

国文学文庫

400

Ka-4

F
カ-38

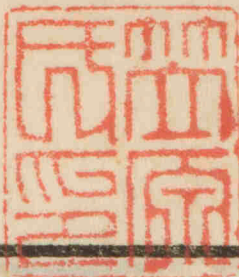
400
K

LIBRARY No. 4508
UNIVERSITY OF TORONTO
100 St. George Street
Toronto, Ontario

五言
詩
卷
二
一

五言
詩
卷
二
一

五言
詩
卷
二
一



NATUURKUNDIG
SCHOOLBOEK.

UITGEGEVEN

DOOR DE

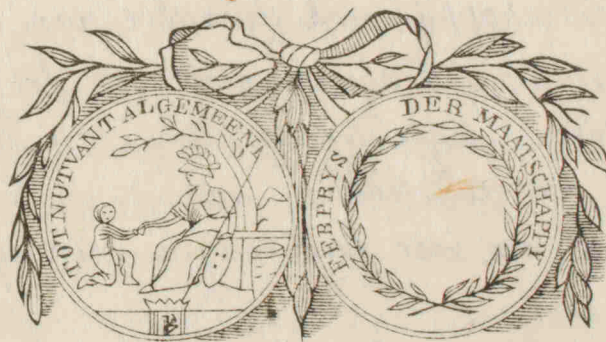
MAATSCHAPPIJ:

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.

MDCCCXXVIII.

NATUURKUNDIG
SCHOOLBOEK.

TWEEDE DEEL.

各
至
問
答

編 二

安政五年戊午開彫

美作
宜信齋藏梓



V O O R B E R I G T.

Al datgene, hetwelk ten aanzien van dit Natuurkundig Schoolboek te berigten viel, vermeld zijnde, zoomel in het Berigt der Maatschappij, als in dat van den Schrijver, den Heer Johannes Büys, beide geplaatst voor het eerste Stukje van deze vierde uitgave schiet hier ter plaatse niets over dan daarbij te roegen: dat de onderrers, pen, in dit tweede Stukje behandeld, geene roegzame splitsing toelieten, en dat daaraan de onerenredigheid der beide Stukken in getal van bladen moet worden toegeschreven.

De Maatschappij zich derhalve aan de genoemde Berigten ten volle gedragende, geeft ook dit tweede Stukje in het licht, in de blijde verwachting van bij voortdrijving daarmede dat niet te stichten, waarin zij zich sedert de eerste uitgave zoo zeer heeft mogen verheugen.

Op last der Maatschappij:

Aend. P. P. P.
Secretaris.

Amsterdam,

1828.

NATUURKUNDIG SCHOOLBOEK.

TWEEDE DEEL.

Eerste Zamenspraak.

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

Meester. Wel, jonge vrinden! hebt gij, ge, durende uwe uitspanningen, nog aleens gedacht om onze vorige gesprekken?

Heintje. ja, Meester! ik heb, huiten zijnde, de Natuur, en vooral den Sterrenhemel, niet geheel andere oogen beschoond dan voorheen, en verlangd reeds meer te weten.

Mr. Het strekt mij tot een groot vermaak, dat gij zoo veel niet van uwe oplettendheid getrok, ken hebt. Komt aan, vervorderen wij onze taak. Staat het in een van beide nog voor, wat wij in de Derde Zamenspraak van het eerste Deel ge, zegd hebben te zullen behanderen?

Heintje. Ik geloof, Meester! dat gij, ge,

zegd hebt:

1. De zullen spreken over de lichamen zel,
ve, en

2. Over dierzelfer veranderingen en werkingen
op elkander.

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 welkingen 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 opzwelt? 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 de,
zelve 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 ge,
bleven, als te voren, zoo als gij ziet.

Mr. Dat is zoo, jantje! de blaas is van gedaante
te derteljde gebleven; maar is zij daarom niet veran,
derd? 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 veran,
derd was?

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

Mr. Wat is er nu alweder bij die verandering
gebeurd? Beweging, niet waar? want ik heb dezelve
met mijne hand weggeworpen. Dus ziet gij als een lig,
chaam van gedaante of van plaats verandert, dat het
altoos beweging is, welke daarmee gepaart 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 be,
denken.

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

Mr. Welnu, heeft er dan in uw' rok geene be,
weging plaats gehad? De deeltjes van de reuk, die

het hoogblaas uitmaakten, zijn er door de lucht uit, getrokken, en dus bewogen, en vandaar de tegenwoordige lichtheid.

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

Mr. Loo 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 dertelver inwendige deelen, zoodat zij daardoor van staat veranderen kunnen; wij zullen dus opzettelijk eerst over de beweging maeten spreken. Weest vooral oplettend.

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

Den 1^{ste} is er noodig eene ruimte, waarin de beweging geschiedt; want zonder dezelve kon zich niets bewegen kunnen.

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

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

Heintje. Leer duidlijk, 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. Leer 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 ronddeeltjes of korreltjes niet aaneenliggen; dat is de hollicheit, den 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 lichaam 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 gedwrigge opvolging van zaken; bij voorbeeld, de tijd van het eene uur tot het andere is eene gedwrigge 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 denkbeelden afleiden naar denkbeelden, bij ons verkregen, is hetzelfde hier dan eens kort en dan eens lang: bij voorbeeld, als men met aandacht op eene zekere zaak studeert, wordt de tijd, zoo als men ook met reden zegt, zeer kort; doch ergens heen, gaande, of in eenzaamheid zittende, zoodat de geest voor, al in het laatste geval, eene reeks van verscheidene denkbeelden verkrijgt zoo noemt men den tijd lang, om, dat vele denkbeelden elkander hebben opgevolgd.

Dit spreken over den tijd brengt mij op het denkbeeld, om u ook iets van de Tijdrekening te zeggen. Leg mij eens, Heintje! weet gij wel, hoe men den Tijd verdeelt: dat is te zeggen, het tijdsverloop waar, in 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 dijs 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 zij liets Caesar, 45 jaar voor de geboorte van onzen Zaligma, ker 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 dijs 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 Tijdtelling maken moest, en in het oog-beginnen te loopen. Zoo als het ook in het jaar 1512 werd opgemerkt door paus Gregorius, die de Almanakken verbeterde, en, door eene meliutgedachte tijdsverdeling, eens voor al, der gelijke misslagen voorkwam. Het jaar reeds 10 dagen te vroeg zijnde, door dit verschil veroorzaakt, stelde hij vast, dat men, op eenmaal 10 dagen meer zou tellen, en dus niet 5, maar October, zoo als op dien tijd was, schrijven; en om in het vervolg deze misrekeningen eens voor al te verhoeden, bepaalde hij, even als Julius Caesar, om de 4 jaren een dag meer; doch uit hoopde dat 11 minuten in 100 jaren 18 uren bedragen, als dan 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 vernijptige wijze de tijd verdeeld zijnde, kan er, in het tijdsverloop van 1200 jaren naauwelijks een verschil van éenen dag plaats hebben.

Heintje. Wel, Meester! dat is waarlijk aardig en vernijptig 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 diesen 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 Keun, 12 dagen meer, en dus 29 September; als gebruikende zij den Juliaanschen of Ouden Stijl.

Jan tje. Meester! daar mij thans toch van den Almanak spreken, zoo zij het mij geoorloofd 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, Zondageletter 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 enigzins aan uwen meetlust te vol, doen, zal ik er u met weinig woorden een ruim 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; alswa, neer de telling van dat getal begonnen is.

Guldengetal bestaat in eene ontdekking, door Meton, omtrent 430 jaren vóór Jezus Christus, gedaan, namelijk, dat na verloop van 19 jaren de maan weder op dezelfde plaats in den Lodiac 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 derzelve daarom nog Guldengetal heet. Wanneer 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 zoveel zeggen als: Ik tel bij) is het getal, dat aanwijst, hoe oud de maan bij het begin van dat jaar geweest is.

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

Mr. Ja, jongenliep! 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 alweder, om 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 maanschijn, 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. Ziet daar, leergierige jongelingen! aan uwe begeerten voldaan; rusten wij nu eens tot eene volgende gelegenheid.

