Abhandlung,

von den Kräften der Körper und der Elemente.

von

P. Benedict Arbuthnot,

Ordentlichen Mitglied zu St. Jacob in Regensburg.

I.

Wie armselig die Naturslehre bestellet war, ehe Newton jener ruhmwürdigste Naturkündiger von den Kräften der Körper und der Elemente zu denken anfieng, wird wohl jedem Naturforscher bekannt seyn, wenn er nicht aus der Zahl derjenigen ist, welche auch der Sonnenklaren Wahrheit zu widersprechen pflegen. Sie häuften Systeme und Hypothesen, welche sie nicht aus den Wirkungen der Natur und den Erfahrungen, sondern aus ihrem eigenen Gehirne hervor zogen; da sie die Natur nach ihrer eigenen Meinung zu leiten, und nicht ihre Meinung nach den Gesetzen der Natur zu richten trachteten. Derowegen sie in Erklärung der Phänomenen der Natur unüberwindliche Beschwerniße antraffen; und was sie immer in der subtilen Materie, durch welche sie alles zu erklären suchten, für eine Bewegung oder Trieb zur Bewegung erdichteten, brachten sie nur etwas widersprechendes vor, und blieb ihnen jederzeit eben das in ihrer erdichteten Materie zu erklären, was sie durch dieselbe in andere Körpern erklären wollten. Da aber die Naturforscher nach widerholten Rechnungen und Erfahrungen die Gesetze der Natur zu bestimmen anfiengen, sind also gleich die vorigen Finsternüße verschwunden. Dann zeigten sich von selbst jene Kräfte der Körper, welche die ganze Natur bezeuget, und den Naturkündigern blieb nichts mehr übrig, als die Gesätze dieser Kräfte und die Maß ihrer Wirkung zu bestimmen. Da ich demnach von diesen zu hanhandeln gesinnet bin, deucht mir unter andern diese eine von den grösten Beschwernüßen zu seyn, ob nemlich alle Elemente nach dem nemlichen Gesetze und in der nemlichen Maße wirken; oder was eines ist, ob die Elemente eine und die nemliche Natur und Wirkung haben. Nun aber die ganze Sache desto klärer darzulegen, werde ich erstlich von der Natur selbst, und den Kräften der Elemente handeln, hernach von den Gesetzen, nach welchen diese Kräfte wirken, und endlich ob man die Phänomenen der Natur vernünftig erklären könne, wenn man setzet, daß alle und jede Elemente die nemliche Kraft und Wirkung haben.

2.

Die Elemente der Materie sind einfach. Denn wenn sie nicht einfach wären, könnten sie noch, und zwar in das unendliche getheilet werden; folglich enthielte jedes Element wirklich unendliche Theile, und in jedem Theile eines endlichen Körpers, würden wirklich unendliche enthalten seyn, welches ja widersprechend ist, also müßen die Elemente der Materie einfach seyn.

3.

Wenn die Elemente einfach sind, so können sie gar keine Gestalt

stalt haben; folglich wenn sie unterschieden sind, so können sie durch nichts anders, als durch die Kräfte allein unterschieden seyn.

4.

Die Elemente sind mit gewissen Kräften versehen. Denn einfache Dinge ohne Kräften würden gar nichts seyn: indem sie gar keine Wirkung haben könnten: ja wenn die ganze Welt mit dergleichen einfachen Dingen angefüllet wäre, so könnte man sie doch nicht wahrnehmen. Nichts nennet man dasjenige, welches keine Wirkung haben kann.

5.

Die Elemente sind mit anziehenden und zurücktreibenden Kräften versehen. Wenn sie keine anziehende Kräften hätten, so könnte niemals aus ihnen ein Körper entstehen; denn es könnte kein Zusammenhang der Theile seyn; und wenn sie nur die anziehenden Kräfte allein hätten, und keine zurücktreibende, dann würden sie sich mathematisch berühren: wenn aber ein einfaches Ding ein ander Mathematisch berühret, so müßen sie sich beyde ganz berühren, und in diesem Falle müßte nothwendiger weise eine Compenetration erfolgen, folglich wenn die Elemente mit keinen zurücktreibenden Kräften versehen wären; so könnte unsere ganze Erdkugel nur den Raum eines einigen Punktes erfüllen, welches ja ganz klar wider die Erfahrung ist. Also müßen die Elemente mit anziehenden und zurücktreibenden Kräften versehen seyn.

6.

Da also die Nothwendigkeit der anziehenden sowohl, als zurücktreibenden Kräfte in den Elementen erwiesen ist; hat man jetzt aus den Wirkungen der Natur nachzuforschen, nach was für Gesetzen diese Kräfte wirken. Die

Die Erfahrung lehret uns erstlich; wenn die Theile eines Körpers über ihren natürlichen Stand zusammen gedrucket werden, so widerstehen sie diesem Drucke, und zwar desto mehr, je stärker sie gedrucket werden: und wenn sich die Theile gegen die Seiten nicht hinziehen können, so wird man wahrnehmen, daß sie sich mit der nemlichen Kraft, mit welcher sie zusammengedrucket werden, wieder herstellen, also wenn man die Luft zusammen drucket, so widersteht sie dem Drucke, und so bald dieser aufhöret, stellet sie sich wieder in ihrem vorigen Stande her. Folglich fängt die zurücktreibende Kraft in den allerkleinsten Entfernungen von der Berührung an, und wächst immer, je näher die Elemente zusammen kommen. Zweytens. wenn man einen Theil des Körpers von dem andern absondern will, so wird dieser Theil an dem übrigen Körper also fest gleben, daß man ihn nur mit Gewalt absondern kann; also findt man in den Elementen etwas, so sie zusammen hangen machet; welches man die Cohäsive Kraft nennen kann; weil aber die zusammenhangenden Theile jedem Drucke widerstehen, müßen die Entfernungen, in welchen die Cohäsive Kraft wirket, größer seyn als jener, in welchen die zurücktreibenden Kräfte wirken. Ferner wenn man einen Theil des Körpers von dem übrigen absönderet, wird er keinen Zusammenhang mehr haben; denn die Punkte, die sich vorher den Sinnen nach berührten, kommen nicht mehr so zusammen, daß sie sich berühren; also müßen diese Entfernungen so klein seyn, daß sich die Theile den Sinnen nach, berühren, dahero man auch diese Entfernungen die Kleinern nennen kann. Drittens: will man einen Körper von der Erde aufheben, so wird man ein Gewicht wahrnehmen: ja wenn man auch im leeren Raume einen Körper in die Höhe schnellet, wird er bald zurück fallen, welches ja nicht geschehen könnte, wenn nicht die anziehende Kraft der Erde, jene Kraft, mit welcher der Körper in die Höhe geworfen worden, endlich überträfe: denn ein Körper behält seine Bewegung nach der nemlichen Richtung, wenn keine Ursache da ist, welche eine

Aen-

Aenderung veranlaßet. Folglich in den **größern Entfernungen** wirkt die anziehende Kraft. **Viertens**: die Erde, und alle Planeten werden um die Sonne in einer krummen Linie beweget; nun aber kann die Bewegung in einer krummen Linie von wenigern als zwoen Kräften nicht entstehen; da nemlich eine nach der Tangente, die andere nach dem Mittelpunkte wirket, also zieht die Sonne alle Planeten in so großen Entfernungen an sich; also wirkt die anziehende Kraft auch in **sehr großen Entfernungen.**

7.

7. Aus diesem erhellet, daß dis das allgemeine Gesetz der Kräfte sey; daß nemlich in den **allerkleinsten Entfernungen** die zurücktreibende Kraft, in den **kleinern** die Cohäsion, und in den **größern** auch sehr großen Entfernungen die allgemeine anziehende Kraft wirke. Aber das Gesetz, nach welchem diese Kräfte wirken, für jede Entfernung zu bestimmen, ist eine Sache, welche größere Beschwernüßen unterworfen ist.

8.

Wenn zwey Körper von verschiedenen Kräften beweget werden, wird jener in gleicher Zeit einen größeren Raum zurücklegen, welcher von der größeren Kraft beweget wird; folglich kann man die Kräfte durch die Räume, welche die Körper in gleicher Zeit zurück legen, füglich ansdrucken

9.

Das Gesetz der allgemeinen anziehenden Kraft, welche sich in großen Entfernungen zeiget, ist dieses, daß sie nemlich in dem umgekehrten Verhältniße der Quadrate der Entfernungen wirke. Denn aus den astronomischen Beobachtungen

tungen weis man, daß sich alle Planeten um die Sonne beynahe in ellyptischen krummen Linien bewegen; nun aber könnten die Planeten in solchen krummen Linien nicht beweget werden, wenn die anziehende Kraft nicht nach diesem Gesetze wirkte. Denn es sey (Fig. 1.) $p\,q$ ein unendlich kleiner Bogen einer Ellypse: man ziehe zu dem Punkte p die Tangente $p\,m$: es solle $r\,q$ parallel seyn mit dem Radius vector $s\,p$; diese Linie wird die Central-Kraft ausdrucken; weil sie den Raum anzeiget, um welchen der Körper von der Tangente gegen den Mittelpunkt der Bewegung in einer unendlich kleinen Zeit abweichet. Die Kräfte aber werden füglich durch die Räume angezeiget (N. 8.) man führe ferner von dem Punkte q auf den Radius vector $s\,p$ die perpendikular Linie $q\,t$; endlich nenne man den Parometer die größere Achse P. Nun beweiset Newton Phil. nat. Prin. Math. Tom. I. Prop. XI. daß das Produkt aus dem Parameter und der Central Kraft gleich sey dem Quadrate der Perpendikular-Linie, so die Central-Kraft anzeiget, die Ellypse schneidt, auf den Radius vector gezogen wird. Das ist: $P \times q\,r = q\,t^2$.

10.

Da also $r\,q \times P = q\,t^2$; ist $P = \frac{q\,t^2.}{r\,q}$

der Parameter ist eine beständige Größe,

also ist $P = 1.$ dahero $\frac{q\,t^2}{r\,q.} = 1.$

also $q\,t^2 = r\,q$

dahero $\frac{r\,q}{q\,t^2} = 1.$

Denn ein Bruch kann einer Einheit nicht gleich seyn, wenn der Zehler dem Stenner nicht gleich ist.

11.

Ferner beweiset cl. de la Caille Sect. 1. P. 1. Astron. Solar. Cap. 2. de Panet. Art. 13. §. 156. erstlich: daß jede Central-Kraft, so veränderlich sie immer seyn mag, in einer sehr kleinen Zeit für eine einförmig wachsende zu halten sey. Zweytens: beweist er part. 1. Mechan. §. 113. daß die Räume welche durch eine einförmig wachsende Bewegung zurück geleget werden, in einem zusammen gesetzten Verhältniße aus der bewegenden Kraft und dem Quadrate der Zeit stehen. Das ist wenn man den Raum S nennet, die Kraft v, und die Zeit t, sey $S = v\,t^2$.

12.

Da man nun setzet, daß $p\,q$ (Fig. 1.) ein sehr kleiner Bogen sey, so wird (N. 11.) die Bewegung in $r\,q$ einförmig wachsend, und folglich der zurück gelegte Raum in dem zusammen gesetzten Verhältniße aus der Kraft und dem Quadrate der Zeit seyn. Das ist: $f = v\,t^2$.

Da also $f = v\,t^2$

ist $v = \frac{f}{t^2}$

Nun ist $f = r\,q$

also ist $v = \frac{r\,q}{t^2}$

indem diese Linie den durch die Central-Kraft zurückgelegten Raum anzeiget.

13.

Ferner nach dem erste Gesetze des Kaplers wenn sich ein Körper in einer krummen Linie um einen Punkt, gegen welchen er durch eine Kraft gezogen wird, beweget, so verhalten sich die zurückgelegten Raume oder Sektores wie die Zeiten. Folglich kann man die Zeiten durch die dreyeckigten Flächen, so die Radii vectores, und der zurückgelegte Bogen einschliessen, füglich ausdrucken. Da also die Fläche des Dreyeckes $\int p\,q = \frac{\int p \times q\,t}{2}$; oder (weil 2 eine beständige Größe ist,) $= \int p \times q\,t$; so ist die Zeit $t = \int p \times q\,t$.

