

Bernardino Baldi's *In mechanica Aristotelis problemata exercitationes*

**Max Planck Research Library  
for the History and Development  
of Knowledge**

**Series Editors**

Jürgen Renn, Robert Schlögl, Bernard F. Schutz.

**Edition Open Access Development Team**

Lindy Divarci, Beatrice Gabriel, Jörg Kantel, Matthias Schemmel, and Kai Surendorf, headed by Peter Damerow.

**Scientific Board**

Markus Antonietti, Ian Baldwin, Antonio Becchi, Fabio Bevilacqua, William G. Boltz, Jens Braarvik, Horst Bredekamp, Jed Z. Buchwald, Olivier Darrigol, Thomas Duve, Mike Edmunds, Yehuda Elkana, Fynn Ole Engler, Robert K. Englund, Mordechai Feingold, Rivka Feldhay, Gideon Freudenthal, Paolo Galluzzi, Kostas Gavroglu, Mark Geller, Domenico Giulini, Günther Görz, Gerd Graßhoff, James Hough, Manfred Laubichler, Glenn Most, Pier Daniele Napolitani, Alessandro Nova, Hermann Parzinger, Dan Potts, Circe Silva da Silva, Ana Simões, Richard Stephenson, Mark Stitt, Noel M. Swerdlow, Liba Taub, Martin Vingron, Scott Walter, Norton Wise, Gerhard Wolf, Rüdiger Wolfrum, Zhang Baichun.

**Sources 3**

**Edition Open Access  
2017**

Bernardino Baldi's  
*In mechanica Aristotelis  
problemata exercitationes*

Elio Nenci

Communicated by  
Jürgen Renn and Antonio Becchi

Edition Open Access  
2017

Max Planck Research Library  
for the History and Development of Knowledge  
Sources 3

*Communicated by Jürgen Renn and Antonio Becchi*  
*Translated from Italian into English by Adriano Carugo*  
*Copyedited by Lindy Divarci*

ISBN 978-3-945561-27-0

Published 2017 by Edition Open Access,  
Max Planck Institute for the History of Science

Reprint of the 2011 edition

Printed and distributed by

PRO BUSINESS digital printing Deutschland GmbH, Berlin

Edition Open Access

<http://www.edition-open-access.de>

Published under Creative Commons by-nc-sa 3.0 Germany Licence

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/>

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

The images of the facsimile part are produced by the Digitization Center of the *Bavarian State Library, Munich* from an original of the library's rare book collection, call number Res/4 A.hydr.79

The *Max Planck Research Library for the History and Development of Knowledge* comprises three subseries, *Studies*, *Proceedings*, and *Sources*. They present research results and the relevant sources in a new format that combines the advantages of traditional publications and the digital medium. Available both as printed books and as online open access publications they present original scientific work submitted under the scholarly responsibility of members of the Scientific Board and their academic peers.

The volumes of the three subseries and their electronic counterparts are directed at scholars and students of various disciplines, and at a broader public interested in how science shapes our world. They provide rapid access to knowledge at low cost. Moreover, by combining print with digital publication, the series offer a new way of publishing research in flux and of studying historical topics or current issues in relation to primary materials that are otherwise not easily available.

The initiative is presently supported by research departments of three Max Planck Institutes, the MPI for the History of Science, the Fritz Haber Institute of the MPG, and the MPI for Gravitational Physics (Albert Einstein Institute). This is in line with the *Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities*, launched by the Max Planck Society in 2003.

The volumes of the *Studies* series are dedicated to a key subject in the history and development of knowledge, bringing together perspectives from different fields and combining source-based empirical research with theoretically guided approaches. *Studies* typically present working group volumes with integrative approaches to problems ranging from the globalization of knowledge to the nature of spatial thinking.

The volumes of the *Proceedings* series present the results of scientific meetings on current issues and support further cooperation on these issues with an electronic platform.

The volumes of the *Sources* series typically presents a primary source – relevant for the history and development of knowledge – in facsimile, transcription, or translation. The original sources are complemented by an introduction and by commentaries reflecting original scholarly work. The sources reproduced in this series may be rare books, manuscripts, documents or other materials that are not readily accessible in libraries and archives.

On the basis of scholarly expertise the publication of the three series brings together traditional books produced by print-on-demand techniques with modern information technology. Based on and extending the functionalities of the existing open access repository ECHO (European

Cultural Heritage Online), this initiative aims at a model for an unprecedented, web-based scientific working environment integrating access to information with interactive features.

# Contents

<b>Part 1: On this Book</b>	1
<b>1 The Author</b> .....	3
<b>2 The Context</b> .....	7
<b>3 The Book</b> .....	15
3.1 <i>The General Principle: The Figure of the Circle</i> .....	16
3.2 <i>The Balance: Questions 1–2, 9–10 and 20</i> .....	17
3.3 <i>The Lever: Questions 3, 21–22, 28</i> .....	19
3.4 <i>Problems Concerning Sailing: Questions 4–7</i> .....	20
3.5 <i>The Easy Movement of Bodies with Round Shapes:</i> <i>Question 8</i> .....	23
3.6 <i>The Simple Machines. The Axle in the Wheel, the Pulley</i> <i>and the Wedge: Questions 11, 13, 17–18</i> .....	25
3.7 <i>The Sling: Question 12</i> .....	27
3.8 <i>The Breaking and Deformation of Materials. Pieces of Wood</i> <i>and Pebbles: Questions 14–16</i> .....	28
3.9 <i>The Force of Percussion: Question 19</i> .....	29
3.10 <i>The Composition of Motions: Questions 23–24</i> .....	30
3.11 <i>The Construction of Beds: Question 25</i> .....	33
3.12 <i>The Placement of Weights Carried on the Shoulders:</i> <i>Questions 26–27, 29</i> .....	33
3.13 <i>Rising from a Sitting Position: Question 30</i> .....	35
3.14 <i>Problems Concerning Motion: Questions 31–34</i> .....	36
3.15 <i>The Motion of Bodies in Eddyng Water: Question 35</i> .....	37
3.16 <i>Appendix: The Problem of the Two Mean Proportionals</i> .....	37
<b>4 Online Sources</b> .....	39
4.1 <i>The First Edition of the Treatise of Baldi</i> .....	39
4.2 <i>Ancient and Renaissance Sources Concerning Mechanics</i> <i>Used by Baldi</i> .....	39
4.3 <i>Other Works and Translations by Baldi</i> .....	39

4.4	Other Renaissance Sources .....	40
	<b>Bibliography</b> .....	41
	<b>Part 2: Facsimile</b>	45







## Part 1: On this Book



# Chapter 1

## The Author

Bernardino Baldi was born in Urbino on June 6, 1553. After studying ancient languages, he joined the group of scholars around the famous mathematician Federico Commandino.<sup>1</sup> For many years Commandino had been preparing editions of the most important works of ancient mathematicians, translating them into Latin and providing them with textual commentaries. Baldi himself took part in this enterprise. In his *Life of Commandino* he recalls: “when I was young and dedicated to these studies, I drew many of these geometrical figures with great labor.”<sup>2</sup> And again, in the preface to his Italian translation of Hero’s<sup>3</sup> *Automati* (*Automata*) he wrote:

Hero wrote *Spirituali* (*Pneumatics*) as well as these *Automati*, and recently Federico Commandino translated *Spirituali* into Latin and illustrated it with figures.<sup>4</sup> What Hero then wrote concerning *Semoventi* (*Automata*), fallen into oblivion since antiquity, was rescued and brought to light by me, at the suggestion of Commandino.<sup>5</sup>

Baldi studied under Commandino from 1570 to 1575, though between 1573 and 1575 he also attended the University of Padua to study medicine. But in Padua, as he himself states in one of his unpublished works, instead of dedicating himself to medical studies he followed the lectures on philosophy<sup>6</sup> and those on classical literature given by Emanuel Margunios<sup>7</sup> with whom he became friends. He also attended lectures on mathematics given by Pietro Catena,<sup>8</sup> though without much benefit, as he himself states in his *Cronica de’ matematici*:

---

<sup>1</sup>Federico Commandino, 1509–1575.