Tweede Lamenspraak.

Verklaringen, ten verfolge van het voorgaande.

Mr. Wel, lieve kinderen! hebt gij nog al wat

onthoïden van hetgene wij laats behandeld hebben?

Heintje en Jantje. Ja, Meester! zeer veel.

Mr. Legt mij dan maar eens de stukken of zaken, waarran 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 ver-
rigten.

Mr. Zoo, dat is zeer wel. Nu heeft bij de be-
weging nog iets plaats: bij voorbeeld, wanneer gij een
stuiter of kuatsbal, 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 neervalt; 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 dinkt u?

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

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 lig-
chaam uitoeft op een ander ligchaam, waartegen
het geworpen wordt: bij voorbeeld, wanneer ik deren
stuiter met eene zekere snelheid doe voortgaan tegen
dien muur, dat is van hier eene lengte van 12
voet, en ik vervolgens den stuiter 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 uren (dat
is de tijd), en Heintje dien zelvden 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 eens
zoo schielijk loop als mijn beertje, dat ik dan ook
maarde helft van den tijd onderweg ben, dien hij daar,
toe besteedt, mitsdat wij den zelvden weg loopen.

Mr. Zoo is het. Indien wij nu in ons voor-
beeld de ruimte nemen gelijk aan den weg van Am-
sterdam naar Sloterdijk, den tijd op 3 kwartier, en
de snelheid van Jantje, bij voorbeeld, op 1 genomen had-
den, 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, mede, brengt. 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 Amster, dan 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 $\frac{1}{2}$ kwartier vermenigvuldigd, geeft weder 3 kwartier, als boven: derhalve altijd, in vergelijking met andere gevallen de door, geloopene ruimte gelijk aan de snelheid met den tijd vermenigvuldigd. Insgelijks, zieden wij, bepaalt de snelheid ook de kracht, welke een zelve ligchaam op een ander kan uitoefenen, welke kracht, gemeentlijk, beweegkracht genaemd wordt.

Ziethier een stuk glas: wanneer ik daar den stüter nactkens, dat is met weinig snelheid, tegenaan rol, zoo zal het nog niet buken; maar wanneer ik die snelheid 10 maal grooter maak, zal de stüter 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 dertelver snelheden met hunne gewigten vermenigvuldigd, doch als een bewegende ligchaam tegen een ander ligchaam aanstoot, dan zijn de uitwerkzelen 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 lb weegt, uit een geschut geschoten wordt met zene zekere snelheid, die wij 1 noemen, zoo is de kracht gelijk aan 10, met 1 snelheid vermenigvuldigd, maar als een andere kogel, die 20 lb 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 bepalen, 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, denzelfven niet in het hout drijven; doch met grootē snelheid er op geslagen, wordt de kracht sterk genoeg, om dit te doen.

Yantje. 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

voortgedruwd wordt, zoodanig als ik nu deze snijdoos 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, in mijne hand neem en wegwerp, hoe komt het dan toch, dat hij voortgaat?

Yantje. O, Meintje! 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 lichamen, en door den zeer beroemden Natuurkundige Isaac Newton, in Engeland, het eerst zijn opgemerkt; doch besparen mij dit tot een volgend gesprek.

Derde Lamenspraak.

Over de vrije beweging der lichamen, der regtstandigen val en de opdaling langs eene helling.

Mr. Beare leerlingen! zijt nu geheel aandacht, en let wel op de wetten van beweging, welke ik u verklaaren 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 komt, men moet, die het in beweging brengt, en dat een ligchaam, eens in beweging zijnde, altoos zal voortgaan met eene zelve snelheid, in dezelfde lijn, en niet tot rust komen zal, totdat het door eene andere oorzaak daarin verhinderd wordt. Bij voorbeeld: desen bal heb ik in mijne hand; nu wil ik hem wegworpen: 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 zelve beweging, welke hij in mijne hand, te samen met dezelve, reeds had, en hij zou dus, zonder ophouden, in die richting voortgaan, indien de zwaartekracht, waarvan wij in de eekstte Stamenspraak van het eerste Deel gesproken hebben, den bal niet verhin- derde voort te gaan en hem op den grond deed vallen; dus is alle voortwerping wel in den beginne in eene rechte lijn, maar wordt door de zwaartekracht allengs daar van afgetrokken, totdat het ligchaam geheel en al op den grond valt.

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

3. Alle werking is gelijk aan hare tegenwerking; zoodat er geene werking is, of dezelve moet eenen ge-

lijken tegenstand hebben, waartegen dezelve werkt, bij voorbeeld: wanneer een paard de slide trekt, zoo trekt ook de slide het paard even zoveel terug. Dit blijkt klaar, als men de touwen, waarmede men iets trekt, aan stukken snijdt; want als dan zullen de einden aan beide zijden terugspringen. Van hier ook zoo vele andere werkingen, die men door deze wet verklaren kan, en welke gemeenlijk die van reactie of wederwerking genoemd worden.

Heintje. Meester! thans begrijp ik de oorzaak waar, om 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. Leer wel begrepen. Wanneer men een bal lynrecht in de hoogte werpt, loopt dezelve juist tegen de trekking van de zwaartekracht in, en dus volgt na, 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. Zie hier, hoe men door waarnemingen en wiskundige berekeningen den val der lichamen bepaalt. Wanneer in den eersten tijd een lig-

chaam 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 roeten Rijnl., naauwkeuriger, 4 el en 9 palm; in de tweede sekonde 45 roeten; in de derde sekonde 75 roeten; in de vierde sekonde 105 roeten, enz. dit maakt in den tijd van

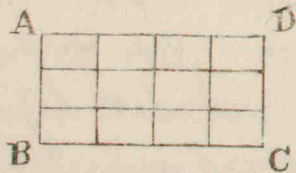
1 sekonde 15 roeten of 1 ruimte

2 sekonden 60 — of 4 ruimten of 4 maal 15 roeten

3 — 135 — of 9 — of 9 — 15 — en

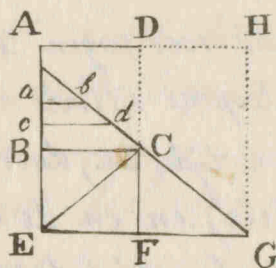
dus zijn, naar dezen regel, de doorgehoopene ruimten, als de vierkanten der tijden.

Men kan dezen regel verklaren, wanneer men wel let op hetgene wij gezegd hebben in de vorige Lamensp., raak, bladz. 14; de ruimte, welke een ligchaam doorgehoopen 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 konneklaar zijn: de ruiten, welke men op AB heeft, zijn 3, en op BC 4; vermenigvuldigt dit te samen, 3 met 4, is 12 ruiten voor de geheele figuur, zoo als gij bij natellen ook berinden 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 dan, dat van een vallend ligchaam, am de tijd van den val uitgedrukt worde door de lijn AB, en de snelheid, ten einde van dien val, door de lijn BC, recht hoekig op AB, dan zou de doorgehoopene ruimte aangetoond worden door de ruit ABCD, byaldien 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 dezelfde van oogenblik tot oogenblik verkrijgt, zoo kan ook de ruit ABCD niet, even als in het vorige geral, de doorgehoopene ruimte uitdrukken, want bij het begin des tijds in A, was de snelheid nul; een weinig verder, iets meer; een weinig verder, alveerom iets meer; zoodat deze snelheid eerst ten einde van dezen tijd, in B, de volle lijn BC uitmaakt. Wanneer nu deze snelheid, van A of tot B, alle oogenblikken regelmatig aangroeit, zoodat zij eerst in B tot C komt, dan moet zij voortgaan volgens de lijntjes a b en c d, altijd stuitende tegen

de lijn AC, zoodanig dat de doorgehoopene ruimte rooige, steld wordt door ABC, de helft van de ruimte ABCD. Gaan mij nu voort tot den tweeden tijd BE, dan zal de snelheid BC aangroejen tot EG, gelijk tweemaal BC al langs de lijn CG, even als dezelve in A begonnen was, en de doorgehoopene ruimten voorgesteld worden door de figuur BEGC, gelijk aan drie driehoeken, ieder zoo groot als ABC; en de driehoek AEG zal de afgehoopene ruimten, in twee rolle tijden, aantoonen. Aldus voortgaande, zal de figuur der toenemende driehoeken de met der vallende lichamen klaar voor oogen stellen: in den eersten tijd, AB, wordt de doorgehoopene 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 rolle twee tijden komt de driehoek ABC er nog bij; dus door vier driehoeken, juist hetgene de regel zegt.