14.

Weil demnach $t = \int p \times q\,t$

so ist $t^2 = \int p^2 \times q\,t^2$

(N. 12.) war $v = \frac{r\,q}{t^2}$

also ist auch $v = \frac{r\,q}{\int p^2 \times q\,t^2}$

(nach N. 10.) war $\frac{r}{p}\frac{q}{t^2} = 1.$

also ist endlich $v = \frac{1}{\int p^2}.$

das ist; die anziehende Kraft in den Planeten oder in den großen Entfernungen verhält sich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen.

15.

Eben dieses Gesetz in dem umgekehrten Verhältniße der Quadrate der Entfernungen dauret fort bis zu der Entfernung, in welcher die Cohäsiwe Kraft wirket. Denn wenn man erweisen kann, daß sich bey dem Monde (als welcher in einer ziemlich großen Entfernung

fernung von der Erde absteht,) und bey den Körpern, welche auf die Oberfläche der Erde fallen, das nemliche Gesetz der anziehenden Kraft zeiget; so ist es auch erwiesen, daß dieses Gesetz immer fort daure bis auf jene Entfernung, in welcher die Cohäsiwe Kraft wirket, nun zeiget man in der Phisik, daß der Mond und die irdischen Körper nach dem nemlichen Gesetze gegen die Oberfläche der Erde drucken. Denn wenn man die Rechnung machet, so erfährt man, daß der Mond, (als welcher 60. Halbmesser der Erde von der Erde selbst entfernet ist) in einer Minute eben so weit gegen die Erde herabfällt, als die Körper, so gleich an der Oberfläche der Erde selbst, oder einen Halbmesser von dem Mittelpunkte der Erde entfernet sind, in einer Secunde herabfallen. Nun nach dem Gesetze in dem umgekehrten Verhältniße der Quadrate der Entfernungen muß sich eben dieses ereignen. Denn da die Fallhöhen sich wie die Quadrate der Zeiten verhalten; wenn ein Körper an der Oberfläche der Erde in einer Secunde 15. Fuß zurückleget, so wird er in einer Minute oder in einer Zeit von 60 Secunden $\frac{15 \times 60 \times 60}{1}$ Fuß $= \frac{v}{d^2}$ zurücklegen, wo v den zurückgelegten Raum erzeiget (indem N. 8. die Kräfte sind wie die Räume,) und d die Entfernung an dem Mittelpunkte der Erde in Halbmesser der Erde $= 1$. folglich auch $d^2 = 1$. Nun setze man, daß dieser Körper um 60 Halbmesser der Erde von der Erde selbst entfernet werde; alsdann, wenn sich die anziehende Kraft umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen verhält, wird der Körper in dieser angenehmen Entfernung in einer Zeit von 60. Secunden $\frac{15 \times 60 \times 60}{60 \times 60}$ Fuß $= \frac{V}{D^2}$ zurücklegen: wo $D = 60$; das ist er wird 15 Fuß zurücklegen. Nun verhält sich die Sache also bey dem Monde. Also erfahren wir das nemliche Gesetz der anziehenden Kraft bey dem Monde, und den Körpern, welche nahe an der Oberfläche der Erde sind. Folglich ist das Gesetz der anziehenden Kraft in den größern und sehr großen Entfernungen unveränderlich.

16.

Folglich hat Newton dieses Gesetz der anziehenden Kraft durch eine kubische Hyperbole füglich ausgedrucket, in welcher nemlich die Ordinate sich umgekehrt verhalten wie die Quadrate der Abscissen. Das ist (Fig. 2.) wenn man aus der Scheitel der Hyperbole d die Linie $d\,e$ mit dem Asymptoto $a\,b$ parallel zieht, wird diese die Potentia hyperbolæ genannt, welche in jeder Hyperbole unveränderlich ist. Wenn nun $b\,l^2 \times l\,k$ oder $b\,g^2 \times g\,f = d\,e^3$ ist; so nennet man sie eine kubische Hyperbole. Wenn man also $b\,g$ oder die Abscisse $= x$, $g\,f$ oder die Ordinate $= y$ und $d\,e$ oder die Potentia hyperbolæ $= d$ setzet, so wird die Gleichung seyn $x^2\,y = d^3$, und für jede andere Abscisse und Ordinate, wenn man sie mit größern Buchstaben ausdruckt $X^2\,Y = d^3$. Da nun d^3 unveränderlich ist, oder $= 1$, so wird $x^2\,y = X^2\,Y$; folglich $Y.\,y = x^2.\,X^2$; oder $Y.\,y = \frac{1}{X^2}.\,\frac{1}{x^2}$.

17.

In den kleinern Entfernungen, oder wenn sich die Theile den Sinnen nach berühren, erfährt man ein ganz anderes Gesetz der anziehenden Kraft, welches man die Kohäsion nennet. Diese unterscheidt sich von der allgemeinen Attraktion, theils weil sie viel stärker ist, theils weil sie sich nur in kleinern Entfernungen zeiget; das Gesetz aber nach welchem sie wirket, wird man nicht so leicht bestimmen können.

18.

18.

Wenn zwey unpolirte Metalle an einander gedrucket werden, wird man kaum eine kohäsion wahrnehmen: wenn aber diese Metalle wohl poliret werden, so wird man bemerken, daß sie an einander hangen bleiben, ja wenn diese Metalle vorher warm gemacht und mit Fette geschmiert werden, so wird man wahrnehmen, daß sie sehr stark an einander kleben, so daß die Kohäsion den Druck, den die Luft verursachen könnte, weit übertrift. In dem ersten Falle kömmen sich nur sehr wenige Punkte berühren; in dem zweyten müssen sich mehrere, in dem dritten die allermeisten Punkte berühren. Folglich ist die Cohäsion desto größer erstlich je mehrere Punkte sich berühren.

19.

Obschon die Entfernung, in welcher die Cohäsion wirket, sehr klein ist, muß sie doch eine obschon sehr kleine Ausdehnung haben, und da in einem obschon sehr kleinen Raume mehrere Molekuln, oder sehr kleine Theichen der Materie seyn können, die Körper aber je dichter sie sind, desto mehr dergleichen Theilchen in dem nemlichen Raume enthalten müssen; so müssen auch die Körper, je dichter sie sind, desto stärker an einander kleben. Deßwegen, wenn ich auch setze, daß in den Oberflächen zweyer Körper gleich viele Punkte sich berührten, würde doch die Cohäsion in dem dichten Körper stärker seyn. Denn nicht nur die Theilchen, welche unmittelbar sich zu berühren scheinen, sondern auch die kleinen Theilchen, welche dieser unmittelbar folgen (indem sie noch in der Cohäsions Sphäre sind) müssen etwas zu der Cohäsion selbst beytragen. Nun aber giebt es mehr dergleichen Theilchen in dem dichten Körper; also muß auch die Dichtigkeit des Körpers zu der Cohäsion etwas beytragen.

20.

Dahero man diesen allgemeinen Schluß machen kann; daß nemlich die Cohäsion (wenn sonst alles übrige gleich ist) sich verhalte wie das Produkt aus der Berührungsgröße und der Dichtigkeit des Körpers.

Ich sage, **wenn sonst alles übrige gleich ist**, denn aus einer großen Menge genauer Beobachtungen so man in verschiedenen Körpern angestellt, weiß man, daß die Cohäsion sich nicht allzeit wie die Dichtigkeit des Körpers verhalte. Der berühmte Muschenbroeck (§. 656. von der Cohäsion der Körper) bringt folgende Experimente vor, die er in verschiedenen Körpern von gleicher Oberfläche, welche er in gleichem Grade der Hitze mit Unschlit überschmierte, angestellet hat.

		℔.
1.	Die gläsernen Flächen klebten zusammen wie	130.
2.	Die Flächen von Meßing	150.
3.	Von Kupfer	200.
4.	Von Silber	125.
5.	Von Stahl	225.
6.	Von Eisen	300,
7.	Von Zinn	100.
8.	Von Bismuth	100.
9.	Von Gold Markaßit	150.
10.	Von Bley	275.
11.	Von weissem Marmor	225.
12.	Von schwarzen Marmor	230.
13.	Von Helfenbein	108.

Da nun Silber, Zinn und Bismuth schwerere Körper sind als Glas, auch Silber und Bley schwerer als Eisen, wenn sich die

die Cohäsion allzeit wie die Dichtigkeit verhielte, so müßten diese Körper stärker zusammenhangen als die Gläser, wie auch das Silber und Bley stärker als Eisen.

Hernach nahm er Drate von verschiedenen Metallen gleiches Durchmessers (§. 671.) welche durch folgende angehängte Gewichte von einander gerissen wurde.

					℔.
1.	Kupferdrat durch ein Gewicht von			=	$299\frac{1}{4}$.
2.	Von Meßing	=	=	=	360.
3.	Von Gold	=	=	=	500.
4.	Von Eisen	=	=	=	400.
5.	Von Silber	=	=	=	370.
6.	Von Zinn	=	=	=	$49\frac{1}{4}$.
7.	Von Bley	=	=	=	$29\frac{1}{4}$.

Da doch das Bley viel dichter als alle andere Metalle ist ausser Gold, und nichts desto weniger ist seine Cohäsion die geringste, Silber und Kupfer sind dichtere Körper als das Eisen, die Cohäsion aber geringer. ꝛc. Ferner wird der Merkurius von dem Gold, Silber und Zinn also angezogen, daß er nur durch das Feuer von diesen Körpern kann getrennet werden, da er im Gegentheile dem Kupfer und Eisen kaum merklich anklebet.

21.

Aus diesen und sehr vielen andern Beobachtungen erhellet; daß obgedachtes Gesetz der Cohäsion nemlich in dem zusammgesetzten Verhältniße der Berührungsgröße und der Dichtigkeit nicht statt finde, wenn Körper von verschiedener Gattung mit einander verglichen werden; sondern nur in denjenigen Körpern, derer Theilchen mit der nämlichen Cohäsions-Kraft versehen sind, wo dieses aber herrühre, werde ich nachher untersuchen.

22.

Das Gesetz der Cohäsion ist nicht in dem umgekehrten Verhältniße der Quadrate der Entfernungen. Denn setze man (Fig. 3.) in dem Kegel $a\ d\ e$, $a\ c = c\ e$; so ist $a\ e = 2\ a\ c$, folglich $d\ e = 2\ b\ c$; weil die Dreyecke $a\ c\ b$ und $a\ e\ d$ ähnlich sind. Derowegen $d\ e^2 = 4\ b\ c^2$. Denn weil die Flächen cirkular sind verhalten sie sich wie die Quadrate ihrer Durchmesser. Nun setze man daß die cirkular Fläche $b\ n\ c$ mit einer andern Fläche $d\ m\ e$ in der nemlichen Entfernung von $b\ n\ c$ bleibt. Dann sage ich, wenn sich die Cohäsion umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen verhielte, so würden beyde Flächen $b\ n\ c$ und $d\ m\ e$ gleich stark Cohäsirn; denn man setze die Fläche $b\ n\ c = b\ c^2$; und $d\ m\ e = d\ e^2$; die Entfernung $a\ c = d$, und $a\ e = D$; so würde die Cohäsion der Fläche $b\ n\ c = \frac{b\ c^2}{d^2}$; und die Fläche $d\ m\ e = \frac{d\ e^2}{D^2}$ seyn. Nun ist $\frac{b\ c^2}{d^2} = \frac{1}{1}$; und $\frac{d\ e^2}{D^2} = \frac{4}{4}$; nun ist $\frac{1}{1} = \frac{4}{4}$; also würde die Cohäsion in beyden Flächen gleich seyn; welches wider die Erfahrung ist. Denn die Fläche $d\ m\ c$ hat gar keine merkliche Cohäsion, so bald sie nur ein wenig von dem Berührungs-Punkte absteht.

23.