<sup>2</sup>Baldi (1998, 518).

<sup>3</sup>Hero of Alexandria, first century CE.

<sup>4</sup>Commandino (1575).

<sup>5</sup>Baldi (1589, 9r).

<sup>6</sup>*Genio, ovvero la misteriosa peregrinatione*, Serrai (2002, 174–175).

<sup>7</sup>Emanuel Margunios, 1549–1602.

<sup>8</sup>Pietro Catena, 1501–1576.

Pietro Catena (1573), Padua. He was giving lectures on mathematics during the time I was at the University of Padua, and I attended his lectures on Aristotle's *Mechanics*. He was old and facetious so that his classroom was filled with people who wanted to laugh rather than learn. He was not a man of great learning, and published just a small and simple work on the *Sphere*.<sup>9</sup>

Baldi's most important work from that time was the Italian translation of Hero's *Automati*, which he had already finished, as can be seen from the dedication to the Venetian Giacomo Contarini:<sup>10</sup>

When Federico Commandino was still alive, I translated from the Greek text these two books of Hero's *Semoventi*, thinking of publishing it at the time Commandino himself published *Spirituali* by the same ancient author. But other unexpected business as well as Commandino's sudden death forced me to postpone the publication of the work.<sup>11</sup>

Soon after Commandino's death, Baldi began to collect material for the composition of his work *Vite de' matematici* (*Lives of Mathematicians*), while continuing his study of mathematics under the guidance of Guidobaldo del Monte.<sup>12</sup> In 1580 he found a permanent position at the court of Guastalla, where he was employed as a court mathematician by Ferrante Gonzaga.<sup>13</sup> The first biographer of Baldi, Fabrizio Scarloncino,<sup>14</sup> states that in 1582 Baldi wrote a commentary on the *Mechanical Problems* ascribed to Aristotle. This might have been the first draft of what was later published in the *Exercitationes*, which are presented here.<sup>15</sup>

During the next period of his life, Baldi produced many literary works as well as a series of studies on Vitruvius.<sup>16</sup> About these works he wrote in his *Life of Vitruvius*:

As to *Scamilli impares*,<sup>17</sup> I wrote a little treatise where I rejected the opinions of all those who wrote about it before me;

---

<sup>9</sup>Baldi (1707, 135–136).

<sup>10</sup>Giacomo Contarini, 1536–1595.

<sup>11</sup>Baldi (1589, segn.A2r).

<sup>12</sup>Guidobaldo del Monte, 1545–1607.

<sup>13</sup>Ferrante II Gonzaga di Guastalla, 1563–1630.

<sup>14</sup>Nothing is known about Fabrizio Scarloncino.

<sup>15</sup>Baldi (1621, segn.):():(3v).

<sup>16</sup>Marcus Vitruvius Pollio, first century BCE.

<sup>17</sup>Baldi (1612b).

but I do not say anything more, leaving judgement to those who will read it. I also started another work on that author, at the suggestion of Vespasiano Gonzaga Duke of Sabbioneta<sup>18</sup> since he was pleased to agree with me on the interpretation of this author's work. It was a *Dittionario Vitruviano*<sup>19</sup> where all the obscure terms contained in his *Architectura* were explained. This I did with no great difficulty because since childhood I have had a natural inclination for languages and other things. I carried on this work up to the sixth book, but I could not finish it because of my new employment; so I put it aside.

With the support of Ferrante Gonzaga, in 1586 Baldi was made Abbot of Guastalla. This provoked a basic shift in focus from scientific topics to the study of oriental languages and theological matters. In the following year he began the composition of his *Vite de' matematici*, starting with the biography of Commandino. Occasionally, though, he resumed his study of mathematics, for example, in the course of the further publication of part of his own works, or when Guidobaldo del Monte's son asked him to attend to the publication of his late father's unpublished writings. On November 3, 1608, Orazio del Monte<sup>20</sup> wrote to Baldi:

Signor Pier Matteo Giordani<sup>21</sup> is going to send me some short treatises written by my father so that you can have a look at them, since I am planning to publish these as well, as soon as the printing of *Astronomici Problemi*<sup>22</sup> is finished. Following your thoughtful advice, I agree that it is better to first issue these *Problemi*, and then *Cochlea*<sup>23</sup> and other short treatises left unpublished by my father.<sup>24</sup>

But Baldi's main interest had already turned to other literary fields, as is evident from the works he wrote between 1592 and 1600. In 1596 Baldi went to Rome where he was a guest of Cardinal Cinzio Aldobrandini until the beginning of 1598.<sup>25</sup> At the cardinal's court he took up the study of Arabic with Giovan Battista Raimondi,<sup>26</sup> an accomplished mathematician

<sup>18</sup>Vespasiano Gonzaga di Sabbioneta, 1531–1591.

<sup>19</sup>Baldi (1612a).

<sup>20</sup>Orazio del Monte, ca. 1570–1614.

<sup>21</sup>Pier Matteo Giordani, ca. 1556–1636.

<sup>22</sup>Guidobaldo del Monte (1609).

<sup>23</sup>Guidobaldo del Monte (1615).

<sup>24</sup>See Affò (1783, 222).

<sup>25</sup>Cinzio Aldobrandini Passeri, 1551–1610.

<sup>26</sup>Giovan Battista Raimondi, 1536–1614.

and scholar of this language. In this period Baldi became interested in works of Arabic authors, a new activity which resulted in the translation of a large geographical work.

At the beginning of 1600 Baldi tried to publish some of his literary works, but only some of these were published, in Pavia and in Parma. In the meantime he became acquainted with Francesco Maria II Duke of Urbino,<sup>27</sup> who commissioned him to write a biography of Federico of Montefeltro.<sup>28</sup> The favor he had found with the Duke, and the problems caused by his position as abbot, provoked him in 1609 to leave Guastalla and take up employment at the Duke's court. In his new position he was charged with important tasks: in 1612, as ambassador of the Duke, he traveled to Venice to attend the ceremony of the proclamation of the new Doge. In those years some of his works were published in Germany, including his two books on Vitruvius – thanks to the intervention of Marcus Welser<sup>29</sup> – and his translation of Hero's *Belopoeica*, the last of his works to be published while he was still alive.<sup>30</sup> During the last years of his life Baldi wrote a biography of Guidobaldo I Duke of Urbino,<sup>31</sup> who succeeded Federico of Montefeltro, and dedicated all his efforts to the composition of a massive geographical encyclopedia, which remained incomplete at the time his death on October 10, 1617.

---

<sup>27</sup> Francesco Maria II della Rovere, 1549–1631.

<sup>28</sup> Federico da Montefeltro, 1422–1482.

<sup>29</sup> Marcus Welser, 1558–1614.

<sup>30</sup> Baldi (1616).

<sup>31</sup> Guidobaldo I da Montefeltro, 1472–1508.