H e i n t j e. Nu ik dit van u hoor, Meester! herinner ik mij, met mijn bal of palet spelende, dikwijls dien langzamen voortgang in de hoogte en snelle nederdaling gezien te hebben.

M r. Ongetrujjeld kunt gij dit duidelijc 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 dadelijc wordt het evenwigt verbroken, en het schaalte B valt, langs den maatstaf DE, naar beneden, echter

zij langzaam. Maar ziet nu eens, hoe deszelfs beweging, of val, van oogenblik tot oogenblik versnelt. (De Meester doet proeven met dit werktuig.)

G a n t j e. Dat zie ik zoo duidelijc, als ik het nog nooit gezien heb. Maar waarom gebruikt gij die twee schaaltes? Gij kunt immers het eene terstond laten vallen?

M r. Ja! maar dan gaat het zoo snel, dat er geen oog op te houden is; ziet maar eens! (Hij 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 schaaltes; want het eene schaalte valt door deszelfs overwigt, volgens de wet der zwaartekracht; maar ook het andere moet, tegen de zwaartekracht in, opgetrokken worden. Op deze wijze heeft zekere Atwood, in Engeland, een werktuig uitgevonden, waardoor men alles, wat bij eene vallende beweging plaats heeft, waarnemen kan; zie hier hoe men daarmede werkt:

Men stelle, dat de schaal B wege 6 kwart-oncen, de schaal C 6 kwart-oncen en de wederstand en wrijving van het rad 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 samen 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 meten: B $23\frac{1}{2}$ 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 bewegen wordt; het dalende ligchaam in B wordt dan, door het op te trekkene gewigt in C, met $\frac{63}{64}$ 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 vastgemaakt, 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.

Ziet daar eene zeer korte schets van dit uitmuntend werktuig, waardoor men, met het grootste gemak, deze met der vallende lichamen zoo klaarlijk 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 rechte lijn voortlopende met die zelve snelheid, welke hetzelfde door dien val verkregen heeft, in den zelden tijd, eenen weg zal afleggen eenmaal zoo groot als den reeds afgevallen weg; en dat, als de snelheid blijft

E G en de tijd mederom 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 roren doorgelooene ruimte AEG.

2. Dat al hetzene 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 in stuiters, als zij hem langs eene schuine 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 zwaarte, kracht gedurig daartegen aangedrukt wordt, kan hij zekerlijk, in dien zelden tijd, zoo veel niet afloopen, als hij doen zou van boven naar beneden, geheel zonder die aandrukking, vallende. Ziet hier hoedanig dit verschil is in Fig. 2. Wanneer ik een bal in A los, laat, om recht en vrij naar beneden te vallen tot in B, en derzelve 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 AC, inkelhaaks, rechthoekig of perpendiculair staat, zoo als men het noemen wil dat is, lijnrecht 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 veêl valt; de zwaartekracht werkt op beide even sterk, en zij zullen met dezelve snelheid naar beneden moeten vallen, mits zij niet door iets anders verhinderd worden.

Jan tje. Wel, Meester! mij dünkt, dat is onmogelijk. Ik heb dikmaals eene veêr zien vallen, en dat gaat zeer langzaam, daar een steen of tuij al veêj 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 licht noemen. Welnu, dese vloeistof moet immers licha-
men, welke vallen, tegenhouden; want zij moeten die stof doorklieven en uit den weg stooten? Naar mate nu een lichaam zwaarder is, of liever meer gewigt heeft, heb ik u reeds onlangs gezegd en aangetoond, heeft het meer kracht, en kan dus die licht gemakkelijker uit den weg stooten, en wordt daarom mij minder in des, zelfs val gehinderd, dan een ligter lichaam; dit is de reden, dat eene ligte veêr, door de licht tegengehouden, al golvende nederdaalt, terwijl een looden kogel, of een steen, de licht 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, het, gene 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 lichtpomp te zien, dan zal men u toonen, dat, als men onder eene glazen stolp, waaruit de licht is weggepomp, een dukaat, welke een lichaam van de zwaarste soort is, en een pluimpie dons, dat van de lichtste is, tegelijk laat vallen, zij beide even spoedig op den grond zijn. (De Meester doet deze proef, indien hij eene lichtpomp en toestel heeft.)

Jan tje. Wel, Meester! dat is verwonderlijk, nu begrip ik ook, waarom de kuit van mijne palet met veeren 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 kogelronde, maar 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 Speris, de Küst van Guinea, Borneo, enz. Daarom worden de lichamen bij de polen sterker ge-

trokken, dan bij de Erennachtslijn, 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 $15\frac{11}{1000}$ Fransche voeten, terwijl hetzelfde ligchaam in Peru, of bij Erennachtslijn, in eene sekonde slechts $15\frac{515}{70000}$ 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 kraar; maar gij zult in de volgende Zamenpraak zien, dat deze naauwkeurigheid toch zeer mogelijk is. Onthoudt dit wel en zijt gegroet tot wederziens!

Vierde Zamenpraak.

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, 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 ratbaar genoeg zult maken.

Mr. Welaan, laat ons dit beproeven! In de vorige Zamenpraak 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 ligchaam, dat, regtstandig, vrijelijk uit de lucht nedervalt?

Heintje. Ik geloof ja, Meester! Het vallend ligchaam daalt hoe langer hoe sneller, en wel zoodanig sneller, dat het in twee sekonden viermaal meer wegs afloopt, dan in eene sekonde; in drie sekonden negenmaal meer, en in vier sekonden zestienmaal meer dan in eene sekonde; en als het vallend ligchaam, beneden gekomen zijnde; ten einde van zijnen val, op eenen vlakken vloer, regtuit, konde voortloopen, dan zou het in denzelfden tijd, waar, in 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 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 Zamenpraak 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 af, legt in eene sekonde, zoo zal dezelve eene snelheid verkrijgen hebben, genoegzaam (zoo als gij mij aanstonds zeydet) om wederom in eene 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

gerallene bal, ook in eene sekonde, op eenen vlakken vloer, af te loopen de lengte van tweemaal AB; Wanneer nu de regte 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 regte lijntjes, en dus de bal, langs die kromme goot vallende, in C gekomen zijnde, ook wederom eene snelheid hebben, om in eene sekonde (den tijd, waarin de bal de regtstandige hoogte AB valt) af te loopen, op 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 regte goten, beschreven en afgebeeld bij 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 tuin, werken aantreft?

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

Mr. Welné, 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 zamen, gesteld; 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 gewicht van den draad als niets kan geacht worden bij het gewicht van den kogel, en dan noemt men het eenen enkelvoudigen 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 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?

H eintje. 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 nederr valt, 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 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, indit geval, dat toch hetzelfde is, van D tot A liep?

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

Mr. Regt zoo. Dus leeren mij daaruit, dat, terwijl een slinger valt van zijn punt, waartoe men hem heeft opgetild, en daar loslaat (dat hier voor, ondersteld 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 A B, 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.

Meintje. Waarom, Meester! zegt gij van bijna tweemaal de lengte des slingers? Een vrijvallend ligchaam valt immers juist de hoogte A B, 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 eene sekonde, slechts $\frac{3}{4}$ deel van eene sekonde slingert. — Maar zegt mij nu eens, oplettende jongelingen! van welk eene hoogte zou een ligchaam rechtstandig vallen, terwijl de slinger eene geheele schommeling volbrengt?

Yantje. 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 eene sekonde? Stel eens, dat een slinger de halve schommeling doe in eene sekonde, dus de geheele in twee sekonden, nu is de halve schommeling in eene sekonde gelijk aan den val van een ligchaam, in eene sekonde, twee, +
maal de lengte des slingers; doch in twee sekonden 9
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. Stel, lende, 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 naar de kromme lijn sek. sek.