Die Cohäsion wächst in einem umgekehrten Verhältnisse der kleineren Entfernungen, aber dieses Verhältniß muß in einer höhern als der zweyten Potenz seyn. Das erste erhellet aus dem; weil die Cohäsion desto stärker ist, je vollkommener sich die Theilchen den Sinnen nach berühren, desto schwächer entgegen, je weiter sie von einander entfernt werden. Das zweyte aber läßt sich aus diesem

sem beweisen: daß wenn sie nur in dem umgekehrten Verhältniße der Quadrate der Entfernungen wüchse, so würde sie in einer kleinen Entfernung von dem Berührungs-Punkte nicht viel schwächer seyn, als in der Berührung selbst, man erfährt aber das Gegentheil, denn so bald die Theilchen nur ein wenig von einander entfernet werden, so nimmt man schon gar keine Cohäsion wahr auch bey jenen Körpern, derer Theilchen sonst in der Berührung selbst sehr stark an einnander hangen. Der berühmte Newton hat das Verhältniß dieser Kräfte aus der Brechung der Licht-Strahlen berechnet, und hat gefunden, daß die Cohäsion (wenn sich die Theilchen berühren) sich zu der allgemeinen Attraktion (welche die Ursache der Schwere ist) verhalte wie 10. 000″. 000. 000′. 000. 000. zu 1. welcher ungeheurer Unterschied von dem Gesetze der allgemeinen Attraktion gewißlich nicht herrühren kann.

24.

Uebrigens hat man auch durch die genauesten Beobachtungen das Gesetz der Cohäsion noch nicht bestimmen können, und wird auch schwerlich jemals bestimmet werden können.

Man könnte zwar sehr viele Hypothetische Gesetze die Sache zu erklären anführen, aber aus diesen das wahre sey, kann man in der That nicht bestimmen. Denn es ist sehr wahrscheinlich, daß die Elemente nicht alle nach dem nemlichen Gesetze wirken: es wird aber uachher von dieser Sache weitläuftiger gehandelt werden. Indessen wenn man setzet, daß das Gesetz der allgemeinen Attraktion aus mehrern Gliedern bestehe, aus denen das eine sich umgekehrt verhalte wie die Quadrate der Entfernungen, das andere aber umgekehrt wie die vierte Potenz der Entfernung; wenn man die Entfernung D nennet, das erste Glied A, und das zweyte B; so wird das Gesetz der Attraktion seyn $= \frac{A}{D^2} \times \frac{B}{D^4}$; nun wenn D sehr groß ist, so wird $\frac{B}{D^4}$ sehr klein seyn in Rücksicht auf $\frac{A}{D^2}$; denn je größer der Nenner wird, je kleiner wird die Fraktion: folglich kann $\frac{B}{D^4}$ als ein sehr kleiner Bruch in diesem Falle ausgelassen werden, dahero in den größeren Entfernungen wird das Gesetz der Attraktion in dem umgekehrten Verhältniße der Quadrate der Entfernungen seyn. Im Gegentheile, wenn D sehr klein ist, wird $\frac{B}{D^4}$ weit größer als $\frac{A}{D^2}$ seyn (denn die Brüche werden desto kleiner, zu je größeren Potenzen sie erhoben werden) daher in den kleinern Entfernungen wird das Gesetz der Cohäsion in dem umgekehrten Verhältniße der vierten Potenz seyn. Dieses Gesetz der Attraktion habe ich nur Exempelweise angesetzt; denn sehr viele andre dergleichen könnte man anführen; welche aber die wahre sey in Rücksicht auf die kleinern Entfernungen kann man aus den bisher gehabten Erfahrungen nicht bestimmen.

25.

Nach den kleinern Entfernungen wird die Attracktion negativ, oder was eines ist, in den kleinsten Entfernungen geht die anziehende Kraft in eine zurücktreibende über; dessen allgemeines Gesetz ist, daß sie desto größer wird, je mehr sich die Elemente der Mathematischen Berührung nähern, also zwar, daß nur eine unendliche Macht dieselbe so zusammen treiben könnte, daß sie einander Mathematisch berührten, derowegen auch die Conpenetration durch natürliche Kräfte nicht geschehen kann, ferner nach was für einem Gesetze diese zurücktreibende Kraft wirke, kann mann eben so wenig bestimmen, als man das Gesetz der Cohäsion bestimmen kann; absonderlich, da diese zurücktreibende Kraft bey allen Körpern nicht in den nemlichen Entfernungen anfängt, und zugleich sehr wahrscheinlich ist, daß in allen

Elemen-

Elementen diese Kraft nicht nach dem nemlichen Gesetze wirke, wovon ich nachher handeln werde.

26.

Die Lufttheilchen scheinen einander in einer größeren Entfernung zurück zu treiben, als die Theilchen anderer Körper, auch bey diesen scheint die zurücktreibende Kraft langsammer zu wachsen, als bey den meisten andern Körpern. Und doch weis man, daß bey diesen die Refulsion in einer höheren Potenz, als in dem umgekehrten Verhältnüße des Quadrats der Entfernung wachse, welches sich hieraus erweisen läßt. Der Donnerstrahl, wenn er in die untere Luft fällt, giebt einen höheren Thon, als in der oberen Luft, Dieses aber könnte nicht geschehen, wenn die elastische Kraft der Luft nicht mehr wüchse, als in dem Verhältnüße des Quadrats der Dichtigkeit. Denn aus der Theorie von dem Schalle weis man, daß die Verschiedenheit des höheren und tieferen Thones von der größeren, oder kleineren Zahl der Vibrationen, welche ein Körper in gleicher Zeit macht, abhange; also zwar, daß der Thon desto höher ist, je mehrere, und desto tiefer, je weniger Vibrationen der Lufttheilchen in gleicher Zeit geschehen.

Ferner verhält sich die Zahl der Vibrationen, grad wie die Quadratwurzel der elastischen Kraft der Luft, und umgekehrt wie die Dichtigkeit; daß ist, wenn man die Zahl der Vibrationen $= n$. Die elastische Kraft $= v$, und die Dichtigkeit $= d$ setzet, so ist $n = \frac{\sqrt{v}}{d}$, und in einem anderen Falle, wenn man die Formel mit größeren Buchstaben ausdrücket, ist $N = \frac{\sqrt{V}}{D}$; dahero damit $n = N$ sey, muß $\frac{\sqrt{v}}{d} = \frac{\sqrt{V}}{D}$ seyn; oder $\sqrt{v} : \sqrt{V} = d : D$. oder endlich $v : V = d^2 : D^2$. folglich so lang die elastische Kraft in dem Verhältnüße des Quadrats der Dichtigkeit wächst, bleibt einerley Thon; wenn also der Thon höher wird, muß die elastische Kraft mehr als wie das Quadrat der Dichtigkeit wachsen; nun aber ist es bekannt, daß die elastische Kraft der unteren Luft, oder die Kraft, mit welcher die Lufttheilchen einander zurück treiben, dem Gewichte der obern Luft, die auf die untere drucket, gleich sey. Je größer nun das Gewicht der obern Luft ist, desto dichter wird auch die untere Luft, daß ist, die Theilchen der unteren Luft werden näher zusammen gehen; wenn nun die elastische Kraft nur wie die Quadrate der Entfernungen wüchse, da die Lufttheilchen zusammen gehen, so würde der nemliche Thon bleiben; man erfährt aber das dieser höher wird, also muß die zurücktreibende Kraft der Luft mehr als wie die Quadrate der Dichtigkeit, oder was eines ist, mehr als in dem umgekehrten Verhältnüße des Quadrats der Entfernung wachsen. In was aber für einem Verhältnüße die zurücktreibende Kraft der Lufttheilchen eigentlich wachse, wird man, glaube ich, nicht so leicht bestimmen können. Ferner die Waßertheilchen hat man bisher durch keine Kraft, auch nur merklich zusammen treiben können. Also muß gewiß die zurücktreibende Kraft der Waßertheilchen in einem weit höheren umgekehrten Verhältnüße der Entfernungen wachsen, als jene der Lufttheilchen. Dergleichen Versuche und Erfahrungen, die in verschiedenen Körpern so verschieden sind, berauben uns gänzlich der Hofnung zu einen allgemeinen bestimmten Gesetze der zurücktreibenden Kraft zu gelangen.

27.

Weil man nun jede Größe durch Zahlen oder Linien ausdrucken kann, ist es vor sich klar, daß die Gesetz der anziehenden und zurücktreibenden Kräfte, in so weit als sie uns bekannt sind, durch Linien ausgedruckt werden können. Es sey demnach (Fig. 4.) *A B* die Entfernung zweyer Elemente, *A l*, *A p*, *A c*, *A g*, &c, oder die Abscißen der krummen Linie *u. o c i k t v*, werden die Entfernungen der

der Punkte voneinander, und die Ordinaten nl, op, ds, hk &c. werden die größe der Kräften, so einem jeden Punkte der Entfernung zukommen, anzeigen, und zwar wenn die Ordinaten ds, ct, ro &c. unter der Linie die positiven Größen, oder die anziehenden Kräfte ausdrucken, so werden die Ordinaten ober der Linie, nemlich op, nl die negativen Größen, oder die zurücktreibende Kräfte füglich anzeigen. Nun soll Al, Ap, Ac die kleinsten; Ad, Ak die kleinere, Ae, Ar, AB die größeren Entfernungen anzeigen. Wenn nun $rv : iet = Ae^2 : Ar^2$; so wird sich die anziehende Kraft in den größern Entfernungen umgekehrt verhalten, wie die Quadrate der Entfernungen; wenn ferner $hk : ds = Ad^4 : Ah^4$; so würden sich die Cohäsionskräfte in den kleinern Entfernungen umgekehrt verhalten, wie die vierte Potenz der Entfernungen. Aber dieses letzte Verhältnüß habe ich hier nicht als eine Wahrheit, sondern als ein Exempel angeführt, weil uns dieses Gesetz nicht bekannt ist. Da es aber wider die Gesetze der Natur wäre, daß sich die gröste Cohäsive auf einmal, und unmittelbar in eine Repulsive veränderte, so werden die Cohäsionskräfte in einer gewissen Entfernung z. E. in Ad am stärkesten seyn, alsdann aber werden sie nach dem Gesetze des Continui immer abnehmen von d bis c, wo die Gränzen der Cohäsion und Repulsion sind. Von c aber werden die zurücktreibenden Kräfte bis auf die mathematische Berührung selbst sehr geschwind wachsen, also zwar, daß die Kräfte in dem Punkte der mathematischen Berührung selbst unendlich werden, denn die Seite der Hyperbole cn wird nie mit dem Asymptoto zusammen kommen; folglich ist die Ordinate nächst an dem Asymptoto unendlich. Was aber für ein Verhältniß die Ordinaten zu den Abscisen in den kleinsten Entfernungen haben, hat durch keine Erfahrung, oder Versuche bisher bestimmet werden können. Dieses allein darf man gewiß behaupten, daß sich die Ordinaten umgekehrt verhalten, mehr als die Quadrate der Abscisen oder Entfernungen, wie ich schon vorhin angemerkt habe; daher die zurück

trei-

treibenden Kräfte durch eine Hyperbole, welche eines höheren Grades als des dritten ist, ausgedruckt werden müßen.

28.

Nachdem ich also dieses von den Kräften der Elemente, und von den Gesetzen, nach welchen sie wirken, voraus gesetzt habe, verfüge ich mich zu der Hauptfrage, welche ich mir zu untersuchen vorgenommen habe; ob nehmlich, wenn man setzet, daß alle und jede Elemente eine Natur, und die nemlichen Kräften haben, die Phänomenen der Natur erkläret werden können. Der Gelehrte Herr P. Boscowich mit vielen andern behauptet, daß alle nach dem nemlichen Gesetze wirken, und gleiche Kräfte haben, folglich daß man durch die nemliche Curva die Kräfte aller Elemente anzeigen könne. Seine Meynung zu erklären führet er an die (Fig. 5.) angezeigte Curva.