## Chapter 2

### The Context

During the Renaissance many works from Greek and Roman antiquity were recovered, studied, and expanded with commentaries. At first, this process of acquisition and assimilation of the classical cultural heritage concerned mainly the fields of literature, history and philosophy. Later, in the sixteenth century, this process began to include works on scientific and technical subjects as well. The study of ancient Greek texts in the original language and their new translations directly into Latin – replacing the much criticized extant Arabic translations – as well as the comparative study of different sources became one of the main activities of mathematicians and astronomers.

In this general movement a number of ancient texts on mechanics were also discovered and studied: the *Mechanical Problems* ascribed to Aristotle; a work by Archimedes entitled *On the Equilibrium of Planes*, which according to Baldi's testimony was regarded by Guidobaldo as "the book of Elements of the whole field of mechanics"<sup>1</sup> and which he published in 1588 under the title *In duos Archimedis aequponderantium libros Paraphrasis*; *Pneumatics* by Hero of Alexandria; and Book Eight of Pappus' *Mathematical Collections*.<sup>2</sup> Among these works, it was the text ascribed to Aristotle which received the greatest attention of the scholars: the studies and commentaries of this work made during the Renaissance were essential for the development of mechanics before Galileo and Descartes.<sup>3</sup>

In *Mechanical Problems*, which was generally considered to be a work by Aristotle himself, though it is now thought to have been produced within the Peripatetic School,<sup>4</sup> the author tried for the first time to base the explanation of the working of 'simple machines' (such as the lever, the windlass, the wedge and the pulley) on a single mathematical principle,

---

<sup>1</sup>Baldi (1887, 54–55), Guidobaldo del Monte (1588, 4).

<sup>2</sup>Pappus of Alexandria (1588).

<sup>3</sup>See Drake and Rose (1971); Micheli (1995).

<sup>4</sup>The text cannot be ascribed to Aristotle with any certainty, but for the purpose of clarity, we will nevertheless quote him as its author since almost all Renaissance authors agree on this attribution.

and to solve a series of questions which are answered by referring to the same mathematical model. The starting point of the whole treatise was the astonishment caused by operations carried out by means of a lever, such as the lifting of great weights which man was unable to move without that instrument. But even greater astonishment was caused by the fact that, by adding weight to weight, that is, by adding the weight of the lever to the weight to be lifted, the whole thing could be moved more easily. This fact seemed to challenge the obvious relation between the force needed to move a certain body and its weight. In fact, experience clearly shows that things ‘weighing less’ are easier to move than things ‘weighing more.’

The author of *Mechanical Problems* moved on to formulate the principle that could explain this remarkable fact: this principle is directly related to the movement of the lever, so that the working of the simple machines can be reduced to the properties of a circle. He also considers it remarkable that the circle is made up of opposites, a fact that becomes obvious when the circle is generated by a rotating line fixed at one end:

1. The circle is made by what is stationary, i.e., one end of the radius, and by what is moving, i.e., the other parts of the radius that move round and produce the surface of the circle.
2. The circle is concave inside the circumference, as well as convex outside the circumference.
3. The rotating circle moves simultaneously in opposite directions, for it moves simultaneously forwards and backwards.
4. The circle is made by the movement of a line drawn as a radius from the center, but no two points on that line move at the same pace: the point which is further from the fixed center moves more rapidly.

This idea of the circle differs remarkably from that which is contained in Definition 15 and 16 of Book One of Euclid’s *Elements*. Here the figure is already given, without any reference to its generation. In *Mechanical Problems*, on the other hand, the whole argument seems to be based on properties derived directly from the way in which the figure is produced: it is traced not by means of a pair of compasses, but rather by means of a line rotating around a fixed point at one end.

From the property of the circle, according to which points marked on the rotating radius move at different speeds, the author of *Mechanical Problems* explains why bodies placed on the radius at different distances from the center each move at different speeds, increasing with their distance from the center. He regards the motion of the points on the radius as composed of a natural downward motion along the vertical tangent, and a lateral motion against nature toward the fixed center of the rotation, and

shows that this lateral component of the motion increases the closer it is to the center. This moving closer to the center was perceived as obstructing the natural motion, which in consequence is slowed down.

Having thus explained why the point more distant from the center moves more quickly than the point closer to it, though impelled by the same force, the author of *Mechanical Problems* moves on to explain why larger balances are more accurate than smaller ones: the extremity of the balance scale must move at a greater speed, under the influence of the same weight, the greater its distance is from the pivot upon which it turns. Consequently in a larger balance the same weight makes a more visible movement.

Many sixteenth-century authors studied the *Mechanical Problems*. Some, such as Niccolò Leonico Tomeo<sup>5</sup> and Alessandro Piccolomini,<sup>6</sup> translated this work from the original Greek into Latin and added brief linguistic comments. Others, such as Girolamo Cardano<sup>7</sup> and Niccolò Tartaglia,<sup>8</sup> discussed only a few questions in detail: they examined the theory of the balance presented by the author of the ancient text in light of the new concepts and methods of demonstration introduced by the medieval science of weights (*scientia de ponderibus*). Tomeo was one of the leading scholars to study Aristotle's works during the first decades of the sixteenth century. After translating *De parva naturalia*, *De motu animalium* and *De incessu animalium*, around 1525 he turned to the task of translating the *Mechanical Problems*. His translation was so good that it replaced a previous translation made in 1517 by the Venetian humanist Vittore Fausto and became the text used by most of the commentators of *Mechanical Problems* from the mid-sixteenth to the mid-seventeenth century. The first and second editions of this translation, published in Venice in 1525 and in Paris in 1530, were provided with a commentary which was not reprinted in later editions.<sup>9</sup>

The text of *Mechanical Problems* is often so obscure and compact that from early on it required explanatory notes and commentaries. Alessandro Piccolomini chose to make it more accessible by publishing a paraphrase of the work in 1547 in Rome: *In mechanicas quaestiones Aristotelis, paraphrasis paulo quidem plenior* shows both his erudition in the use of avail-

---

<sup>5</sup>Niccolò Leonico Tomeo, 1456–1531.

<sup>6</sup>Alessandro Piccolomini, 1508–1578.

<sup>7</sup>Girolamo Cardano, 1501–1576.

<sup>8</sup>Niccolò Tartaglia, ca. 1500–1557.

<sup>9</sup>Leonico Tomeo (1525, 1530).

able manuscripts as well as his practical knowledge of the contemporary mechanical technology.<sup>10</sup>

Tomeo's translation and Piccolomini's paraphrase were the main channels through which the knowledge of the *Mechanical Problems* spread during the sixteenth century. Baldi himself made use of both of these works in his commentary. Other authors discussed only some of the questions of the Aristotelian text and made important criticisms of the principles and arguments presented in it.