Berekend, aldaar $\frac{11}{14}$: 1 = 61 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:

121

—: 1 = 61 tot de lengte des slingers

196 196

121 / 11956 / 988 strepen, of 9 palm 8 duim en 8 streep, ruim.

Hieruit leert gij dan, hoe lang een slinger zijn moet, om juist eene geheele schommeling, in ééne sekonde, te volbrengen, en terens 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, waarran men zich bediende, om te onderzoeken, of de val der lichamen, bij de Polen, anders ware, dan onder de Erennacht, t'slijn: 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 volbrachten in den tijd van één, twee of meer uren bij de Polen en onder de Erennachtslijn, en men bevond, dat de slingers bij de Polen altijd sneller slingerden, en dus in denzelfden tijd meer schommelingen volbrachten, dan onder de Erennachtslijn; 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. Vaantwel! tot wederzins!

Leeringen.

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

Waarom men, van eene hoogte vallende, zich gemeentlijk meer bezeert, dan men voor, af vermoeden zoude.

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

Waarom men zich veiliger langs eene helling, dan lijnrecht, 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 zamenpraak.

Over de zamengestelde beweging.

Beintje en Yantje Geachte Meester! hier zijn mij meder, om urre lessen, die ons hoe langer hoe meer verwonderen en aangenaam zijn, met nieuwsgierigheid te hooren.

M r. Zeer goed, brave kinderen! Hebben mij voorheen van urren kaatsbal en stüiter gesproken, thans zal de vlieger eene beurt hebben.

Yantje. De vlieger! dat is goed! wat zal ik op, lettend zijn?

M r. Nu, luistert dan naar mijne redenen.

Een ligchaam, bij voorbeeld dezen bal, kan ik voortstooten met eene hand, dat is met eene 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 eene hand, rechtuit, tot naar B, dan loopt die langs de rechte lijn AB; maar als ik hem stoot, als in Fig. 4, met eene hand aan de eene zijde, en eene 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 eene hand van A tot B, zoodat hij in eene sekonde tot naar B loopt, en met de andere hand van A tot C, zoodat hij ook in eene 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 geteekend heb, en dan eene lijn CD maak, evenwijdig aan AB, en eene lijn BD, evenwijdig aan AC, dan zal de bal A, in eene sekonde, juist komen in het punt D, en dus de schuine lijn AD doorloopen. Zie hier er de reden van: Laat op een lineaal, in vier delen verdeeld, een diertje uit A naar C kruipen (zie Fig. 6), terwijl ik te gelijker tijd het lineaal doe zakken tot in B, dan zal het diertje, voortgekropen zijnde tot 1, en het lineaal gezakt tot 1, gekomen zijn in D; het diertje, alreder voortkruipende tot 2, is het lineaal ook gezakt tot 2, en het diertje in E; nog verder voortkruipende tot in 3, is ook het lineaal tot in 3 gezakt, en het diertje is in F; hetzelfde eindelijk voortgekropen zijnde tot in C, of 4, en het lineaal 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 bevoegen, 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 eën touw aan het gewigt, dat men zich in A (Fig. 5) moet voorstellen, ten 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 eën ligchaam A werkende, zijn gelijk of even groot als de lijn AD, welke zij beide voortbrengen. Derwijl nu AB even zoo groot is als CD, zoo 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 hoe veel naar den anderen kant megstoot, bij voorbeeld: Laat, Fig. 7, AB den schuinschen stand van een vlieger zijn in de lucht, zoo blaast de wind (als eene kracht) daarop recht 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, derwijl het alleen maar op de vergelijking met de andere lijnen aankomt) de kracht van den wind voorstellen, zoo maakt men den rechten hoek CED, en dan is de kracht CD gelijk aan CE en ED te zamen, waarran de stand of rig,

ting der lijn ons leert, dat ED het vermogen is, hetwelk den vlieger schuins op naar boren houdt, en hij daar om in de lucht omhoog blijft; CE gaat langs den vlieger en valt weg. Laat mij dit nog wat ophelderen: zie hier, 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 F bemogen 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 boren 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 samenleving, 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 lichaam 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 eene sekonde tot aan C loopt, en weder eene andere hand van E denzelfden bal met zulk eene kracht stoot, dat hij in eene sekonde de lijn AB afloopt, zijn dan deze lijnen AC en AB niet gelijk in uitdrukking aan de krachten, om, dat zij de wegen aantoonen, die in eene zelfde sekonde zijn afgelopen? Naar mate nu een lichaam 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 afgeloopene wegen. Bij voorbeeld, Fig. 11, de bal A, zegt men, wordt door Zantje geslagen met eene kracht, zoodat hij de lijn AB afloopt, dan is AB de kracht van Zantje. 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.

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

Mr. Ja; en de reden daarran 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 oogen, blikken 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 I voortgaande, met de voortwerpende kracht komen tot 1*; maar stel, dat ook de zwaartekracht hem in die zelfde sekonde trekt naar beneden van C tot I, dan zal de knikker (volgens het hiervoor verklaarde) loopen de hoeklijn CM, en in M gekomen zijn. Aldaar in M zijnde, blijft de voortwerpende 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 voortwerpende 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 voortwerpende kracht in de vierde sekonde

waarran 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 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.

Leerlingen.

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, om 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 nederralt, ook onder aan den mast ziet nederkomen; en waarom een bal, op een snel voortgaand schip, recht in de hoogte geworpen, wederom in de hand van den werper nederkomt, alshoon het schip intusschen van onder

den bal voortgaat.

Dit alles leert ons dan ook:

Waarom een kanonskogel, op dezen zoo snel wendtelenden aardbol, recht in de hoogte geworpen, weder in of bij het geschut moet nederrallen.

Waarom men een kersensteen, tusschen duim en ringer gedrukt, rechtuit 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 gezigten riem, en een risch door het heen en weder slaan van den staart, recht 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 voormerp 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.

Zesde zamenspraak.

Over de middelpuntskrachten.

Mr. Wel, lieve kinderen! reeds heb ik u aange-
toond, hoedanig de wegen zijn van een ligchaam in de lucht
voortloopende; bezien mij nu eens, of mij ook de beweging van
de planeten, kometen en onze aarde om de zon kunnen ver-
klaren, waarran mij almede gesproken hebben.

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

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

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

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 rechten hoek maken. Dus
zegt men, dat de steen van een slinger of enig ligchaam,
slingerend bewegen, losgelaten wordende, langs de raaklijn
van het punt B der loslating, voortvliegt. [Zoodanig noemt

men in de Wiskunde de lijn DB, die rechthoekig 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 beschrij-
ft, van tijd tot tijd, de hoeklijnen BC, die den cirkel uitma-
ken.

Men noemt dus ook eigenaardig de kracht van B
naar A werkende, middelpunttrekkende, of aantrekkings,
kracht, terwijl men die kracht, welke door de beweging van
B naar D veroorzaakt wordt, en even zoo veel trekt, om recht,
uit zich van het middelpunt A te verwijderen, als de aan-
trekking, of hier de koord daarnaar toe trekt, de middelpunt,
vliepende, 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 rielen 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 recht op kan houden: u kan
ik het veilig in de rondte slingeren zonder storten.

Yantje. Wel, Meester! dat is wonderlijk! het glas keert geheel het onderste boren, 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? Wel nu, 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, dezelve snelheid hebben, dan zijn de middelpuntskrachten tot elkander, als derzelver gewigten of hoereelheden stofs. Bij voorbeeld: de eene 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 rierkantrede der omloopstijden. Bij voorbeeld: neemt twee ballen, ieder van welke eèn lood weegt, en op een roet afstands staat van het punt, doch de eene rondloopt in eene sekonde, terwijl de andere er twee toe besteedt: dan zal de eerste vier krachten hebben, het rierkant van den omloopstijd des tweeden, terwijl de tweede slechts eene kracht heeft, het rierkant 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 slingergertouw AB, eene aantrekkingskracht in alle lichamen gelegd, zoo als ik u reeds verklaard heb. Daar nu de zon zoo verbaazend veel grooter is dan de planeten, zoo spreekt het van zelf, dat zij dezelve alle in aantrekking oermint, en dus alle tot zich trekt; derhalve zouden, op die wijze, al de planeten in de zon vallen.