Die Linie *AB* welche die Axe der Hyperbole ist, soll die Entfernung zweyer Elemente von einander anzeigen; man führe die Linie *Ac* auf *AB* senkrecht herab, diese Linie wird der Asymptotus der Hyperbole seyn; *d e h i l m n p q s t u w z* sey die Curva selbst, welche die Größe der Kräfte in verschiedenen Entfernungen von dem Punkte *A* anzeiget. Daher die Absciſen *AB*, *Ay*, *Ax*, *Au* *Av* &c. werden die Entfernungen eines Elements von dem unbeweglichen Elemente *A* anzeigen, und die Ordinaten dieser Absciſen nemlich *y z*, *x w*, *t r* &c. werden die Kräfte ausdrucken, mit welchen das bewegliche Element von dem unbeweglichen in diesen Entfernungen angezogen wird. Ferner sollen die Ordinaten ober der Linie *AB* die zurücktreibende Kräfte anzeigen. Fürnemlich setzet er drey Entfernungen; nemlich die **Kleinsten** z. E. von *A* bis *j*, *i* die **Kleinern** nemlich von *i* bis *n*, und die **Größern** von *u* bis zu einer unbestimmten Entfernung. In Rucksicht auf die Gesetze der Kräfte in den kleinsten und grösten Entfernungen kömmt diese überein mit jener, die ich

(N.

(N. 27.) angeführet habe. Derowegen was in dieser Curva hauptsächlich zu untersuchen vorkömmt, ist das Gesetz der Kräfte in den kleinern Entfernungen, nemlich von *j* bis *u*. Hier setzet der gelehrte Author, das die Curva durch verschiedene Wendungen die Axe schmide. z. E. in *m*, *p*, *s*, und *u* &c. folglich bald anziehende, bald zurücktreibende Kräfte anzeige. Also ist *u* die Gränze der Cohäsion und Repulsion, in dem Raume zwischen *u* und *s* ist das Element in dem Repulsiven Raume, zwischen *s*. und *p* in den Cohäsiven, zwischen *p* und *m* in den Repulsiven, zwischen *m* und *i* abermal in den Cohäsiven Raume, und endlich von *i* bis zu der mathematischen Berührung wächst der Repulsive Raum in das unendliche: hier wird die Curva ihre Axe nicht mehr schneiden, und kommt auch nicht mit dem Asymptotus zusammen.

29.

Der gelehrte Author hat diese verschiedene Wendungen der Curva in den kleinern Entfernungen deswegen angenommen, damit er dadurch die so verschiedenen Eigenschaften der Körper erklären könnte, wenn man auch setzet, daß alle und jede Elemente mit gleichen Kräften begabt seyen, und nach den nemlichen Gesetzen wirken. Ja er beweist, daß dergleichen Abwechslungen wirklich seyen, aus diesem, daß sich die Körper z. E. Merkurius und Waßer in elastische Dünste auflösen rc. derer Teilchen, da sie durch die Kraft des Feuers aus einem Cohäsiven in einen Repulsiven Raum getrieben werden, von selbst alsdann in Dünste abgehen. Folglich wenn nach dieser Meynung ein Element in der Gränze der Cohäsion, und Repulsion z. E. in *u* stehet, wird es ruhen, wenn kein andere Kraft dazu kömmt; wenn es aber in einem Attractiven Räume steht, z. E. zwischen *s* und *r*, weil die Cohäsion bis *r q* wächst, wo sie am stärksten ist, so wird das Element eine gewisse Geschwindigkeit erlangen, wodurch es auch bis in den repulsiven Raum *p n m* hinein dringt; da aber die repulsive Kraft sehr stark bis *O* wächst, wo sie am stärksten ist, verliehrt sich nach und nach die vorige Geschwindigkeit, die es in dem cohäsiven Raume erhalten hat, und das Element wird in den cohäsiven Raum zurück geworfen, welchen es durch die erlangte Geschwindigkeit durchlaufen, und in den repulsiven Raum $s\,t\,u$ auf der andern Seite hineindringen wird; allwo es wieder seine Geschwindigkeit durch die repulsive Kraft verlieren muß, und wird abermal zurück geworfen, und auf solche Art wird das Element hin und her wanken.

30.

Wenn ein Element durch eine erlangte Geschwindigkeit in u kommt, so, daß es den ganzen repulsiven Raum bis zu s durchläuft, wenn ich setze, daß die Geschwindigkeit, so es in u hatte, sey $= c$, und die Geschwindigkeit, die es haben wird, nachdem es den ganzen repulsiven Raum $u\,t\,s$ durchlofen, sey $= x$, so wird $x^2 = c^2 - u\,t\,s$ seyn, und $x = \sqrt{(c^2 - u\,t\,s.)}$ hier ist der Beweiß.

31.

Wenn die Größe z. E. A um einen unendlich kleinen Theil wächst, so wird ihr Quadrat vermehrt, um das Produckt aus der nemlichen Größe multipliciert, mit zwey dergleichen unendlich kleinen Theilchen. Dahero wenn man die Vermehrung des Quadrats q nennet, so ist. $q = a \times \frac{2}{\infty} = 2\,a \times \frac{1}{\infty} = \frac{2\,a}{\infty}$; denn es ist das Quadrat der Größe $a = a^2$, und der Größe $a + \frac{1}{\infty} = a^2 + \frac{2\,a}{\infty} + \frac{1}{\infty 2}$; folglich ist der Unterschied zwischen den zweyen Quadraten $a^2 + \frac{2\,a}{\infty} + \frac{1}{\infty 2} - a^2 = \frac{2\,a}{\infty} + \frac{1}{\infty 2}$; nun $\frac{1}{\infty 2}$ kann einen Infinitesimaltheil der ersten Ordnung weder vermehren noch vermindern, folglich kann es ausgelassen werden; folglich ist $q = \frac{a\,2}{\infty}$, und wenn man $\frac{1}{\infty}\,d$ nennt, so ist $q = 2\,a\,d$.

32.

Die grade Linie AB (Fig. 6.) soll den Raum vorstellen, welchen ein beweglicher Körper durchlauft nach der Richtung AB, und in seiner Bewegung durch was immer für veränderliche Kräfte, welche nach der nemlichen Richtung wirken, angetrieben wird, die Ordinanten mo, np &c. sollten die verschiedenen Größen dieser Kräfte anzeigen; alsdenn wird der Raum ACB die Vermehrung des Quadrats der Geschwindigkeit, welche der Körper in dem Raume AB erlangt, ausdrücken; denn man nehme einen unendlich kleinen Theil dieses Raums z. E. m, n, so wird $m\,o\,p$ die Vermehrung des Quadrats der Geschwindigkeit von m bis n anzeigen. Es sey also die Geschwindigkeit, welche der bewegliche Körper in m hatte $= c$, die Vermehrung dieser Geschwindigkeit, welche der Körper durch den unendlich kleinen Raum mn erlanget hat, sey $= d$, und die Vermehrung des Quadrats der Geschwindigkeit in den nemlichen Raume mn sey $= q$, so ist (*n. praet.*) $q = 2\,c\,d$; nun aber ist $2\,c\,d = m\,o\,p\,n$. denn die Geschwindigkeit vermehrt sich je nachdem die Zeit nnd die Bewegende Kraft größer wird, folglich verhält sich die Geschwindigkeit wie das Produckt aus der Zeit und der bewegenden Kraft; derowegen wenn man die Zeit t nennet, ist die Vermehrung der Geschwindigkeit, oder $d = t \times n\,p$. ferner in einer unendlich kleinen Zeit ist die Bewegung einförmig, und in einer einförmigen Bewegung verhält sich die Zeit grad wie der Raum, und umgekehrt wie die Geschwindigkeit; also ist $t = \frac{mn}{c}$ wenn man nun diesen Ausdruck in der vorigen Gleichung setzet, so wird seyn:

$$d = \frac{mn \times np}{c},$$

folglich $cd = mn \times np$.

nun ist $mn \times np = mnrp$,

und $mnrp = mnop$, indem $opr = \frac{1}{\infty^2}$ dahero es ausgelaßen werden kann. Also ist $dc = mnop$.
Da aber sich das Gedoppelte wie das Einfache verhält, so ist auch $2dc = mnop$.

33.

Dahero wenn man den ganzen Raum ABC in unendlich kleine Theile z. E. aom, $mnop$, $npih$, $ihlb$ abtheilet, so wird die Vermehrung des Quadrats der Geschwindigkeit in den Räumchen $am = aom$, in $mn = mopn$, in $ni = npih$, und endlich in $iB = ihcB$ seyn, folglich wird sich die Vermehrung des Quadrats der Geschwindigkeit durch den ganzen Raum AB verhalten, wie die Fläche ACB.

34.

Derowegen wenn man die Geschwindigkeit, welche der Körper hat, da er in a kömmt, c nennt, und wenn man jene, welche der Körper in B hat, nachdem er z. E. den attractiven Raum ACB durchloffen x setzet; so ist $x^2 = c^2 + ACB$, und $x = \sqrt{(c^2 = ACB)}$. Wenn man aber setzet, daß der Raum ACB repulsiv sey, so wird in diesem Raume die Geschwindigkeit des Körpers vermindert, folglich muß man ihn von c^2 abziehen, und dann wird seyn $x^2 = c^2 - ACB$ und $x = \sqrt{(c^2 - ACB)}$ w. z. e. w.

35.

Nun wollen wir die Boskowichische Curva wieder hernehmen;

men; gesetzt, es komme ein Körper in u mit der Geschwindigkeit c, und kraft dieser Geschwindigkeit bis auf den letzten Repulsiven Raum i fortbeweget werde; nun ist die Frage, welche die Geschwindigkeit x in dem Punkte i seyn werde. Nach dem vorhergehenden Lehrsatz wird seyn $x^2 = c^2 - uts + spq - pnm + mli$, und $x = \sqrt{(c^2 - uts + spq - pmn + mli)}$ und wenn man setzet $uts = ipq$, und $pnm = mli$, so ist $x = \sqrt{c^2}, = c$, das ist, die nemliche Geschwindigkeit wird in i seyn, welche in u war.

36.

Wenn man setzt, daß das Element a, welches wir bisher als unbeweglich betrachtet haben, beweglich sey, muß man die nemliche Curva für das Element a setzen, welche für das Element B angesetzt ist, nur mit diesem Unterschiede, daß ihre Richtungen entgegen gesetzt seyn müßen. Alsdann werden diese zwey Elemente einander entweder anziehen, oder zurück treiben, je nachdem sie in attracktiven, oder repulsiven Räumen stehen; oder sie werden hin und her schwanken, und einander bald anziehen, bald zurück treiben. Aber mit was immer für einer bestimten Geschwindigkeit sie gegen einander bewegt werden, werden sie doch nie zu der mathematischen Berührung kommen können.

37.

Es soll ein Theilchen eines Körpers aus zweyen Elementen bestehen z. E. A und B, welche auf den Punkt C wirken (Fig. 7.) man faße in der Axe AB (Fig. 5.) zwey Abscisen, welche AC, und BC gleichen, man bemerke die Ordinaten, welche mit diesen Abscisen überein kommen, z. E. ce und cf; erstlich sind diese beyde Ordinaten entweder in einem attracktiven Bogen, oder zweytens sie sind beyde in einem Repulsiven, oder drittens die eine z. E. Ce ist in einem attracktiven, und die andere *c f* in einem Repulsiven Bogen. **Viertens**: oder *c f* ist in einem attracktiven, und *c e* in einem repulsiven Bogen.

Im **ersten Falle**, wird der Punkt *A* den Punkt *c* anziehen mit der Kraft *c e*, und der Punkt *B* wird ihn anziehen mit der Kraft *c f*, folglich werden ihn beyde mit einer zusammengesetzten Kraft *c d* anziehen.

Im **zweyten Falle** wird der Punkt *A* den Punkt *c* zurücktreiben, mit der Kraft *c h*, und der Punkt *B* wird ihn ebenfalls zurücktreiben mit der Kraft *c k*, folglich werden beyde zugleich den Punkt C zurück treiben mit einer zusammen gesetzten Kraft, welche gleich *c i* seyn wird.

Im **dritten Falle** wird der Punkt *A* den Punkt *c* an sich ziehen mit der Kraft *c e*, und der Punkt *B* wird ihn zurück stossen mit der Kraft *c k*, folglich werden sie ihn gegen die Seite treiben mit einer zusammengesetzten Kraft, welche gleich *c l* seyn wird.