Niccolò Tartaglia, in Book Seven of his *Quesiti et inventioni diverse*, published in 1546, analyzes the general principles stated in *Mechanical Problems* and argues that they were not adequate for the correct solution to the problem of the equilibrium of the balance in the first two questions of that work.<sup>11</sup> Tartaglia's criticism precluded a new approach to the problem of the balance, which was developed in Book Eight of *Quesiti et inventioni diverse* on the basis of the concept of *gravitas secundum situm* formulated in several writings ascribed to the medieval author Jordanus Nemorarius, dating back to the thirteenth century.<sup>12</sup>

A similar discussion of the Aristotelian text can be found in *De subtilitate* by Girolamo Cardano,<sup>13</sup> who also favorably considered the medieval science of weights. For Cardano, the study of the balance was part of a general discussion on motion in connection with technical contrivances: the analysis of the working of a machine was for him an important means for understanding natural principles. It was within the context of a general theory of motion and rest that Cardano studied heavy bodies in motion and at rest in the balance and in other machines. Though he considered many arguments in *Mechanical Problems* as inadequate and superseded by the medieval science of weights and by Archimedes' work, the Aristotelian text exerted a remarkable influence on Cardano, and supplied a considerable amount of topics for discussion in his *Opus novum de proportionibus*.<sup>14</sup>

Compared to these approaches, Baldi's *Exercitationes* represent a different way of discussing the contents of *Mechanical Problems*: the *Exercitationes* contain a systematic analysis of this work in light of Archimedean mechanical principles such as the concept of center of gravity. In his discussion of the Aristotelian text, Baldi makes frequent use of Guidobaldo's *Mechanicorum liber*,<sup>15</sup> which offers a new systematic theory of the simple

---

<sup>10</sup>Piccolomini (1547).

<sup>11</sup>Tartaglia (1546).

<sup>12</sup>Jordanus Nemorarius (1565).

<sup>13</sup>Cardano (2004).

<sup>14</sup>Cardano (1570).

<sup>15</sup>Guidobaldo del Monte (1577, 1581).

machines. In many important digressions from the text, Baldi extends his study to include new mechanical problems similar to those presented in the ancient work.

This new approach was made possible by the recovery and study of Greek geometry and mechanics by Federico Commandino and Guidobaldo del Monte. In the mid-sixteenth century Commandino started a systematic program of Latin translation of works by great Greek mathematicians such as Euclid, Archimedes, Apollonius and Pappus. These translations were supplemented with important notes, but did not add anything new to the original texts. In some cases, however, the lack of a textual tradition resulted in the production of a new work. The most important example is *Liber de centro gravitatis solidorum*, conceived as a reconstruction of a lost ancient text containing a theory of the center of gravity presupposed by some theorems in other works of Archimedes.<sup>16</sup>

After this reconstruction Commandino did not continue with mechanical topics, apart from his translation of Pappus' *Mathematical Collections*, which in Book Eight contains a summary of Hero's *Mechanics*. But he did not work on the main ancient text concerning the theory of the center of gravity, i.e., Archimedes' *On the Equilibrium of Planes*, which was not included in his 1558 edition of Archimedes' works.<sup>17</sup> The task of studying and commenting this text was left to the most famous of Commandino's pupils, Guidobaldo del Monte, who first used the law of the equilibrium of the balance given in this text as the foundation of a rigorous theory of the simple machines in *Mechanicorum liber*, and then expounded and explained Archimedes' work in the form of a paraphrase.<sup>18</sup>

These works established the Archimedean method of dealing with static problems as superior to those used in *Mechanical Problems* and in the *scientia de ponderibus*. Though the tradition of the medieval science of weights followed by Tartaglia and Cardano was sharply criticized by Guidobaldo in the treatise on the balance inserted in *Mechanicorum liber*, the Aristotelian work was still considered to be relevant to the study of mechanical problems, and the principle of equilibrium formulated in this work was regarded as true and fundamental, and simply in need of a better explanation.

This explanation was given by Guidobaldo within the context of the general development of mechanics described in the preface to Book One

---

<sup>16</sup>Commandino (1565).

<sup>17</sup>Archimedes (1558).

<sup>18</sup>Guidobaldo del Monte (1588).

of *Paraphrasis*,<sup>19</sup> where Archimedes' work is considered as laying the true foundation of mechanical science, but at the same time as being closely connected to the Aristotelian work. The general theoretical principle presented in *Mechanical Problems* needed to be specified by determining the exact proportion between weights and distances in the lever. This idea was clearly expressed by Baldi in his biography of Archimedes, included in *Vite de' matematici*:

Since Archimedes (as is probable and as Guidobaldo himself guessed in the preface to Book One of *On the Equilibrium of Planes*) regarded this Aristotelian work as based on solid principles, but not very clearly explained, he wanted to make it more explicit and more easily understandable by adding mathematical demonstrations to physical principles. Aristotle solved the problem concerning the reason why the longer the lever, the easier it is to move the weight, by saying that this happens because of the greater length on the side of the moving power; this was true according to his principle, in which he supposed that things which are at a greater distance from the center move more easily and with greater force; the cause of which he saw in the greater speed with which the larger circle moves compared to the smaller circle. This cause is indeed true, but lacks precision; for given a weight, a lever and a power, I do not know how I should divide the lever at the point where it turns so that the given power balances the given weight. Archimedes accepted Aristotle's principle but went further; he was not satisfied with saying that the force would be greater on the longer side of the lever, but he determined how much longer it should be, that is, what proportion it should have with the shorter side, so that the given power would balance the given weight. [...] He established this with a brilliant demonstration in Book One of *On the Equilibrium of Planes*, which, as Guidobaldo pointed out, was the book of *Elements* of the whole field of mechanics. In the preface of his paraphrase of Archimedes' work, Guidobaldo showed that Archimedes had followed Aristotle entirely, as far as the principles were concerned, but to them had added his own exquisite demonstrations.<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup>Guidobaldo del Monte (1588, 4).

<sup>20</sup>Baldi (1887, 54–55).

This is the program of Baldi's *Exercitationes*: to supply the Aristotelian *Mechanical Problems* with Archimedes' principles and demonstrations.





## Chapter 3

### The Book

Bernardino Baldi most probably began his study of ancient texts on mechanics when he was young. With Guidobaldo del Monte he continued the mathematical studies he had started under the guidance of Commandino and soon turned to study Archimedes' and Pappus' works. He produced a new Latin translation of Pappus' Book Eight of *Mathematical Collections*, and then moved on to work on the *Mechanical Problems*.<sup>1</sup> Biographers of Baldi, such as Affò and Crescimbeni, mention the titles of at least three works on the Aristotelian text: *Discorsi sopra le Meccaniche d'Aristotile*, *Dissertationes in mechanica problemata Aristotelis*,<sup>2</sup> and *Exercitationes*, but unfortunately none of the manuscripts containing these works have survived and the only available text is that of the 1621 edition of *Exercitationes*.<sup>3</sup>

It is likely that this work had already been written around 1582, but it was taken up again in 1614<sup>4</sup> and eventually entrusted in 1615 to Adriaan van Roomen so that he could have it printed in Germany.<sup>5</sup> Van Roomen's death on May 4 of the same year delayed the publication of Baldi's work, which was published only in 1621, four years after the death of its author who had been unable to recover it. The text was full of misprints and

---

<sup>1</sup>This part of the introduction benefits from the Italian translation and commentaries of Baldi's *Exercitationes* undertaken in Milan from 2006–2008 by a research team comprising Sergio Aprosio, Antonio Becchi, Adriano Carugo, Ferruccio Franco Repellini, Enrico Gamba, Romano Gatto, Gianni Micheli and Elio Nenci. See Baldi (2010).

<sup>2</sup>Crescimbeni (2001, 120–122, 142), Affò (1783, 198).

<sup>3</sup>The manuscripts of *Dissertationes* and *Exercitationes* were previously kept at the library of the Accademia Toscana di Scienze e Lettere *La Colombaria*, but were destroyed during World War II. Some interesting notes on mechanics related to the topics discussed in *Exercitationes* are extant (ms XIII.F.25, 129r–136r) in the National Library in Naples. They are now being studied by Antonio Becchi.