Yantje. Wel, Meester! zou dat gebeuren?

Mr. Voorzeker! maar luister slechts, en ik zal trachten het u duidelyk te maken. De groote wysheid.

van god, waarover mij 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 gemaal? 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, daar stelde, gaf Zij ook tegelijk aan de planeten, enz. eene andere kracht, om rechthoekig op ZP , langs PA , voort te gaan; derhalve werken er twee krachten op P : eene langs ZP , die mij zoo groot als de lijn PB zullen stellen, en eene langs PA , die mij ter grootte van PD nemen, waardoor de planeet, even als de slinger, de hoeklijn tusschen beide in, als PC , de kromme lijn PCG , om de zon beschrijft, die derzelver 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 reg 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 mij nu

vooronderstellen, dat de lijnen ZP en ZC zeer nabij elkan-
der 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 kun-
nen worden aangemerkt. Dewijl de middelpuntvliedende
kracht de kracht is, waarmede het ligchaam van het
middelpunt van Z , langs ZC , rechtuit naar A poogt reg
te vlieden, zoo drukt de lijn CA de middelpuntvliedende
kracht uit; nu is, om de kleinte des boogs, CA gelijk aan
 CD en BF , welke de trekking naar de zon aanduiden, en
dus gelijk zijn aan de reg vliedende kracht, en geen won-
den, als deze krachten van aantrekking en reg vlieding niet
gelijk waren, zou de planeet of verder afdmalen of nader
bijkomen, en dus geen cirkel beschrijven, zoo als mij nu
vooronderstelden: ondertusschen is het waar, dat deze mid-
delpuntvliedende 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.

Heintje. Meester! als onze Siere 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 reg vlieden.

M. r. Voorzeker! doch gods volmaakte schikkingen
gedoogen geene wanorde, en vereischen, dat al de na ,
tuurkrachten, tot onderhoud van het geheel, in dezelfde
werking blijven; zoodat gij u nimmer behoeft te bekom-
meren: noch hierover, dat eene komeet de aarde zal

botsen, wanneer dezelve dwars door ons zonnestelsel heen
slegt; noch dat er eenige planeet in de zon zal vallen;
noch dat eene verrijding, 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
bemaakt daardoor eene standvastige en eeuwighe 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 goa dezelve aan den hemel doet
komen, ten voortekenen van knade gebeurtenissen op de
aarde, daar de zon haar, zoowel als ons, om zich heen
trekt.

M. r. ja, lieve jongen! eer gij zoo verlicht maakt,
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 vooroordelen bezet
is, met bescheidenheid te overtuigen, dat alles naar vaste
wetten werkt; dat de komeet, zoowel als de maan, door
dezelfde krachten bestuurd en bemogen 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 rolle maan, derzelver eklipsen,
de vaste sterren en meer andere hemellichten. god,
die de goedheid zelve is, weet beter dan het zwakke
menschdom, dat niets voor ons ongelukkiger zijn zou, dan

vooraf te weten, wat ons zal overkomen. Gij houdt dus
de toekomst diep voor ons verborgen, en zal die, noch door
staartsterren, noch door vuurklompen, noch door het gehuil
il der honden, noch door het geschreeuw der iulen, en
wat al andere sprookjes meer, aan ons kenbaar maken.
Poei! het is zelfs Godenteeren, te denken, dat dat onbeg-
rijpelijk groot en weldadig Wezen zulke middelen bezi-
gen zoude. Vaartwel! tot wederziens!

Leeringen.

Uit hetgene wij omtrent de werking der mid-
delkrachten hebben opgemerkt, volgt:

Dat, wanneer men eene buis, gevuld met
vloeistoffen van onderscheidene gewigten rond,
slingert, de zwaarste naar het boveinde en
de lichtste naar onderen zullen wijken. Door
deze kracht is het, dat een rijder, die snel in
eenen kring rijdt, niet recht 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 rond,
draaijende beweging, naar den buitenrand, en
het ruil naar het midden gaat.

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.

Alit dit alles kan men ook afleiden.

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 be-
wogen of geslingerd wordt, moet de regelen der
middelpuntskrachten volgen; zoodat deze hare
toepassing van eenen te grooten omvang is, om
geheel hier op te geveren; eene oplettende waarne-
ming 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 bescho-
wingen voort te gaan. Hebt gij wel ooit eens eene
pijp of een stokje op uwen vinger in evenwigt gelegd,
zoo als dit, bij voorbeeld?

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

Mr. Heer 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 zoo,
wel 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 lichamen zulk een punt, waarom
heer al de deelen in evenwigt liggen; en dus, dit punt on-
dersteund zijnde, wordt het gansche ligchaam, even als de
pijp of stok, belet te vallen. Zie hier, bij voorbeeld, een
driehoekig plankje, Fig. 27, 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, het-
welk, ondersteund zijnde, het ligchaam belet te vallen.

Yantje. 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 kun-
nen vinden; veel gemakkelijker is het met een' regten
stok.

Mr. Dat geloof ik zeer wel, lieve jongen! want
in u' plankje moest gij niet alleen het evenwigt zoe-
ken, rechts en links, maar naar alle hoeken, en dat

gaat zeer bezwaarlijk; doch ziehier hoe men het doen kan. Laat (Fig. 18) ABC een plankje zijn, waarvan men het zwaarte- of evenwichtspunt vinden wil, zoo slaat men het naauwkeurig in twee hoeken van dezelve als A en B, spijkers of stiftjes; nu hangt men 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; alnu valt dezelve langs AE; derhalve ligt ook het zwaartepunt in de lijn AE, even zoo als het ligt in BD, volgens het eerste geval. Dús 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 meten, tot welk eene schuïnte men het kan overbuijen, al eer het zal vallen.

Laat, bij voorbeeld in Fig. 20, AB een balk zijn, waar van het zwaartepunt in Z is, zoo onderzoekt men in dien schuïnschen 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 dús 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 berinden zich twee torens, als een te Piza en een te Bologne, welke men zegt, dat opzettelijk zoo schuïns, als deze balk, gebouwd zijn, zoodanig dat de streklijn 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 ter, stond vallen zoude.

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

Mr. o ja! doch het is met onderscheid hoe de bouwing is; zijn zij van boven spits toeloopende, en is dús 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 zwaartelijne ZD of FG af, en daar, waar zich de meeste zwaarte berindt, 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 en stiek hout uithakt, en dat vol lood giet, zoodanig dat hetzelve 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 berindt. — Deze kennis van het zwaartepunt geeft aanleiding tot allerlei aardigheden; zoo als kegels, 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 berrijd van vallen kan blijven.

Yantje. 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?

M. r. Het zwaartepunt van het menschelijk ligchaam berindt 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 mislukkt, 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 rat, het andere einde tegen den hoek van den emmer C aandrukt, zoo sterk, dat de emmer iets terugrijkt; 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.

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

M. r. Dit komt daarran, 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 naaet, meest dan voorzigtig, om niet 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 voor elkander plaatst.

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

Waarom de duikelaars, van rlierpitten gemaakt, werken.

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

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

Waarom een mensch achterover loopt, als hij eenen zwaren last van roren 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 middelpunten,

krachten gezegd hebben, en ook op den tegenstand van het laken der tafel.

Eindelijk leeren wij hieruit:

Dat hoe meer iets topwaart is, hoe meer zich het zwaartepunt naar boven berindt, en hoe eerder het, zelve 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.

Rechtste zamenpraak.

Over de enkerrouidige Werktuigen, bijzonder den Hefboom.

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

Yantje. 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.

M r. Zeir 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 mij dagelijks zien gebruiken, als Koeroeten, Handspaken, Balansen, Windassen, Katrollen, Takels, enz., altemaal dienende om, of met veel vermogen iets met groote snelheid te doen bewegen, of, en dat 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 naauwelijks zoude kunnen gedaan worden.