Endlich im vierten Falle wird der Punkt *B* den Punkt *c* an sich ziehen mit der Kraft *c f*, und der Punkt *a* wird ihn zurücktreiben mit der Kraft *c h*, und folglich werden ihn beyde mit der zusammengesetzten Kraft *c* g gegen die Seite hinaus drucken.

38.

Dahero nach dieser Meynung entsteht der ganze Unterschied aus der verschiedenen Zusammensetzung jener Kräfte, welche sich in den **kleinern** Entfernungen zeigen. Denn in den **kleinsten** wirkt die zurücktreibende Kraft allein, und in den **grössern** Entfernungen wirkt allein die anziehende Kraft im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen.

Diese

Diese sind also die merkwürdigsten Grundsätze jenes Systems, welches der gelehrte Boskowich mit großer Spitzündigkeit ausgedacht hat. Nun aber wollen mir untersuchen, ob diese Curva auf einen zureichenden Grunde ruhe, und ob durch selbe die Eigenschaften der Körper, und die Erfahrungen genugsam erklärt werden können.

39.

Ich behaupte demnach, daß man eine solche Abwechslung der Kräfte in den kleinern Entfernungen nicht zulassen könne. Denn neben dem, daß es wider das Gesetz der Kräfte in den übrigen Entfernungen ist, wurde es die Curva zu viel zusammengesetzt machen, und zwar ohne zureichenden Grunde. Damit aber dieses desto klärer werde, so vergleiche man die fünfte Figur mit der achten. Da die Seite der Hyperbole $B z$ (Fig.. 5.) bis auf x in dem umgekehrten Verhälniße des Quadrats der Entfernungen stets fortgeht, so könnte es von diesen Gesetze nicht abweichen, wenn eine neue Kraft nicht dazu käme, welche eine Veränderung hervorbrächte. Also in den kleinern Entfernungen, derer Anfang wir in ϕ setzen, könnte sich das angefangene Gesetz von x bis w nicht ändern, wenn nicht in x, wo die Cohäsion am stärksten ist, eine zurücktreibende Kraft anfienge, welche auf der andern Seite der Axe in einen höhern Verhältniße wüchse, als das Gesetz der Cohäsion von ϕ bis λ, und welche demnach die Cohäsion z. Ex. in u gänzlich tilgte. Und also müßten die Kräfte auf einander wechselweise folgen, so daß die nachfolgenden immer in einen höhern Verhältnisse als die vorhergehenden wüchsen, sonst könnten diese von jenen nie gänzlich getilget werden, wie (Fig. 8.) zu ersehen ist. Also

Erstlich wurde das Gesetz der allgemeinen Attraktion in dem umgekehrten Verhältniße der Quadrate der Entfernngen von

einer

einer unbestimmten Entfernung angefangen, bis *h* verbleiben (welcher Punkt *h* mit dem Punkte φ (Fig. 5.) übereinkommt. Alsdann aber würden andere Kräfte darzu kommen, derer Wirkung in einem höhern umgekehrten Verhältniße als der Quadrate der Entfernungen wäre; daher entstünde ein anders Gesetz, z. Ex. in dem umgekehrten Verhältnisse der dritten Potenz der Entfernungen.

Zweytens in g (Fig. 8.) oder *x* (Fig. 5.) würden die zurücktreibenden Kräfte anfangen, welche in einem noch höhern Verhältniße wüchsen als die vorigen anziehenden Kräften z. Ex. in den umgekehrten Verhältniße der vierten Potenz der Entfernungen, und diese würden in *u* (Fig. 5.) die anziehenden Kräfte tilgen.

Drittens in *f* (Fig. 8.) oder *v* (Fig. 5.) würden andere anziehende Kräfte zu wirken anfangen, welche in einem noch höhern Verhältniße wüchsen als die vorhergehenden zurücktreibende Kräfte, z. Ex. in dem umgekehrten Verhältniße der fünften Potenz der Entfernungen.

Viertens in *e* (Fig. 8.) oder *r* (Fig. 5.) kommen noch andere zurücktreibende Kräfte dazu, welche in dem umgekehrten Verhältniße der sechsten Potenz der Entfernungen zunähmen.

Fünftens in *d* (.Fig. 8.) oder *O* (Fig. 5.) fiengen andere anziehende Kräfte an, welche z. Ex. in dem umgekehrten Verhältniße der siebenten Potenz der Entfernungen zunähmen: und

Sechstens endlich in *c* (Fig. 8.) oder *k* (Fig. 5.) kommen andere zurücktreibende Kräfte, z. Ex. in dem umgekehrten Verhältniße der achten Potenz der Entfernungen zunähmen, und weilen sie sehr geschwind wüchsen, würden sie die vorhergehenden anziehende Kräfte bald zernichten, z. Ex. in *i* (Fig. 5.) und diese würden bis auf die mathematische Berührung in das unendliche fortwachsen.

40.

Soviel, als ich einsehe, läßt sich die Boskowichische Curva auf keine andere Art genugsam erklären, aus diesen aber erhellt genugsam, wie diese Curva zusammengesetzt werde in den kleinern Entfernungen, und wie weit sie von dem steten Gesetze der übrigen Entfernungen unterschieden sey.

41.

Dreyerley Kräfte sind, welche die gegenwärtige Ordnung der Dinge erfodert: **erstlich die allgemeine anziehende Kraft, oder die Schwere.** Denn wenn die Planeten nicht gegen die Sonne drückten, würden sie alle nach der Tangente in unendliche Räume ohne Gesetze abgehen. Dahero damit sie sich um die Sonne nach einem unveränderlichen Gesetze wälzten, war eine solche Kraft nöthig. **Zweytens die Cohäsion der Theile in den kleinern Entfernungen;** denn wenn diese nicht wären, so würden keine vesten Körper seyn, sondern alle würden flüßig seyn. Derowegen da die ewige Weisheit hat wollen, daß auch feste Körper seyn sollten, hat sie ein anders Gesetz, als jenes der allgemeinen Attraktion in der Natur erschaffen müssen. **Drittens die zurücktreibende Kraft in den kleisten Entfernungen,** denn wenn keine zurücktreibende Kräfte wären, so mußten die Theilchen der Materie einander mathematisch berühren, und die ganze Erdkugel würde nichts mehr als den Raum eines einzigen Punktes erfüllen. Folglich damit die Körper ausgedehnt würden, und einen bestimmten Raum erfüllten, war es nothwendig, daß der Urheber der Natur den Elementen eine zurücktreibende Kraft in den kleinsten Entfernungen einflößte. Dahero uns die Natur selbst diese drey Kräfte in verschiedenen Entfernungen anzeiget; und mehr als diese erfodert die Natur nicht.

42.

Aber der gelehrte Boskowich, und die seiner Meynung folgen, behaupten, daß die Auflösung der Körper besonders des Wassers und Merkurius in elastische Dünste ohne dergleichen Abwechslungen der anziehenden und zurücktreibenden Kräfte in kleinern Entfernungen nicht geschehen könne. Dieses will ich gerne zugeben, wenn man zum voraus als einen gewissen Grund setzet, daß alle und jede Elemente, mit gleichen Kräften versehen seyen, und daß sie alle nach dem nemlichen Gesetze wirken. Aber hat wohl der höchste Schöpfer, den sein eigener uneingeschränkter Wille ein zureichender Grund ist, lauter Elemente von einer Natur, gleichen Kräften erschaffen müssen? war es denn nicht in seiner Macht auch Elemente von verschiedenen Kräften aus ihrem Nichts hervor zu bringen? oder sollte vielleicht die Gleichheit der Elemente seine Größe und Macht mehr beweisen? warum hat er denn nicht lauter Geister von gleichen Natursgaben erschaffen? kann man wohl sagen, daß die Geister der Thiere und Menschen von einer Natur seyen, oder daß sie mit gleicher Kenntniß begabet seyen? warum sollten denn alle Elemente gleiche Natur einerley Kräfte haben. Also zeiget die Aehnlichkeit der erschaffenen Dinge selbst, daß die Verschiedenheit der Elemente nicht nur der Einförmigkeit der Statur nicht zuwider seyn, sondern vielmehr der Größe und Macht des allerweisesten Schöpfers offenbahre.

43.

Wenn man demnach setzet, daß die Elemente in den kleinern, und kleinsten Entfernungen mit verschiedenen Kräften versehen seyen; laßen sich die Phänomenen der Natur gewißlich leichter erklären, als die Boßkowichische Curva.

Zuvor wird man aber mir eines zugeben, nemlich, daß die

Klein-

kleinsten Theilchen (minimæ moleculæ) der Körper von dem Urheber der Natur selbst aus solchen Kräften zusamm gesetzet seyen, daß sie auf keine uns bewuste Art geändert werden können, und eben dieses müßen die Boßkowichianer selbst annehmen. Denn sonst nach dieser Meinung, wenn die kleinsten Theilchen z. E der Luft geändert würden, so würden sich auch die Kräfte und die Entfernungen der Elemente, aus welchen diese Theilchen entstehen, ändern; also, daß jene, welche z. E. in dem repulsiven Räumen waren, in die attracktiven komen, und folglich die Luft zu Waßer, Gold, Queckfilber, Silber rc. oder zu was immer für einen andern Körper werden könnte, welches ja wider die Erfahrung ist.

44.

Dieses also vorausgesetzt, wird z. E. das Eisen durch das Waßer also aufgelößet: die kleinsten Theilchen des Waßers, so dem Eisen angleben, dringen in die kleinsten Oefnungen dieses Körpers; und ob ein Waßertheilchen zwischen zweyen Eisentheilchen hineindringet, so söndert es diese durch seine Elastische Kraft voneinander ab, und treibet sie bis zu den Gränzen der Cohäsion, oder wirft sie völlig aus dem Cohäsionsräume hinaus. Auf gleiche Art wird das Gold durch Aqua Regis aufgelöset. Ferner wird das Waßer durch die Hitze in Elastische Dünste auf folgende Art getrieben, die Feuertheilchen, welche die Natur mit einem sehr großen repulsiven Räume versehen hat, dringen in die Oefnungen des Waßerkörpers hinein, und sondern die Waßertheilchen von einander ab, treiben sie erstlich zu den Gränzen der Cohäsion, und endlich wenn sie in einer größern Menge hinein dringen, werfen sie dieselbe sammt den Lufttheilchen, welche den Wäßerigen stark anhangen, über die Gränzen der Cohäsion hinaus, und reissen sie zugleich mit sich in die kältere Luft. Derowegen darf man sich nicht verwunderen, daß dergleichen Dünste, wenn sie in ein eisernes Geschier wohl eingeschloßen werden, endlich das Geschier selbst in Stücke zersprengt. Denn zu dieser Zerbrechung tragen die durch das Feuer ausgedehnten Lufttheilchen, welche in großer Menge mit dem Waßertheilchen vermischet sind, sehr vieles bey. Auf gleiche Art wird auch das Queckſilber in Elastische Dünste durch das Feuer getrieben.

45.