<sup>4</sup>In a letter addressed to Pier Matteo Giordani on November 17, 1614, Baldi wrote: "I shall bring with me the original text of my work on mechanics so that we can look at it together" (Oliveriana Library in Pesaro, Cod, 430, 59).

<sup>5</sup>On September 3, 1615 Baldi wrote to Johann Faber asking for his help in recovering the work that had been sent to Germany. See Serrai (2002, 111–112, 142).

incorrect figures, so as to require the addition of eight pages of *errata corrige*, which are extant in only a few of the surviving copies.<sup>6</sup>

To give a clear idea of the contents of this important work of Renaissance mechanics, the various questions contained in it have been arranged in groups according to similar topics. Some of these groupings appeared as such in the original text; others have been formed in order to give a clearer structure to the whole treatise. Since Baldi's work has the form of a commentary, it has been necessary to quote the questions as originally stated in the ancient text.

The general principle: the figure of the circle.

The balance (*Questions 1–2, 9–10, 20*).

The lever (*Questions 3, 21–22, 28*).

The problems concerning sailing (*Questions 4–7*).

The easy movement of bodies with round shapes (*Question 8*).

The simple machines: the axle in a wheel, the pulley and the wedge (*Questions 11, 13, 17–18*).

The sling (*Question 12*).

The breaking and deformation of materials: pieces of wood and pebbles (*Questions 14–16*).

The force of percussion (*Question 19*).

The composition of motions (*Questions 23–24*).

The construction of beds (*Question 25*).

The placement of weights carried on the shoulders (*Questions 26–27, 29*).

The rising from a sitting position (*Question 30*).

Problems concerning motion (*Questions 31–34*).

The motion of bodies in eddying water (*Question 35*).

### 3.1 *The General Principle: The Figure of the Circle*

Baldi criticizes some of the main principles of Aristotelian mechanics, that is, those concerning the 'marvellous' peculiarities of the circle, and shows that they are not based on the combination of opposites with each other. Following Archimedes he considers the entire mechanical science as based on the theory of the center of gravity, of which he gives a definition different from those given by Pappus and Commandino.<sup>7</sup> In his definition he specifies that the center of gravity of a body "is a point placed inside or outside its magnitude."<sup>8</sup> He shows that in the case of arches, which

<sup>6</sup>Becchi (2009).

<sup>7</sup>Pappus of Alexandria (1588, 306v), Commandino (1565, 1r/v).

<sup>8</sup>See the figure in Baldi (1621, 3).

are discussed in Question 16, the center of gravity is indeed placed in the outside space enclosed by the object and not inside the shape of the object. Within the discussion of the principles of the circle, Baldi was the first to determine the exact ratio in the composition of motions resulting in a circular motion. When Baldi discusses the reason why, according to Aristotle, the weight of the lever added to the weight to be moved makes the action of the moving power easier, he points out that this is true only in the case of the type of lever considered in the text, that is, a lever in which the fulcrum is placed between the weight and the moving power.

### 3.2 *The Balance: Questions 1–2, 9–10 and 20*

The first question, which asks why larger balances are more accurate than smaller ones, was presented by the author of *Mechanical Problems* in order to give an example of the fourth peculiarity of the circle, that is, that the points on the diameter describing the circle move more quickly the more distant they are from the center. This peculiarity of the circle is only stated, but not demonstrated in the Aristotelian text. Baldi gives a rigorous geometrical demonstration of this using the example of the astrolabe, which is more precise the greater its radius.<sup>9</sup>

In the second question it is asked why, if the support of a balance is fixed from above, does the balance revert back to its original position of equilibrium after the beam has inclined and the weight is removed; on the other hand, if the support is placed below the beam after it has been inclined, why does it not return to its original position. Baldi points out that the possible cases are not two, but three, according to the support being placed above the beam, below it or at its center of gravity.<sup>10</sup> He then explains, on the basis of the theory of the center of gravity, the different ways in which the three types of balance behave and adds some interesting theorems concerning their different sensitivities. He discusses the situation of equilibrium of different bodies, such as the *sarissa* or long lance and the spinning top, as well as the wonderful case of the equilibrium of a little cardboard figure representing a tightrope-walker holding as a balancing pole a wire with two little lead spheres fixed at either end. Finally he gives an explanation for the great power of the battering ram.

---

<sup>9</sup>The assumption that larger balances are more accurate than smaller ones had already been criticized by Tartaglia in Book Seven of his *Quesiti et inventioni diverse*, 1546.

<sup>10</sup>This fact had already been remarked by Tartaglia, who in Book Eight of his *Quesiti et inventioni diverse* explains the equilibrium of a balance with its support at the center of gravity on the basis of the principles of the medieval science of weights.

The ninth question can be connected with a question discussed at the beginning of this work. It asks: “why can weights be raised more easily by means of larger pulleys than by smaller ones?” The explanation given is that pulleys with greater diameters work like balances with longer arms: in both cases things are moved and raised more easily and more quickly by means of greater diameters, which at the same time describe greater circles. Baldi agrees with the idea to relate the pulleys to the balance, but disagrees with the other aspects of the explanation. Referring to a proposition in Guidobaldo’s *Mechanicorum liber*,<sup>11</sup> he points out that ease of motion is contrary to the speed (with which it is done), that is, in modern terms, in machines the product of the force and the distance is constant. However, Baldi agrees with Aristotle that in practice pulleys with larger diameters work better. This is due to the ratio between the diameter of the pulley and the diameter of the axis: the greater this ratio, the easier the motion. The friction between the axis and the wheel of the pulley is also to be considered: such friction is more easily overcome by pulleys with larger wheels.

In the second part of his commentary to this question, Baldi discusses a topic so far ignored, that is, the case of wheels turned by a crank operated by hand or by foot. As with the lever, here as well the greater the ratio between the crank arm and the radius of the wheel axle, the easier the movement. There are two types of crank: those moved by hand with a straight arm, and those moved by foot with a bent arm. Referring to the example of the knife-grinder and his grindstone, Baldi asks why the grindstone moved by foot is fitted with a bent arm: he points out that, in modern terms, the bending of the arm helps to overcome the upper dead point. Finally, he examines two wheels of equal dimensions but of different weights turning on equal axes: he asks why the lighter wheel is moved more easily, but stops earlier. The reason given is that the heavier wheel at the beginning has greater resistance to the impressed force, but afterwards retains it for a longer time.

Question 10 asks: “why is a balance moved more easily when it is without a weight than when it has one?” Here the author of *Mechanical Problems* introduces an idea that later in the seventeenth century would be treated with the help of the concept of *inertia*. He asks why a balance with a lighter arm is more easily moved than one with a heavier arm. The reason given is that a heavier weight is more difficult to move, not only in the opposite direction, but also when it is at an angle. The Aristotelian explanation is considered insufficient by Baldi, who points

---

<sup>11</sup>Guidobaldo del Monte (1577, 105v).

out that the argument is in contrast to the experience of adding a given weight to two balances which are in equilibrium with different weights. In the Aristotelian work, the question was raised not only in connection with balances, but also in relation to wheels and other similar bodies. The Latin text presented by Baldi ought to be corrected by checking Tomeo's translation.<sup>12</sup>

Textual problems also occur in Question 20 concerning the steelyard, where a whole line of the original text is missing.<sup>13</sup> The steelyard is a balance with unequal arms: the body to be weighed is suspended from the shorter arm and a counterpoise can be moved along the longer arm until equilibrium is reached. The author asks why a steelyard can weigh heavy pieces of meat with a small weight. The answer given by the author is that the steelyard can be considered as both balance and lever at the same time, and be reduced to the figure of the circle. Baldi has no objections to the reduction of the steelyard to the lever and simply points out that in theory this instrument can be used in two different ways: either by keeping the fulcrum fixed and making the counterpoise slide to a different position, or by keeping the counterpoise fixed and changing the position of the fulcrum. But he warns that in practice the steelyard is used in the first way.