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

M. r. Ja, zeker, en somtijds wel voor twintig mannen en meer. Dat is juist het oogmerk der werktuigen, die men tot het hijschen, verplaatsen der goederen, en anderzins, gebruikt. En om u dat alles wel te doen verstaan, zullen mij eerst spreken

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

De enkelvoudige zullen mij in zeven soorten verdeelen, als:

1. Den Hefboom.
2. De Balans.
3. Het Katrol en Takelgestel.

4. Het Windas.
5. Het Hellend 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 naauwkeurig 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 vrijelijk bewegen kan, en dient om zwaarten op te ligten, zoo als onze Koeroeten, Dakkersstokken, enz. zijn. Wanneer mij nu met dezen stok AB een gewigt, dat op A ligt, willen opligten, moeten mij immers denzelven aan het andere einde B, hetrij met de hand of met eenig ander gewigt, drukken. Bij voorbeeld: (De Meester neemt een linia, al, legt het op iets, dat het steunpunt uitmaakt, en ligt er iets mede op.) nu kan men de kracht van drukking met de hand niet wel bepalen, dewijl dezelve ongelijk is; zijn, de 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 mij 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 hoereelheid 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, waarran 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 Stefboom ligt, het rústpunt. 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?

M r. Dat is niet altijd noodig. Zie hier 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?

M r. Gij zoudt volkomen gelijk hebben, zoo de gewigten ieder afzonderlijk hingen of werkten, en niet door eenen stok of staaf aan elkander vereenigd waren.

Set 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 zwaarsten bal op $\frac{2}{5}$ gedeelte der geheele lengte van den stok, immers vier looden vermenigvuldigd met $\frac{2}{5}$ is $\frac{8}{5}$, en één lood vermenigvuldigd met de overige $\frac{3}{5}$ is ook $\frac{3}{5}$, want alle beweegkracht is, zoo als wij reeds in de Tweede Zamenspraak van dit Deel gezien hebben, gelijk aan het gewigt met de snelheid vermenigvuldigd. Laat nu (Fig. 26) AB den Stefboom, in A het lastpunt, en B het magtpunt zijn; hang dan in I 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 Heftboom 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 vergelyking tot AD; en de Wiskundigen leeren ons, dat deze cirkelbogen BE en AD juist in grootte tot elkander zijn als de lynen CB en CA, waarmede zij gemaakt zijn; dat is BE is, juist zoo veel maal groter dan AD, als BC groter dan AC is; derhalve is de weg BE van de magt juist zoo veel groter dan AD van den last, als BC groter dan CA is. Dewyl 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 vergelyking van die van L, als BC is in vergelyking tot AC. Stel nu dat BC drie duimen lang is en AC maar een duim, zoo zal de snelheid van de magt M ook drie zijn, tegendat die van L een 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; derhalve zal men evenwigt hebben, wanneer in L 9 looden hangen en in B 3 looden. De gewigten, welke in eene heftboom evenwigt zijn, moeten in B, met den afstand BC van het rust-

punt 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 tusschen 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, hetzelve 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 duidelyk, wanneer gij maar eens oplet op het naar boven gaan van eene turfmand met touw en blok, en dat van eene baal of rat, welke met een windas worden geheschen, met het laatste is slechts omtrent $\frac{1}{2}$ van het gewigt noodig, dewyl een 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.

Yantje. Ja, Meester! daar heb ik veleens op gelet: eene turfmand is heel schielijk boven, terwijl een rat of baal met een windas zeer langzaam gaat.

Mr. Ja, voorzeker; en let nu eens vooral op 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 waar, van 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 opweegen. Deze regel nu gaat onveranderlijk door, en blijft, in welk werktuig ook, altijd dezelve: 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. — Meer mij dit werktuig verlaten, moet ik nog aanmerken, dat hetzelfde den grondslag van de geheele Werktuigkunde uitmaakt, en alle werktuigen in hetzelfde gegrond zijn. Men onderscheidt de Hefboomen gemeenlijk in drie soorten, naar mate der rustmagt — 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, dan is het een Hefboom van de derde soort. Vele werktuigen, die wij dagelijks gebruiken, komen er mede overeen, als ijzeren koervoeten, 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 koervoet, 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 welchen 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 Bakkers 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 loomen dragen, en daarom Hefboomen van de tweede soort; hoe verder almeder 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 geldrakken, of andere zware vra,

chten, ligt op het wiel, en hebben lange boomen aan hunne wagens. De ruintang, eindelijk, is ook een Hefboom, en wel van de derde soort omdat het scharnier het rustpunt, de bladen het lastpunt en de hand tusschen beide in, het magtpunt uitmaakt; deze werken voor de magt al, tijd onvooroordeelig.

Heintje. ja, Meester! ik heb weleens gedacht: waarom zijn sommige kruitwagens zoo lang? Maar verstaan dan al de Kruiters 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 kerfmassen, 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 verbaarsend 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 samenstel, dat de kracht onzer spieren zoo verbaarsend 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 oplichten, en andere krachten oefenen!

Denkt hierover nu eens met aandacht na, en sparen mij het vervolg tot de volgende bijeenkomst.

Vegende zamenpraak.

Over de Balans, de Katrol, het Winds, het Stellend, vlak, de Wig en de Schroef.

Mr. Komt, jonge vrienden! gaan mij 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 ge- en 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 recht loodlijnig op de Balans staan. Het zwaartepunt moet iets lager zijn dan het beweegpunt of rustpunt van de Balans, opdat hetzelve, door het laagste punt te zoeken, de Balans in evenwigt bringe. Hoe nader, ondertusschen, de werkman het zwaartepunt on-

der het beweegpunt gebragt heeft, hoe naauwkeuriger de Balans zal zijn. Op deze wijze verwaardigt men goede Balansen, waarin het gewogen 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 evenwicht doet hangen, even als eene goede, dan is dezelve valsch en bedriegelijk; de schaal aan den langsten arm moet dan ook zoo veel lichter gemaakt worden, om evenwicht te vertoonen: men ontdekt deze valscheit terstond, als men de schalen omhangt; dit moet de bedriegelijke Balans geheel uit het evenwicht brengen, terwijl het aan eene goede volstrekt niets hinderen kan. Wil men met zulk eene valsche Balans evenwel juist wegen, dan wege men de waer eerst in de eene schaal, en legge die dan over in de andere, en wege dezelve meder. Het spreekt van zelf, dat deze gewichten verschillen, omdat de eene arm langer dan de andere is. Om dan nu de ware zwaarte daarvan te vinden, vermenigvuldige 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 $9 \times 4 = 36$

V — —

is 6 voor het ware gewicht.

3. De Katrol, als in Fig. 27 AB, is even als eene Balans, zoo als de lijn AB aantoonst; C is het steunpunt, en dus is het gewicht L altijd gelijk aan M, om evenwicht te maken. Men vindt dus met eene Katrol niets dan gemak

van werking. Bij voorbeeld: in plaats dat men, boren uit een venster liggende, eene turfmand zoo moeten tot zich trekken van beneden naar boven, hijscht men dezelve met touw en blok op, dat veel gemakkelijker is.

Maar zodra wij meer dan eene 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 vast zijn, en eene andere in C beweegbaar, daar de last in L aan hangt, dan zal 1 tt in M 2 tt in L kunnen opweegen; want de helft van het gewicht L draagt het punt B, daar het touw vast is gemaakt; dus wordt in M, over Katrol A, slechts de andere helft gedragen. Ook zal M, naar beneden trekkende, mede twee voet dalen, tegen L één voet rijzen. Op deze wijze stelt men Katrollen, 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 denzelfden kan in M, met viermaal minder gewicht dan de last L, zwaar is, deze last L opgehouden worden. Gij weet het gebruik van dezen en andere Takels, om goederen uit de schepen te hijschen, en andere zwaare lasten te verplaatsen. De voorzede 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. Behalve deze gewone zijn er nog andere Takels, doch weinig in gebruik, welke zamenstel gij,

verder gerorderd zijnde, ligtelyk op dese gronden kunt onderzoeken. De Spaansche Takel, ondertusschen, 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 schijren heeft; 3 pond in L, met 1 pond in M, maakt te zamen 4 pond, 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, waar, aan 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 roet en van B 1 roet, zoo zal 1 pond in

M 9 pond in L opheiden. 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 geral is, blijkt ook duidelyk uit Fig. 32, wanneer men het Windas bij den Hefboom vergelykt. Laat AEF den omtrek zijn van het groote rad van het Windas, en BGD dien van de spil, waarop 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 aantoonst. 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.