Damit aber ein Körper ein auflösendes Mittel (Solvens) des andern sey, wird erforderet erstlich daß sie voneinander stark angezogen werden. Zweytens, daß die Theilchen des auflösenden Körpers in die Oefnungen des andern hinein dringen können, und dessen Theilchen durch ihre Elastische Kraft aufs wenigst bis auf die Gränzen der Cohäsion hinauswerfen: welches wie es geschehen, oder nicht geschehen könne, zeigt, (Fig. 9.) Es seyen *a c i b* vier Eisentheilchen, es sey *d* ein Waßertheilchen. Nun da das Waßertheilchen *d* gegen *x* und *y* die Gränzen, nemlich des repulsiven Raums der Eisentheilchen *a* und *b* kommt, wird es zuvor von ihnen zurück getrieben, entgegen wird es stark von den Eisentheilchen *c* angezogen; nun wenn die anziehende Kraft des Eisentheilchen *c* zugleich mit der Geschwindigkeit, welche das Theilchen *d* erlanget hat, bis es zu *x* und *y* käme, die zurücktreibende Kraft der Theilchen *a* und *b* übertrift, so wird *d* bis zu *r* dringen, und wird *a* und *b* von einander gegen die Seiten hinaus treiben; da es zu *r*, nemlich den repulsiven Raum des Theilchen *c* kommt, alsdenn wird es auch in den attractiven Raum des Theilchen *i* hineintretten, und da es von demselben stark angezogen wird, dringt es zwischen *c* und *b*, treibt sie gleichfalls auseinander, und wirft sie bis auf die Gränzen der Cohäsion hinaus. Hingegen wenn das Theilchen *d*, da es zu den repulsiven Räumen *x* und *y* kommt, von *a* und *b* stärker zurück getrieben, als es von *c* angezogen wird, alsdenn kann es nicht in die Oefnung zwischen *a* und *b* hineindringen, folglich werden dergleichen Theilchen keinen solchen

Körper auflösen können; und diese ist wahrscheinlich die Ursache, warum gewiße Körper z. E. das Gold weder durch das gemeine Waßer, noch durch das Scheidwaßer aufgelöset wird, da es sich doch durch Aqua Regis auflösen läßt, nemlich die verschiedenen Kräfte der kleinsten Theilchen bringen dergleichen verschiedene Wirkungen vor, und diese Verschiedenheit wird noch vermehret, da aus den verschiedenen Kräften, zusammgesetzte Kräfte entstehen.

46.

Der gelehrte Boskowich selbst läßt zwar in den kleinsten Theilchen oder Molekuln verschiedene Kräfte zu, aber er behauptet, daß diese Verschiedenheit aus Elementen entstehe, welche mit gleichen, und ähnlichen Kräften versehen sind, je nachdem die Elemente, aus welchen diese Theilchen entstehen, in repulsiven, oder attracktiven Räumen sich befinden, aus derer Zusammensetzung die gröste Verschiedenheit der Kräfte entstehen kann. Aber wenn man in den Elementen in Rücksicht auf die kleinern Entfernungen (denn hier ist die größte Beschwerniß) dergleichen Abwechslung der Kräfte zuläßt; so muß man die nemlichen Abwechslungen der Kräfte in Rücksicht auf die kleinern Entfernungen auch in den Molekuln selbst zulaßen, welche der gelehrte Author selbst auch zuläßt; nun aber eben dieses ist, welches die Erfahrung läugnet.

47.

Man drucke nach und nach die Luft zusamm in $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{11}$, $\frac{1}{12}$ des jenigen Räumes, in welchen sie zuvor war: nun sage ich, weil in den kleinern Entfernungen so viele Abwechslungen der Kräfte sind (wie aus der Boskowichischen Curva Fig. 5. zu ersehen ist) da dieser druck dauret, müßten die Lufttheilchen, welche stets ihre Entfernungen von einander ändern, in die stärkesten attrac-

attractiven Räume kommen, in welchen folglich alle zurücktreibende Kraft aufhören würde, aber die Erfahrung lehrt uns das Widerspiel; oder man kehre diesen Versuch um, und lege eine geschloßene Blaße, worinne sich nur wenig Luft befindt, unter dem gläsernen Recipiente; man ziehe die Luft heraus, so wird sich diese Luft in der Blase also ausdehnen, daß sie wenigstens einen hundertmal größern Raum als vorher anfülle; in diesem Falle müßten ja die Lufttheilchen einmal in einem starken Cohäsiven Raum kommen, welcher die weitere Ausdehnung verhindern würde; und doch lehret die Erfahrung uns abermal das Widerspiel. **Zweytens**, da die Mettalle in Fluß gebracht werden, erfüllen sie einen großen Raum, und die Theilchen werden auseinander gedehnet; folglichen müßten sie zuweilen aus attractiven, in repulsive Räume getrieben werden, in welchen sie ganz andere Kräfte haben würden, als zu vor, folglich da die Feuertheilchen wieder angehen, könnten sie nicht mehr den nemlichen Körper stalten da doch die Erfahrung das Widerspiel zeiget. **Drittens** das Waßer ist ein solcher Körper, welcher durch keine Kraft merklich zusamm gedruckt werden kann; folglich kann man mit Vernunft seine Theilchen nahe an den Gränzen des lezten repulsiven Raum setzen, allwo die zurücktreibende Kraft sehr schnell wächst z. E. nahe bey *i* (Fig. 5.) Nun da dieser Körper durch das Feuer in Elastische Dünste aufgelöset wird, müßen die in der Luft befindlichen Dunsttheilchen, da sie wider zusammgehen, und Regen Tropfen zu stalten anfangen, durch so viele attractive und repulsive Räume gehen. Es ist aber nicht wahrscheinlich, welche mit so verschiedener Geschwindigkeit zusamm kommen müßen, alle andere Räume durchläufen, und stäts den nemlichen Raum erreichen, und den nemlichen Körper stalten, welches wir doch stets erfahren. Auf gleiche Art muß man auch von den Merkurialischen Dünsten schliessen. Mehr dergleichen Beyspiele anzuführen, vermeine ich unnöthig zu seyn. Dieses allein setze ich noch hinzu: wenn der verschiedene Stand der sonst von Natur gleichen Elemente einen so großen Unterschied der Theilchen hervor bringen kann, so muß auch der nemliche Unterschied in den Körpern erfolgen, je nachdem die ob schon sonst ähnlichen Theilchen in verschiedene Räume kommen, folglich so oft die Körper aufgelöset, so oft die Metalle in Fluß gebracht, so oft Waßer und Queckſilber in Elastische Dünste getrieben würden, müßten aus den aufgelößten Theilchen, wenn sie wieder zusamm kommen, ganz andere Körper entstehen, denn es ist gar nicht wahrscheinlich, daß nach der Boskowichischen Curva alle Theilchen in eben die nemlichen Räume kommen, da in den kleinsten Entfernungen ein solcher Unterschied und Abwechslung der Räume ist.

48.

Nun aber, wenn man dergleichen Abwechslungen der Kräfte in den Theilchen, in Rücksicht auf die kleinern Entfernungen, nicht zulaßen kann, so werden sie auch in den Elementen ohne zureichendem Grunde behauptet; wenn man aber nicht setzet, daß sie in den Elementen sind, so kann man die Verschiedenheit der Theilchen oder Molekuln (wenn man setzet, daß alle Elemente gleich, und ähnlich sind) nicht erklären; folglich da man diese Abwechslungen der Kräfte in den Elementen nicht zulaßen kann, so muß man den Schluß machen, daß sie nicht alle gleich seyen, sondern daß man verschiedene Gesetze der Körper in verschiedenen Elementen zulaßen müße. Dahero es sehr wahrscheinlich ist, daß die Verschiedenheit der Theilchen aus der Zusammenkunft der in ihrer Natur verschiedene Elemente entstehe, folglich kann man auch die Kräfte aller und jeder Elemente nicht durch die nemliche Curva vorstellen, indem weder das Gesetz der zurücktreibenden Kraft in den kleinsten, noch das Gesetz der Cohäsion in den kleinern Entfernungen das nemliche im Rucksicht auf alle Elemente seyn kann.

49.

Aus diesem ferner erhellet, daß weder ein allgemeines Gesetz der Cohäsion (wie N. 24.) weder der Repulsion (wie N. 26. gesagt worden) jemals bestimmet werden können. Indem es eines Theils sehr wahrscheinlich, daß verschiedene Elemente mit verschiedenen Kräften versehen seyen, andern theils aber gewiß ist, daß die kleinen Theilchen der Materie mit verschiedenen Kräften begabt seyen, es mögen demnach die Elemente gleich, und ähnlich, (wie der gelehrte Boskowich behauptet) oder ungleich, und verschieden seyn. Da also unsere auch genaueste Versuche nur in den kleinen Theilchen geschehen können, so erhellet vor sich, daß in keinem Sentenz ein allgemeines Gesetz dieser Kräfte zu bestimmen seye. Denn wer soll sich wohl einbilden, daß die zurücktreibende Kraft in Luft und Waßer nach dem nemlichen Gesetze wachse? indem eine große Menge Luft in einen sehr kleinen Raum zusamm gepreßet werden kann, da sich das Waßer hingegen nicht einmal merklich, auch durch die größte Kraft zusammen drucken läßt.

50.

Das einzige derohalben ist, so uns die Erfahrung lehret, daß nemlich in den kleinsten Entfernungen das Gesetz der Repulsion, in den kleinern das Gesetz der Cohäsion, und in den größern das Gesetz der allgemeinen Attraction, nemlich in dem umgekehrten Verhältnüße der Quadrate der Entfernungen statt finde, und daß diese Gesetze in rücksicht auf die zwey erste Kräfte nur durch frey angenohmenen Ausdrücken Algebraisch, oder durch eine ebenfalls angenohmene Curva geometrisch ausgedruckt werden können. Ferner, daß drey Glieder in der Algebraischen Gleichung die Kräfte vorzustellen genug seyen, nemlich zwey positive, und ein negatives Glied, welches letztere jedoch nur in den kleinsten Entfernungen in die Gleichung kommen kann.

z. E. für die größern, und kleinern Entfernungen könnte diese Gleichung dienen. Wenn man die eine positive oder attractive Kraft v nennet, welche in dem umgekehrten Verhältnüße der Quadrate der Entfernungen wachsen soll, das ist $v = \frac{1}{d^2}$; die zweyte positive Kraft soll v heissen, welche z. E. in dem umgekehrten Verhältnüße der vierten Potenz der Entfernungen wachsen soll; daß ist $v = \frac{1}{d^4}$; so wird seyn $V + v = \frac{1}{d^2} + \frac{1}{d^4}$. Nun wenn d sehr groß ist, so wird $\frac{1}{d^4}$ ein sehr kleiner Bruch seyn, folglich kann es in der Gleichung ohne merklichen Fehler ausgelassen werden, so wird $V + v = \frac{1}{d^2}$ seyn, dahero in den größern Entfernungen die einige Kraft in dem umgekehrten Verhältnüße der Quadrate der Entfernungen statt finden wird. Wenn aber d ein sehr kleiner Bruch ist, so wird er desto kleiner, zu je größerer Potenz er erhoben wird, folglich wird $\frac{1}{d^4}$ viel größer als $\frac{1}{d^2}$ seyn (denn je kleiner der nenner, desto größer ist der Bruch) dahero $\frac{1}{d^2}$ in der Gleichung ohne merklichen Fehler ausgelaßen werden kann: folglich wird die Gleichung seyn $V + v = \frac{1}{d^4}$ mithin wird in den kleinern Entfernungen die einige attractive Kraft in dem umgekehrten Verhältnüße der vierten Potenz der Entfernungen Platz finden. Aber dieses Gesetz führe ich nur als ein Beyspiel an, gleichwie (N. 24.) angezeiget worden, endlich in den kleinsten Entfernungen, wenn man das negative Glied oder die repulsive Kraft u nennet, welche z. E. in dem umgekehrten Verhältnüße der sechsten Potenz der Entfernungen wachsen soll; so wird die Gleichung für die kleinsten Entfernungen seyn $V + v - u = \frac{1}{d^2} + \frac{1}{d^4} - \frac{1}{d^6}$. Wenn nun d ein sehr kleiner Bruch ist, gleichwie es auch würklich ist in den kleinsten Entfernungen;

alsdenn wird $\frac{1}{d^5}$ weit größer seyn als $\frac{1}{d^2} + \frac{1}{d^4}$; folglich können diese positive Glieder in der Gleichung gänzlich ausgelaßen werden, und diejenige Kraft in dem umgekehrten Verhältnüße der sechsten Potenz der Entfernungen wird Platz finden: folglich wird $Vr\,v - u = -\frac{1}{d^6}$ seyn; welches Gesetz der zurücktreibenden Kraft abermal nur zum Beyspiele angeführt wird.

51.