### 3.3 *The Lever: Questions 3, 21–22, 28*

Recalling what has been said at the beginning of the work, Question 3 asks why small forces can move heavy weights by means of a lever. The Aristotelian solution consists in making the lever equivalent to the beam of a balance with its support placed below and stating that the greater the distance of the power from the fulcrum, the more easily the weight can be moved because, under the impulse of the same weight, the greater the radius is from the center, the more rapidly it moves. Baldi, however, rejects the idea that speed can be considered as the cause for the working of the lever because it was inconceivable for him to explain the equilibrium of the balance by referring to motion. The Aristotelian distinction between 'actually' (*actu*) and 'potentially' (*potentie*) did not allow something at rest to be considered as 'potentially' in motion. The true explanation, according to Baldi, had been given by Archimedes in Proposition 6 of Book One of his work *On the Equilibrium of Planes*, though it would be necessary to indicate the cause of the inverse proportion stated in that

<sup>12</sup>Leonico Tomeo (1530, 37).

<sup>13</sup>Leonico Tomeo (1530, 41).

proposition. For Baldi, the ultimate justification for the Archimedean law of the lever is the ‘equality of status’ resulting from placing equal powers at the ends of a straight line in a given position.

As to the working of the dental forceps and nutcrackers analyzed in Questions 21 and 22, both instruments were regarded by the ancient author as formed by two levers working in opposite directions, having the point of junction as the fulcrum. Baldi follows here the explanation of Piccolomini.<sup>14</sup>

In Question 28 the author analyzes the working of the swing-beam (*shaduf*) used to draw water from a well, but without relating the structure of this machine to the lever.<sup>15</sup> He points out that the operation normally occurs in two stages and that the empty bucket can easily be let down whereas it is difficult to draw it up when it is full. The disadvantage of letting it down more slowly with the help of this machine is balanced by the advantage of reducing its weight when drawing it up: this result is produced by a stone attached to the end of the swing-beam. Piccolomini and other authors after him felt the need to give a true mechanical explanation of the working of this machine, showing that it is based on the principle of the lever.<sup>16</sup> To this explanation, Baldi added the remark that one also has to take into account the weight of the body of the man who lets down the empty bucket by lifting the loaded end of the beam.

### 3.4 *Problems Concerning Sailing: Questions 4–7*

In Question 4, the author asks why the rowers placed mid-ship are those who mostly move it. This is explained by considering the oar as acting like a lever where the thole pin is the fulcrum, because it is fixed, the sea is the weight, and the sailor is the force that moves the lever. The explanation is again based on the principle of the lever: in proportion to the increasing distance of the moving force from the fulcrum, the weight will move more. Baldi points out, however, that the fulcrum is not actually the thole pin, but the sea, whereas the ship is the weight placed at the thole pin, that is, between the power and the fulcrum. This is the kind of lever discussed by Guidobaldo in Proposition 2 of his treatise *De vecte* contained in *Mechanicorum liber*:<sup>17</sup> here the weight is placed between the

<sup>14</sup>Piccolomini (1547, 45r/v).

<sup>15</sup>This machine is made of a long beam pivoting on top of another beam vertically driven into the ground: the bucket hangs from one end of the pivoting beam, whereas a load or stone is attached to the other.

<sup>16</sup>Piccolomini (1547, 61r/v).

<sup>17</sup>Guidobaldo del Monte (1577, 39r–40v).

fulcrum and the power, and the ratio of the power to the weight is the same as that of the distance of the weight from the fulcrum to the distance of the power from the fulcrum. However, Baldi points out that Aristotle's argument would be conclusive if the ship were kept still by some hindrance: in this case the oar would move in the way described in the text, that is, the fulcrum would be placed at the thole pin and the weight would be the sea. Baldi argues moreover that it would be more correct to say that the rowers move the ship 'more easily' rather than 'mostly'.<sup>18</sup>

The following Question 5 asks why the rudder, which is small and at the end of the vessel, has such great power that the large mass of the ship can be moved by a small tiller and by the strength of one single man exerting just a small effort. The answer given is that the rudder is a lever, the sea the weight and the helmsman the moving power. The rudder works differently from the oar because it does not strike the sea at right angles to its length, and it does not drive the ship forward, but turns it while it moves, receiving the sea at an angle. It is placed at the end and not in the middle of the ship because a moved body can move most easily when the moving power acts from the end. Baldi criticizes the relation between the movement of the oar and that of the rudder as established by the author of *Mechanical Problems*, who applies to the rudder the same argument used for the oar, putting the rowlock at the middle of the oar and considering the rowlock as moving along the oar. Baldi prefers to consider the sea as the fulcrum, and the rowlock or the hinge on which the rudder pivots as the weight. This explains why, when the ship is motionless, the rudder has no effect on the ship's movements to the left or to the right, whereas its effect is great when the ship is moving, because the movement of the ship at an angle is caused by the very movement of the sea which presses against the blade. The rudder works effectively only if it is positioned at an angle and the ship is moving.

To make his point clear Baldi resorts to his personal observation of the way in which boatmen transport goods and people from one bank of a large river to the other. He describes the case of two pontoons joined by means of a plank, with the rudder placed between the two sterns, and the pontoons tied to a rope fixed to one of the banks. If the rudder is turned at an angle, its blade is pushed by the flowing water and drags the boat to the other bank. It is clear that the cause of this movement is not just the percussion of the water against the blade of the rudder, as Aristotle thought, but the pressure exerted by the flowing water upon the blade. The same explanation can be given for the sails of windmills which, by

---

<sup>18</sup>Baldi (1621, 41).

receiving wind at an angle, move the grindstones, and for the tails of birds and fish, which also function like rudders.

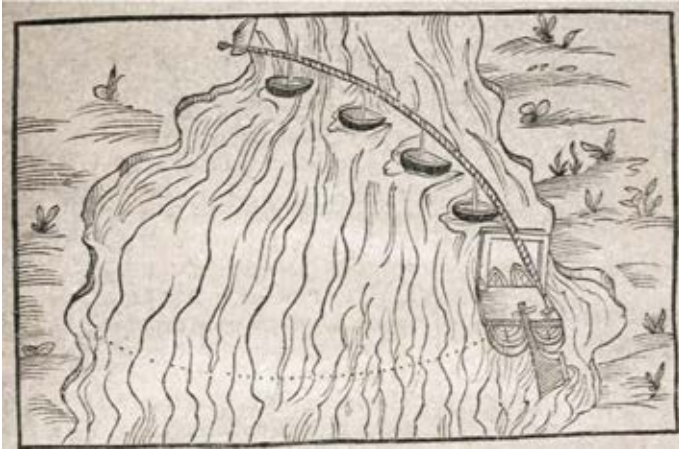


Figure 3.1: Pontoon, Baldi (1621), 48

Question 6 asks why it is that the higher its yard-arm, the faster a ship moves, even though the sails and the wind are the same. The author of *Mechanical Problems* answers that this is because the mast acts as a lever and the fulcrum is where the mast is fixed, whereas the ship is the weight and the wind in the sails is the moving power. Baldi points out that, though it is true that the higher its yard-arm, the faster a ship moves, this causes at the same time a rising of the stern and a sinking of the prow. In fact, the kind of lever to be considered here is the bent lever, similar to that which operates in a pair of tongs for extracting nails, where the fulcrum is the joint. The mast of a ship, when bent by the wind, shifts and raises the weight of the ship. Since it is a bent lever, the power of the wind acting on the yard-arm is to the distance from the fulcrum as the distance from the fulcrum is to the weight of the ship. The center of gravity of the ship is placed toward the prow because of the arrangement of the cargo. As a consequence, the smaller the ratio between the two sides of the lever and the larger the weight, the less the power will prevail in raising the weight.