Zantje. Meester! hoe duidelyk is deze verklaring door dien algemeenen regel, en vooral door dien, welchen gij daar nog bijgeroegd hebt! Hoe grooter dus het rad is, en hoe dunner de spil, hoe gemakkelijker hijschen.

M r. juist; doch men kan de spil niet zoo dún nemen als men wil, om het breken. Gemeenlyk onderrindt men, dat een last, met een Windas opgehesen, hoe hooger opkomende, hoe langer hoe zwaarder wordt; want het touw windt

zich, de eene boogt 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 vlakke, 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 overeenkomt, en DE met de schuinite, zoo is de magt, om eenen last op de helling tegen te houden, in vergelijking tot het gewicht van den last, even als de hoogte van de helling tot de schuinite. Laat de helling AB langzijn 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 schuinite tegen de hoogte.

6. De Wig, of Beitel, is even als twee Hellende vlakken tegen elkander, en dient om stukken hout vanen te spijten. 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 samenhechting 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 horizon, tale werking der magt verklaarden. Met de Wig vergeelijkt 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 messen, om wel te snijden, dún geslepen moeten worden.

M r. 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, uitgekepte 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 kruik 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 AB 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 twintig maal twaalf, is 288 duim, of als 1 tot 576. Met het vermoogen dan van 1 pond kan men 576 pond tegenwerken.

Dus leert ons dit, dat eene Schroef dat werktuig is, waar, mede 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 mederziens, als wanneer wij ook eens, met weinige woorden, over de zamengestelde Werktuigen spreken zullen.

Leeringen.

Mit hetgene mij omtrent den Hefboom opgemerkt hebben, leeren wij de werking der scharen, tangen, snuivers, notenkrakers, roeiriemen, kruiwagens, koeroeten, hengsels, klinken van deuren, tuimelaars van schellen, slingers van pompen, masten van schepen, mensche, lijke 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 ra, waaraan het zeil vast is, hooger wordt opgehaald.

Mit de Balans leeren wij:

Hoedanig iemand, die op de schaal van eene Balans staat, zich schijnbaar zwaarder en lighter 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, oercoomen, 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 zooveel te grooter maakt.

De Wig leert ons het gebruik der messen, bijlen, beitels, scharen, spijkers, heipalen, bekken en klaauwen 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 zoogenaamde rijzels, waarmede men de grootste gelouwen kan opligten.

Men leert ook hierdoor, waarom men, door het winden van eenen draad om den vinger, een al te naauw geknelden ring kan losmaken.

Tiende zamenspraak.

Over de zamengestelde Werktuigen.

M. r. Zoo, jongelieden! zijt gij daar meder? Dat behaagt mij. Wel aan! ik zal uwen meestlust trachten te voldoen met het voortzetten van onze taak.

Heintje. Als het u gelieft, Meester! mij verlan- gen naar uwe nuttige lessen; want nog dezen morgen zag ik het voordeel daarvan. Onze kruiser was bezig, om de wasch, die mijne moeder gepakt had, met touwen toe te ha- len, en om zulks met kracht te doen, had hij een' stok bij mijze van een' Hefboom, daar hij het touw met eenen strik om sloeg, en dan het eene einde van dien stok tegen de mand deed rusten, en aan het andere einde trök; doch hij had den strik omtrent in het midden van den stok, en won dus maar de helft in magt. Ik ried hem denzelven meer naar het rustpunt te schuiven; en toen deed hij met de helft van de kracht zoo veel als te roren, dat hem bij, zonder wel beriel.

M. r. Het is mij aangenaam, te vernemen, dat gij mij, ne lessen zoo wel begrepen hebt. — Wanneer twee of meer der hiervoor verklaarde enkelvoudige Werktuigen worden te zamengekoppeld, zoo noemt men het een zamengesteld Werktuig. Zoo zijn sommige zamengesteld uit een Windas

en een Hellend vlak, als de overtoomen of schuinten, ge- lyk, bij voorbeeld, te Amsterdam, buiten de Weteringspoort, en aan den Overtoom, daar men de schuinten, 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 spullen, 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 roer op de schepen ligt, Fig. 38, en daar het anker mede wordt opgewonden, ook een Windas. Zoo heeft men een werktuig (Fig. 39), Bok ge- naamd, geschikt om zeer vastzittende palen uit den grond te halen, hetwelk alsdan op eene zware schuit ligt. Hetzelve 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 handspaak E van het Braadspit A, is een Takel van 4 of meer schijven (hier van 4), welke men vervol- gens windt om den Kaapstander C, die door menschen wordt omgedraaid. Dúsdanig kan men werktuigen samenstellen en verbazende krachten aanrigten. Wil men nu van zulk of eenig dnder zamengesteld werktuig het vermogen kennen, zoo bekeeft 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 in 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 ziethier de reden: laat den last in L zijn 36 pond, dan draagt N. 3 van den Hefboom A slechts 12 pond, en dus N. 3 van den Hefboom B niet meer dan 4 pond; der halve M, in den Hefboom C, op het 4de deel van het rüst, pünt, slechts 1 pond: dus 1 pond in evenwigt met 36 pond. Nemen mij nu, in den voorgescrevenen Bok, het Braadspit dik 1 voet en de handspak 3 voet, dat is 6 voet middellyns 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 schyven m. tot l., gelijk 1: 4

En in den Kaapstander, de spil G stellen, de op $\frac{1}{2}$ voet dik, en de geheele spaak 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 nu, dat een mensch, aan de spaak FG dūnen, de, eene kracht oefent van omtrent 30 pond, zoo kan een mensch in evenwigt zijn met 8640 pond; en dus doet met zulk een werktuig een man zoo veel, als 288 mannen, zonder hetzelve, doen zouden.

Hierbij zouden mij het, volgens ons bestek, kunnen laten, ware het niet, dat ik u eene bijzondere dienst meen, de te doen met de verklaring van een werktuig, waarmede men de zwaarste lasten, als gebouwen, koepels, enz. opwinct en verplaatst; een werktuig, dagelijks in handen van elken werkman, die met het verplaatzen 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 klauw 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 krūk 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 handratsel EF gelijk 6;

dan is m. tot l., gelijk 1: 6 in het rad;
nog eens 1: 6 in het handratsel;

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 last, gelijk radius rondsel D, als 1 tot de lengte van het handratsel EF, gelijk 6.

gantje. Wel, Meester! ik sta verbaasd over de kracht, welke men door zulke werktuigen oefenen kan! Op die wijze zou een 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 mel 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 spullen der Windassen, enz.; ook komt nog zeer in aanmerking de stijfheid der touwen, zijnde de wederstand, welke 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 mint. De wrijving kan bedragen (naar mate van het werktuig) van $\frac{1}{2}$ af tot $\frac{2}{3}$ 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 (perien) te stoppen, kan men dikmaals de wrijving verminderen, zoo als men dagelijks ziet; en daarom

is het ook, dat de sleepers zich van retlappen bedienen, waar, over zij kunne sleden laten trekken.

Daar wij nu zoo veel belang hebben bij de molenaars, die door den wind bewegen, zal ik u nog, ten besluite dixer les, het samenstel onzer gewone Watermolens verklaren.

De eerste beweegoorzaak zijn de Wieken of Roeden (zie Fig. 42 in Δ), over welke hek- en zeilwerk, uit hoofde van den schuinen stand, de wind henenstroomt, en dit dus teragdrukt, om van G naar H te bewegen. Hierdoor beweegt de As, waaraan de wieken of roeden vast zijn, en doet het daaraan vastgemaakte rad B, bij de molenaars Bonkelaar genoemd, omgaan; welk rad rat in de groeven van het rad C, Kroonrad of Schijfloep geheeten, en doet de Groote Spil omgaan, die midden in den Molen staat, en waaraan, van onderen, het rad D, Schijfloep genoemd, geronden wordt; hetwelk nederom rat in de groeven van het Kroonrad E, aan welks as vast is het Scheprad 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 landerijen van onderloopen en al te grooten overvloed van water berijden. Zoo als men nu hier, aan die middel, spil, 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.