Auf gleiche Weise mögen diese drey Kräfte auch geometrisch durch eine Curva angezeiget werden; gleichwie ich sie (Fig. 4. N. 27.) angezeiget habe: aber diese Curva kann nur einmal ihre Axe schneiden z. E. in c wo die zurücktreibenden Kräften die anziehenden vernichten. Hier ist die Erklärung dieser Curva: es soll demnach erstlich die allgemeine Attraction in dem umgekehrten Verhältnüße der Entfernungen von einer unbestimmten Entfernung z. E. von B bis h dauren, in h soll ein anderes Gesetz z. E. in dem umgekehrten Verhältnüße der vierten Potenz der Entfernungen anfangen, dieses wird das vorige Gesetz veränderen, und soll dauren bis d (Fig. 4. und 10.) in d, wo die Cohäsion am stärkesten ist, soll die repulsive Kraft anfangen, und in dem umgekehrten Verhältnüße der sechsten Potenz der Entfernungen wachsen. Diese negative Kraft wird bald die vorige positive oder attractive Kraft vernichten; also daß z. E. in p (Fig. 10.) die Cohäsion sey $= p\,r - p\,n$, und endlich in c (Fig. 4. und 10.) $= c\,q - c\,o = o$; da $c\,q = c\,o$ ist.

Aus dieser Erklärung erhellet zugleich, wie das Gesetz des Continui erhalten werde, und daß die stärkeste Cohäsion auf einmal nicht in eine Repulsion übergehe; sondern von d an, wo sie am stärkesten ist, durch die stets wachsende repulsive Kraft immer schwächer werden müße, bis sie endlich zu nichts werde, wo die Curva in c ihre

Axe

Axe schneidt. Diese Curva ist weit einfacher als die Boskowichische, und wenn man setzet, daß die Elemente mit verschiedenen Kräften versehen sind, so kann man, wie mich deucht durch dieselbe die Thänanenen der Natur leichter erklären; und sie kommt auch mit der Erfahrung mehr überein. Dieses ist Erlauchte Herren, was ich Ihnen von den Kräften der Elemente, und von den Gesetzen dieser Kräfte zu beurtheilen vorlege. Wenn meine Gründe der Vernunft und Erfahrung gemeß, nicht seyn sollten; so bitte ich meinem Fehler gütig zu vergeben.

Fig. 1.

