zal werken, als op een rustend lighaam; zou het hierin éénen trap van snelheid kunnen werken, derhalve moet het éénen trap van snelheid wegneemen.

§. 196. Zodanige inwendige Magt zal dan uit dit lighaam in gelyke tyden geene gelyke, maar ongelyke krachten vernietigen: want indien het lighaam heeft beginnen bewoogen te worden op den eersten tyd met 10 snelheden, zal het in den tweeden tyd maar 9 snelheden hebben, in den derden tyd maar 8, en zo voort: omdat nu de krachten zyn als de vierkanten der snelheden, zullen zy zyn 100, 81, 64, 49 &c. derhalve zyn de verminderingen van krachten als 100-81, 81-64, 64-49. welke zyn 19, 17, 15, 13, 11 &c. dat is, als deeze ongelyke getallen.

§. 197. Eveneens zullen zyn de wegen van zodanig een bewoogen lighaam afgelegd: want laat in den driehoek ABC, op AB de tyden in gelyke deelen verdeeld zyn, en BC zy de laatste snelheid, welke een Lighaam verkreegen heeft door de inwendige Magt, werkende op het lighaam, van de rust afbeginnende: zal de weg in den laatsten tyd TB afgeloopen, waarin de snelheid BC verkreegen werdt, zyn TXCB. Men gaa nu het tegendeel begrypen, en dat het lighaam door de tegenwerkende drukking vertraagd wordt, zodat het eerst hebbe de snelheid BC, en in het begin van den volgenden tyd de snelheid TX, en in het begin van den derden tyd de snelheid RZ, en zo verder: dan zal in den eersten tyd afgeloopen worden de weg TBXC, in den tweeden tyd de weg RTZX, in den derden tyd de weg QqZR, in den vierden tyd de weg PpQq en zo voort: maar deeze oppervlakten, welke de wegen verbeelden, verdeeld in even groote driehoeken met den eersten ADE, zyn 17, 15, 13, 11 &c. derhalve zyn de wegen van zodanig een vertraagd lighaam afgelegd, als, 19, 17, 15, 13, 11 dat is, in dezelve reden als de verandering van krachten. Tab. II.
Fig. 2.

VII. H O O F D S T U K.

Van de Zwaarte

§. 198. **D**e Zwaarte is zekere kracht, waardoor onze aardsche lighaamen, vry in de ope lucht gesteld, of in eene luchtledige plaats, uit hunne rust beginnen bewoogen te worden, in eene loodregte lyn op den gezigteinder: doch indien zy weerhouden worden, drukken zy al het geen, waarop zy vlak liggen, of waaraan zy vast zyn, in dezelve lyn, waarin zy anders zouden bewoogen zyn geworden, en trachten dus door hun drukken zich zelve en de weêrhoudende lighaamen te beweegen: Derhalve kan men de