Question 7 asks why it is that when the sailors wish to sail before the wind, even if the wind is not blowing from the stern, they reef the sail



in the direction of the helmsman and slacken the part of the sail toward the bows. The explanation given is that this happens because the rudder cannot act against the wind when it is strong, but it can when the wind is so light that they can catch it. Thus, the wind carries the ship forward, but the rudder forces it to blow from the stern, acting against the sea as a lever.

Baldi explains this short and obscure text by resorting to Piccolomini's commentary, where this case is reduced to that of a lever in which the wind is the weight, the rudder is the power, and the fulcrum is placed not at the middle of the ship, but toward the prow.<sup>19</sup> Baldi however points out that this explanation raises the objection that the fulcrum should be steady, whereas here it is moving.

### 3.5 *The Easy Movement of Bodies with Round Shapes:* Question 8

In connection with the principle stated at the beginning of the work, Question 8 asks why round figures are the easiest to move. This problem gives Baldi the opportunity to make the first large digression. Aristotle distinguishes between three different types of circular motion: the motion of a circle on a plane, the motion of a circle around a fixed horizontal pivot, and the motion of a circle around a fixed vertical pivot. Baldi examines the following cases: the motion of a circle and an ellipse on a horizontal plane, the motion of a circle on an inclined plane, the impact of a wheel against an obstacle, and the motion on the bend of two wheels having the same axle. Then he discusses the problem of the motion of a cylinder and of a cone on a horizontal plane. The digression ends with an analysis of Aristotle's third type of rotating motion, that is, the motion of a circle around a vertical pivot. Baldi includes the case in which the axis of rotation is at an angle with the vertical line.

These cases are discussed in detail as follows: a circle or a sphere is at rest on a horizontal plane for the same reason that explains the equilibrium of a balance with equal arms loaded with equal weights. In a circle or sphere, the equal weights are the two equal parts of the figure on the right and on the left of the point of the plane on which they are standing and which acts as a fulcrum. Baldi makes the important observation that the motion on the horizontal plane is easiest because the center of gravity is neither raised in relation to the plane, nor with respect to the center of the earth. In the case of figures which are not circular, such as the ellipse, the

---

<sup>19</sup>Piccolomini (1547, 29r).

center of gravity is raised and lowered during the motion on the horizontal plane. Furthermore, the effort made to push an ellipse forward is not constant, but changes constantly because the center of gravity goes up and down in varying ways. This happens also in the case of figures with sides such as polygons. In the case of the motion of a circle or sphere on an inclined plane, Baldi points out that the vertical line passing through the center of gravity of the figure does not go through the point of the plane on which the figure is placed, but further down, so that the figure is no longer supported by the plane, but rolls down the plane. In this case the two sides of the figure on the right and on the left of the point at which it touches the plane are not symmetrical. Baldi then shows that the equilibrium of a circle or sphere on an inclined plane is determined by the type of lever on which the weight of the figure, which is concentrated in the center of gravity, is placed between the fulcrum and the power that keeps the circle or sphere in equilibrium. He also shows that the smaller the angle of inclination of the plane, the less power is needed to keep the equilibrium. Baldi also mentions Pappus' Proposition 9 of Book Eight, which deals with the problem of determining the power needed to pull a weight up an inclined plane, but he does not discuss it since it was based on different hypotheses and arguments.<sup>20</sup>

Baldi questions why wheels with a larger diameter overcome an obstacle more easily than wheels with a shorter diameter. He presents two solutions to the problem, one based on the displacement of the center of gravity, the other on the law of the lever. The first solution shows that in overcoming the obstacle, the center of gravity of the two wheels are both raised to the same height, which is that of the obstacle; but the center of gravity of the larger wheel moves through a greater distance to reach the same height, so that the centers of gravity of the two wheels actually move on two different inclined planes, which have the same height but a different inclination. The second solution to the same problem shows that the two wheels can be considered as two levers of the second type, in which the weight is placed between the fulcrum and the power: the lever corresponding to the larger wheel needs less power than the lever corresponding to the smaller wheel.

Baldi then discusses the problem concerning the motion of two wheels with the same axle: when they turn, both wheels describe two concentric circular paths and the external wheel describes the circumference with a greater diameter, whereas the internal wheel could even remain at rest when it is at the center of the rotation. Baldi goes on to analyze the

---

<sup>20</sup>Pappus of Alexandria (1588, 313r).

motion of a cylinder which rolls on a horizontal plane: if the bases of the cylinder are perpendicular to the axis, the cylinder moves in a straight line and describes two parallel lines; if the bases of the cylinder are not perpendicular to the axis and therefore elliptical, the lines described by the cylinder are still parallel, but curved rather than straight. Considering then the motion of a cone placed on a horizontal plane, Baldi shows that when the vertex remains in the same place, the lines traced by the points touching the plane are concentric circles. When the base of the cone is not perpendicular to the axis, Baldi wrongly believes that the line traced by the motion of the cone is an ellipsis.

Lastly, Baldi considers the case of a rotating motion around a vertical axis, such as the motion of a potter's lathe or the motion of a top. In this kind of motion the center of gravity remains still so that a small force is needed to start the motion and to keep it going, whereas the motion continues for a long time after the force has ceased to act. Baldi also points out that in this kind of motion the axis of rotation keeps its position unless an external cause interferes. Even when the axis of rotation is at an angle with the vertical line, it retains this position because the center of gravity moves neither up nor down. When the center of gravity is not on the axis of symmetry of a circular figure, during rotation it would not be at rest but would also be rotating and would move up and down: since the movement of the center of gravity upward is a violent motion, it would quickly stop.