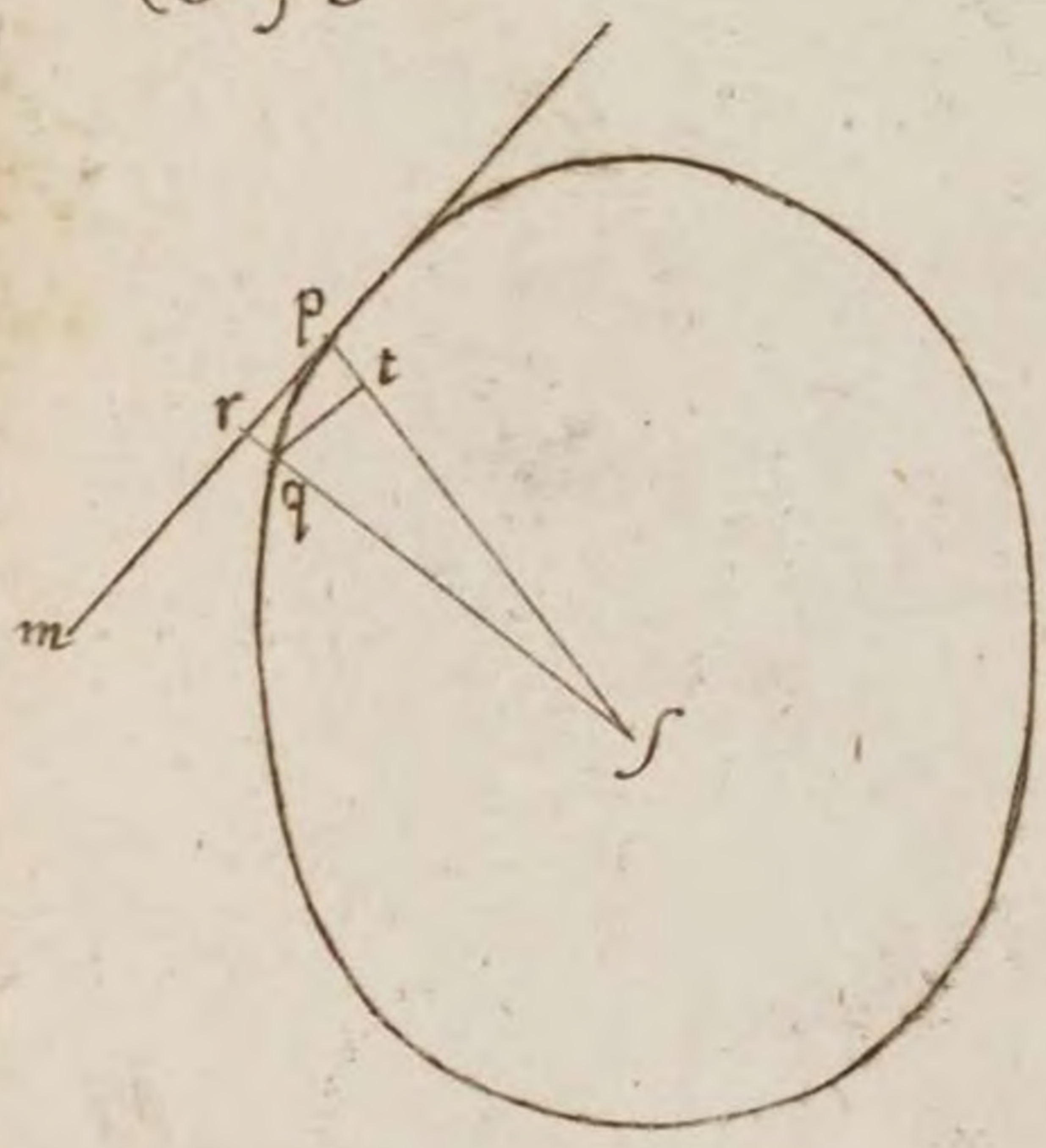


Fig. 2

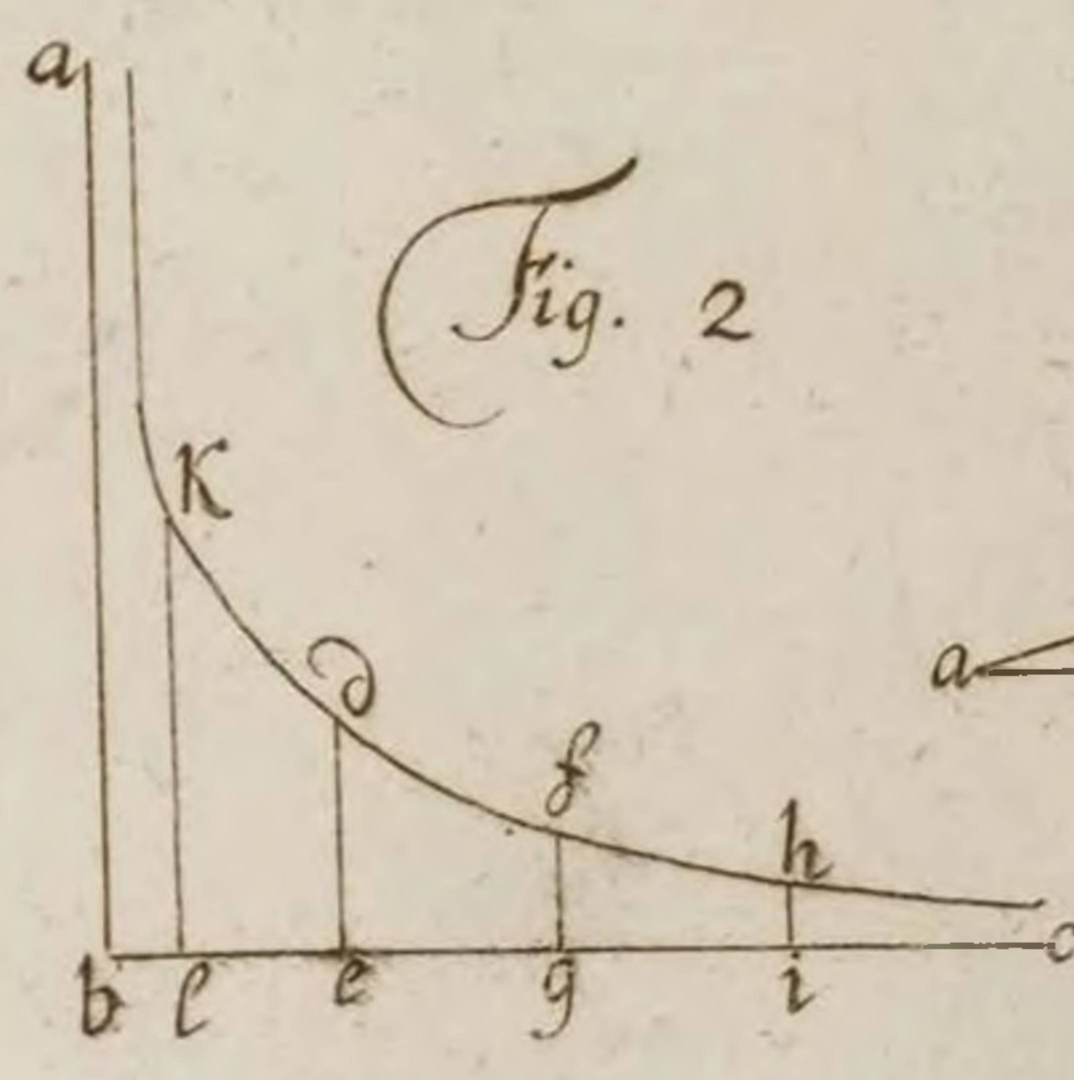


Fig 3

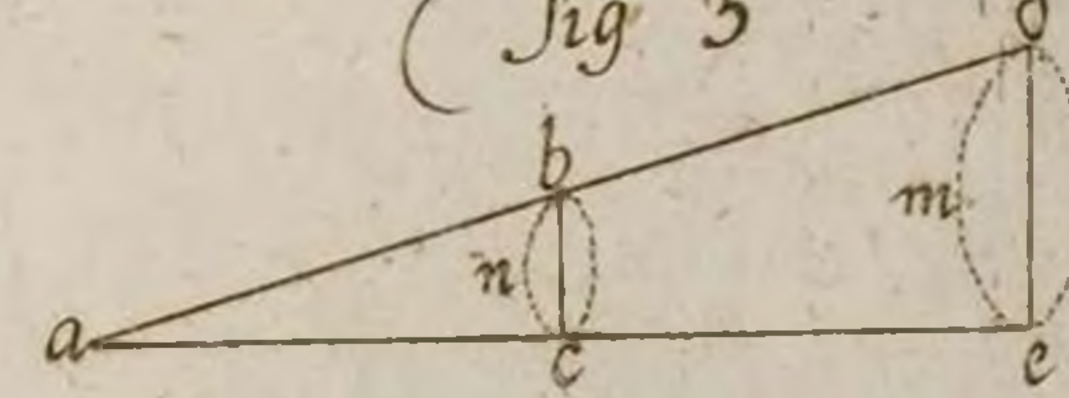


Fig. 6

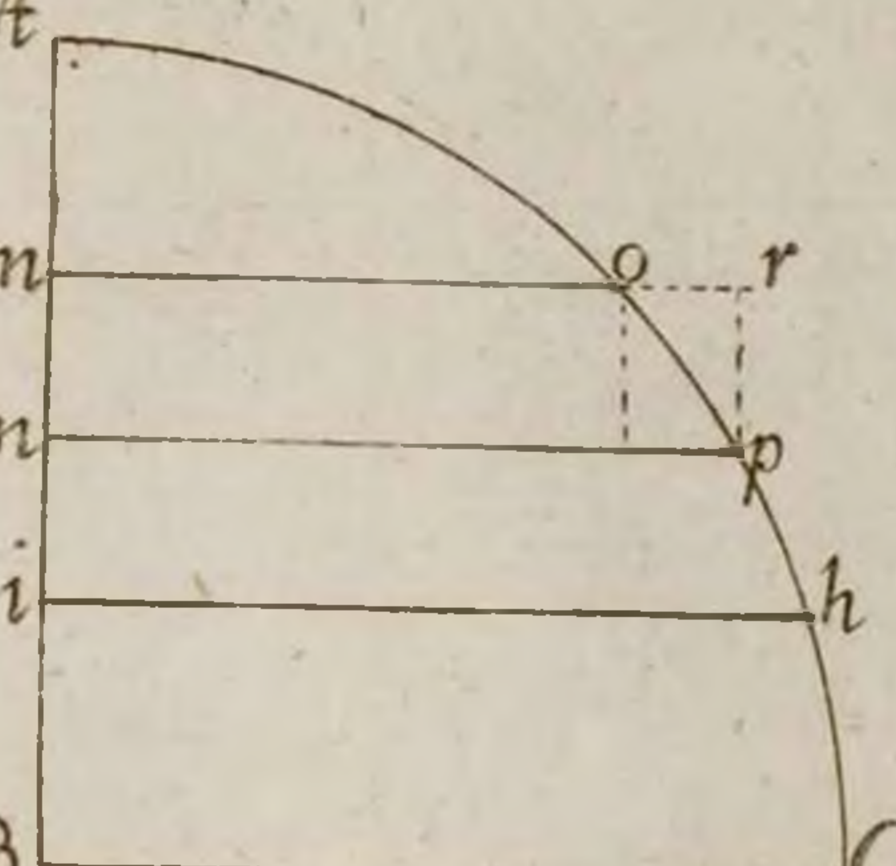


Fig. 4

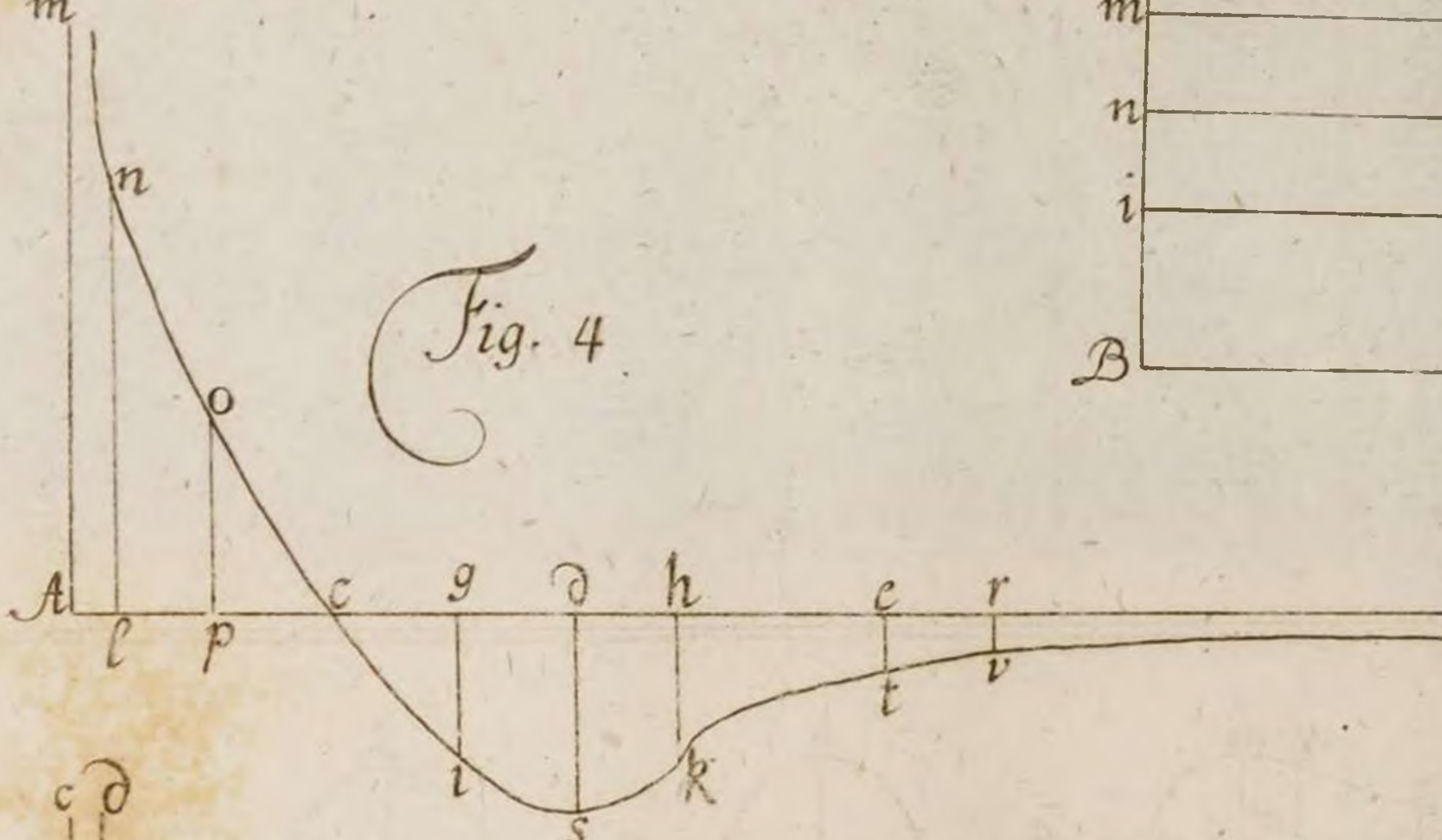
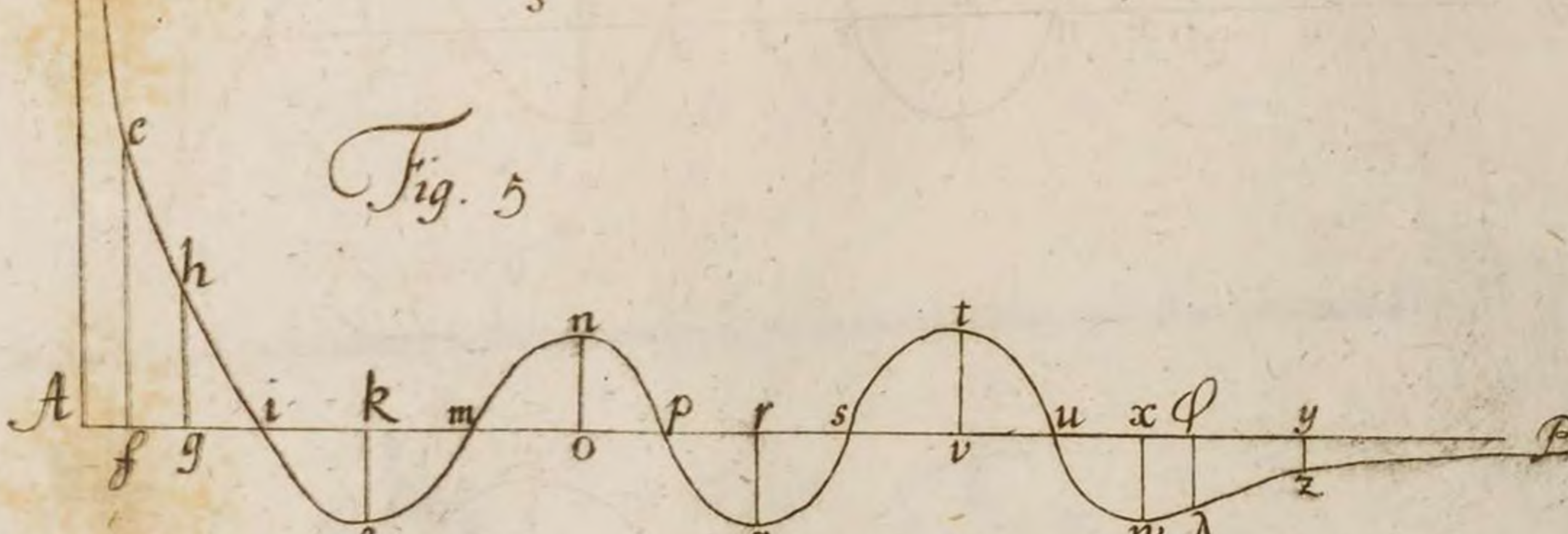


Fig. 5



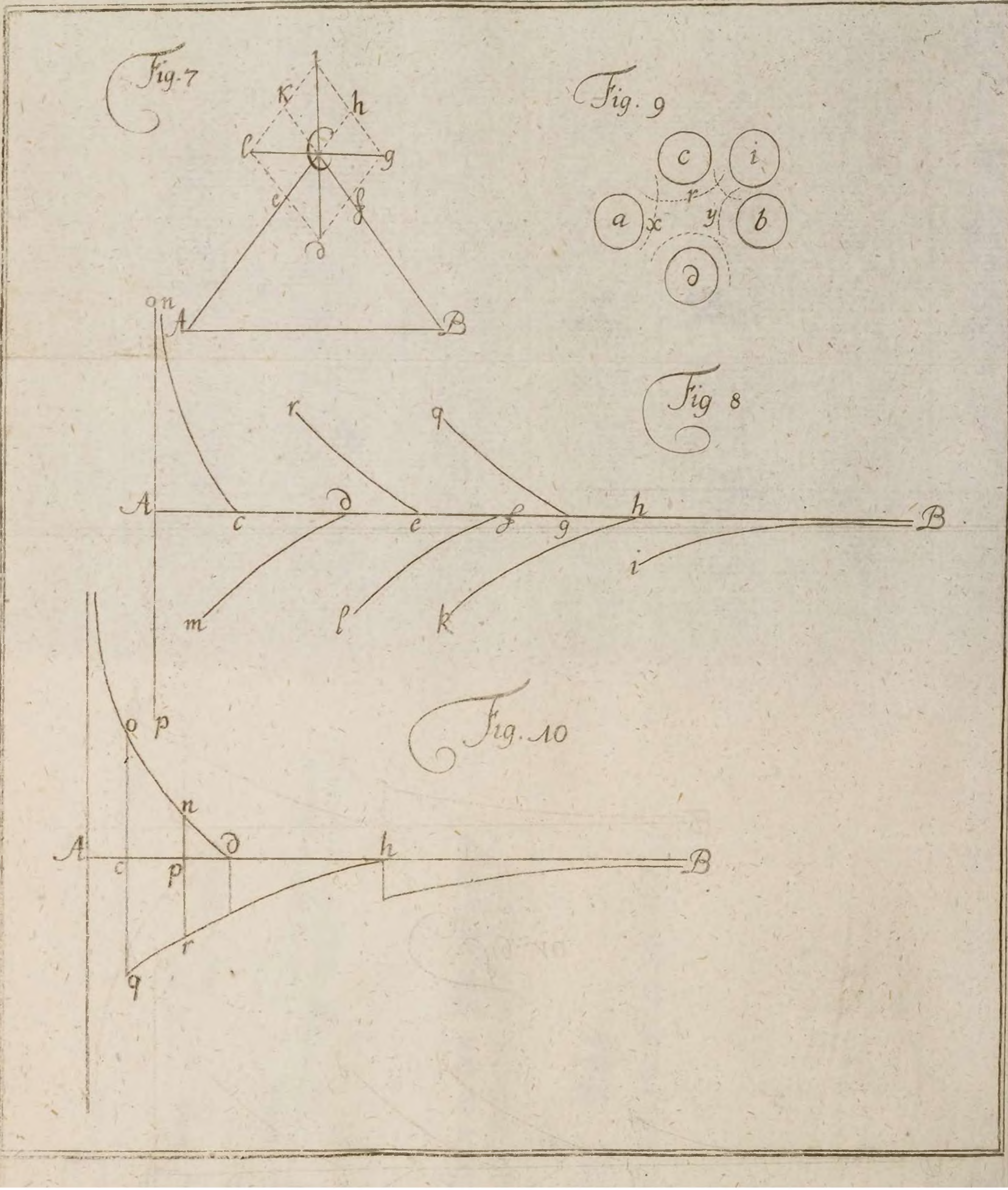


Fig. 7
Fig. 9
Fig 8
Fig. 10