Jan tje. 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 heen, schuiven, en dezelve dus kunnen ronddrukken.

Mr. juist zoo. — Ik zou u nog vele werktuigen kunnen verklaren; doch ik vlei mij, dat gij dit mijnige 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 stutten, zullen wij denken aan hetgene gij ons megens 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 motens en fabrieken, zoowel als deze zelve, al onze oplettendheid gaande zullen maken van wege derzelver samenstelling.

Mr. Zeer wel, brave leerlingen! dus voortgaande, wordt gij ware Natuurkenners. Binnen kort wacht ik u weder.

Leerlingen.

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 hierin zien wij de reden, waarom smeerlappen, waarran de sleepers, 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, l. v. als zij den molen doet stilstaan door het knellen van den rang. De schroef houdt ook daardoor vast, zonder terug te gaan. Het korn wordt vermorzeld 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! behooren wij nu, ten laat,

ste, de uitwerkselen of krachten, welke bewegene lichamen, oefenen op andere lichamen, waartegen zij aanloopen; dat is, watergebedint, wanneer lichamen tegen elkander aanstooten of botsen.

Leintje. Gaarne, Meester! zoo het onze vatbaarheid niet te boren 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 bewegene lichamen kunnen zijn, of onverkrachtig, of verkrachtig.

Door onverkrachtige 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 onverkrachtige 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

beweeft, dan is de snelheid, na den stoot, 4×9 is 36; hier, bij 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 naloopt, en achterhale; bij voorbeeld: hiertoven haalde natuurlijk het ligchaam, dat 9 snelheden had, het andere van 2 snelheden in, en toen het den stoot gaf, gingen zij (zoo als boren gevonden is) te zamen voort met 6 graden snelheid, doch wanneer zij van tegenstrijfzige kant, ten tegen elkander aanloopen, dan moeten de vermenigvuldigingen van gewigt en snelheden der lichamen niet, zoo als hiertoven, bij elkander geteld, maar van elkander afgetrokken worden; bij voorbeeld: wanneer een ligchaam van 6 lood 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 9, blijft 0 voor de snelheden.

Gaan wij nu over tot de verkrachtige lichamen, zoo als de meeste zijn, bij voorbeeld, ivoren ballen, stuiters, enz.; daarran zal u de toepassing gemakkelijker vallen. Wat verkrachtig is, heb ik u reeds te voren (in de Elfde Zamenpraak van het Eerste Deel) gezegd. Daar een verkrachtig ligchaam zich door eenen stoot of val laat indrukken, doch, de oorzaak van indrukking weg,

genomen zijnde, zich weder herstelt, ziet gij reeds, dat hierdoor eenig verschil in den voorgaanden regel moet worden te weeg gebracht: 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 daarvoor, als van zelve, met dezelfde kracht, waardoor de deuken gemaakt zijn, van elkander af; hieruit volgt, dat, wanneer een veerkrachtige bal rechtstreeks geworpen wordt, of liever loodlijnig 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 gemeest, 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 meëromstuiting.

Setten wij thans op de snelheden, die er gebooren worden, wanneer twee veerkrachtige lichamen 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 verduubeld 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, el-
 kander nalooopen, de eene met 5 graden snelheid vooruit,
 en de andere met 10 graden snelheid achteraan, zoo zal
 de laatste noodwendig den eersten achterhalen en bot-
 sen, de deuk, door 10 graden snelheid alsdan in beide
 de ballen gemaakt, zich over en meer herstellende, moet
 deze schok van 10 graden snelheid onder de twee botsen,
 de ballen worden verdeeld: die met 10 graden achter,
 aankomt, verliest door de terugzetting bij het herstel
 van de deuk 5 graden, en de andere zal om dezelfde reden
 5 graden winnen; derhalve vermischen 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 ijeren ballen, van gelijk gewigt, naast elkander
 hangt aan evenlange draden, zoodat zij elkander even
 raken, en men dan den eenen optilt en tegenden 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 los,
 gelaten, terwijl de eerst bewegende stil zal blijven han-
 gen; en zie hier de reden: de snelheid van den eersten
 bal maakt eene deuk in den stilhangenden met geheel
 zijn vermogen; het herstel dier deuken stoot den eersten
 met zoo veel snelheid terug, als dezelve bezat, en deze blij-
 ft dus stilhangen, terwijl de andere, door die zelfde oorza-
 ak, met de volle snelheid wordt voortgestooten; hieruit

volgt een wonderbaarlijk verschijnsel, dat ik u met eene proef
 zal toonen: Neemt vijf ijeren ballen van eenerelei 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
 optilt, 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.

Ja n'tje. Dat is ver wonderlijk 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 bal-
 len?

Mr. o ja, als de ballen maar veerkrachtig genoeg zijn,
 en zie hier de reden van dit anderzins ver wonderlijk versch-
 ijnsel: 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 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 dús 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 Zamenpraak, 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, waarran de deuken in de klei de krachten aantoonen, welke proeven beschreuen 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 Zamenpraak 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 bewegene lichamen, die tegen andere aanloopen of botsen, gelijk staan, niet aan snelheid met gewigt vermenigvuldigd, zoo als gij ons toen zidet, in alle gevallen de beweegkracht dít te maken, maar aan het vermenigvuldigde van het vierkant der snelheid met het gewigt.

M. r. Het is zoo, lieve kinderen! ik heb dat niet gedaan, omdat ik meende, dat deze verklaring boven uw bereik zijn zou; want voorheen twistten groote Geleerden, als 's Gravesande Desagüliers, Clarcque en meer

anderen, over het besluit, dít de boven aangehaalde proeven opgemaakt; naderhand zag men meer bedaard 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 eenvoudigt werd, en na hetgene wij nu reeds behandeld hebben, ook wel door u begrepen zal kunnen worden. Set dan wel op! Stelt u voor eenen wal van meeke klei, waartegen een kanonskogel geworpen wordt met eene zekere 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 dezelve kogel geworpen wordt tegen denzelfden 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, dús 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 dús, 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 zijn en denzelfden kogel met 3 snelheden tegen den wal geworpen worden, dan is ook zijne beweegkracht 3, en hij verplaatst dus rooreer, st 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 mij zien alzoo, dat hier zoowel om den tijd, maar, in de kogel werkt, als om de snelheid, die zijne beweegkracht uitmaakt, moet gedacht worden; daarom zeide ik ook bij deze gelegenheid, in de Tweede Samenspraak, 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 uitwerksel der krachten van een bewogen ligchaam op een ander wordt door het vierkant der snelheid, met het gewigt vermenigvuldigd, aangemerkt.

Ziet daar van uwe aandacht genoeg gevegd. Rusten wij nu eenigen tijd, om met nieuwen ijver tot een allergevigst en vermakelijk deel der Natuurkunde over te gaan.

Leerlingen.

Uit de wetten der botsende lichamen leert men:
Dat een haas met meer kracht geschoten wordt, als hij dwars afloopt, dan recht vooruit.

Dat voor een sterk man eene zware kolf verkieslijk is boren eene ligte.

Waarom men zwaargespiede, sterke lieden een ijzeren aanbeeld op hinnen buik ziet dragen, en daarop zware hamerslagen verduren.

Waarom van eene pijp, die men loodrecht met den steel op eene ijzeren plaat laat vallen, de kop af springt.

Waarom steentjes, op het water geworpen, en geschotene kogels, weder opspringen, en wel verhaalde malen.

Het raketten, biljarten, knikkeren en kolven is alles gegrond op het herstellen der ingedrukte veer, krachtige deelen door den slag of stoot.

[Faint, illegible handwritten text within a rectangular border]

[Faint, illegible handwritten text on the right page]