### **3.6 *The Simple Machines. The Axle in the Wheel, the Pulley and the Wedge: Questions 11, 13, 17–18***

Though in the text of *Mechanical Problems* there is no mention of the axle in the wheel, Baldi discusses the properties of this machine in Question 13. By the end of his commentary on Question 11, he already briefly mentions an important aspect of the working of this machine. There the question was why heavy bodies are more easily carried on rollers than on chariots, though the latter have larger wheels than the former. Baldi agrees with Aristotle that the cause was the lack of friction in the case of rollers, whereas in the case of chariots there is the axle against which the wheels rub. He then adds that enormous weights are most effectively moved by means of rollers if levers are fixed to them, though in this case the resulting motion will be very slow. The slowness is compensated, however, by the ease in moving heavy loads. He gives a geometrical demonstration of this, but without relating it to the theory of the axle in the wheel. But in Question 13, he refers directly to this theory. In this question it is asked:

why are the longer bars (*collopes*) more easy to move round a spindle (*iugum*) than smaller ones; and likewise why are less bulky windlasses (*suculae*) more easily moved than thicker ones by the same force?<sup>21</sup>

Aristotle teaches that this is possible because both the spindle and the windlass are at the center, whereas the length of the bars sticking out from them represents the distance from the center, which is the radius. Now the radii of greater circles move more quickly and a greater distance is traversed by effect of the same force than the radii of smaller circles. In the case of less bulky windlasses, given an equal length of the bars, the part outside the wood is greater. After giving a geometrical demonstration of Aristotle's argument, Baldi explains the etymology of the Latin word *sucula*, meaning windlass, and adds that this was called axle in the wheel (*axis in peritrochio*) by the ancient writers on mechanics.<sup>22</sup> Among the modern authors, Baldi mentions Guidobaldo del Monte who discusses this mechanical power in his *Mechanicorum liber*, where the functioning of this machine is explained on the basis of the principle of the lever.<sup>23</sup>

Question 17 asks: "why are great weights split by a small wedge, and why is great pressure exerted by it?" Aristotle and more recently Guidobaldo tried to reduce the wedge to the lever.<sup>24</sup> Baldi declares that in order to find the true solution, he will not follow their opinion. But first he illustrates Aristotle's solution, showing that it is false and unworthy of such a great philosopher. He then mentions Guidobaldo's solution, which is certainly very clever but, in his opinion, presents a difficulty: he wrongly compares the wedge to an inclined plane. Baldi points out that when an inclined plane is reduced to the lever, the fulcrum is fixed, whereas in the case of the wedge reduced to the lever, the fulcrum continuously changes position.

Considering these difficult aspects of the problem, Baldi tries to explain the strength exerted by the wedge from a different point of view. He distinguishes two types of wedges: those that can be reduced to the nature of the line, and those that can be reduced to the nature of the surface. The former are shaped like lines ending in a point, such as needles, nails or daggers; the latter are made of two surfaces ending in a cutting line, such as knives, swords or axes. Baldi adds that wedges operate in two ways: either they are driven by a hammer, like axes, or they penetrate under the

<sup>21</sup>Baldi (1621, 89).

<sup>22</sup>Pappus of Alexandria (1588, 329v–330v).

<sup>23</sup>Guidobaldo del Monte (1577, 106r/v).

<sup>24</sup>Guidobaldo del Monte (1588, 112v–113v).

action of a push and under pressure, such as swords, daggers, chisels and awls, etc.

At the end of this chapter, Baldi analyzes the action of the lever in the act of splitting a thing with a wedge by considering the thing that is being split rather than the wedge itself. He shows that the fulcrum is continuously changing position so that the splitting becomes easier and easier. As a last case he analyzes the action of splitting a thing by means of a chisel used as a lever shaped like a wedge: the larger the ratio between the part of the chisel outside the split and the part inside it, the easier it is to split the thing.

The topics discussed in Question 18 are systems of pulleys and the ratio between power used and weight lifted. Baldi begins by quoting Aristotle's opinion according to which the greater the number of pulleys, the easier it is to lift weights. He corrects the way in which Aristotle had reduced the pulley to the lever and points out that the pulley is a lever with equal arms, which can be further reduced to a balance. On this basis, he rejects the Aristotelian statement that by augmenting the number of pulleys it would be easier to lift weights and shows that in a system of five pulleys the power applied is equal to the weight lifted. This is a system where the rope tied to the weight passes over fixed pulleys.<sup>25</sup> In this system the force of the weight is not reduced, but power and weight are equal. Then Baldi argues that in a fixed pulley, power and weight are equal, whereas in a mobile pulley the power needed is half the weight. He shows how this principle works in a system of four pulleys by reducing it to four levers with equal arms, and calculates that a weight of 1000 librae is reduced 16 times so that the power needed to hold it would be a weight of 62.5 librae.<sup>26</sup>

### 3.7 *The Sling*: Question 12

The general problem of the motion of projectiles is discussed in Questions 32–34, whereas in Question 12 it is asked: “why are missiles thrown by a sling at a greater distance than those thrown by a hand?” Aristotle solves the question by saying:

perhaps this happens because the thrower hurls the missile which is already moved by the sling, since he throws it after swinging the sling round in a circle; but when projected from

---

<sup>25</sup>Baldi (1621, 123).

<sup>26</sup>Baldi (1621, 126).

the hand it starts from rest. For everything is moved more easily when it is already set in motion than when it is at rest.

He adds moreover:

can it perhaps also be because in the case of the sling the hand becomes the center, and the sling the radius of the circular motion? Thus, the greater the radius, the faster the movement. But the circular movement made by throwing by hand is smaller than that made by the sling.<sup>27</sup>

Baldi approves Aristotle's solution, but adds more precisely that when the missile is thrown by the sling, the center of the circular motion is not the hand, but rather that part of the arm that is joined to the shoulder. He is also surprised that Aristotle did not notice that the thrower, in the very act of hurling, slowly rotates the sling around his head. He also adds that the speed of the missile is not acquired by just the rotation of the sling, but by the *impetus* generated in the very act of throwing the missile.

### 3.8 *The Breaking and Deformation of Materials. Pieces of Wood and Pebbles: Questions 14–16*

In Question 14 it is asked why the same piece of wood held at equal distances from the knee is more easily broken if one holds it far away from the knee than if one holds it quite close to it. The problem of the resistance to the breaking of a piece of wood is first discussed according to the law of the straight lever: the breaking depends on the greater or shorter distance of the point of application of the power from the fulcrum. To this obvious explanation Baldi adds another one, based on the law of the bent lever: one arm of the lever corresponds to the length of the piece of wood, the other arm to its thickness. This explains the importance of the ratio between the length and the thickness of a piece of wood in order to assess its resistance to breaking.<sup>28</sup>

Question 15 is the only one which is similar to a problem discussed in another work ascribed to Aristotle. Earlier, in *Problemata* (XXII, 36), it was asked why stones on the seashore become rounded. There, the answer does not refer to the circular figure. The explanation given by the author is based on the concept that the further an object is from the center, the more rapidly it moves. As a consequence, the parts further from the

<sup>27</sup>Baldi (1621, 88).

<sup>28</sup>For a discussion of Questions 14 and 16, see Becchi (2004) and Valleriani (2009).

middle must be worn down and become rounded. Baldi points out that if it were a question of distance, the larger stones should be rounder than the smaller ones. But this is not the case. The problem is to be related to the natural brittleness of sharp edges and protuberances, which break easily so that the stones become smooth and rounded. As examples of the fragility of small projecting parts, he mentions the protruding parts of a statue (ears, nose, fingers, hands, feet), which can easily be broken, and the round shape of towers as well.<sup>29</sup>

Question 16 contains an important digression concerning the resistance of timbers and stone arches: Baldi's treatment of this subject is beyond comparison to previous studies of the matter. The Aristotelian text asks why pieces of timber are weaker and bend more easily the longer they are. After quoting the explanation of the author (based on a reasoning already described in the comment to Question 14), Baldi engages in a detailed analysis of the resistance of a rod (resistance of different materials such as glass, wood, steel) and of the different ways in which the breaking power operates (along the axis, as in the case of a column; or in a slanting or perpendicular direction). His analysis of the resistance to breaking is based on the law of the lever (which is already used in the comment to Question 14) and on the idea that in the case of the bending of a rod a rarefaction or condensation of matters occurs. Baldi is aware of the importance of this analysis for the art of building and devotes the rest of his commentary to a discussion of the way in which the principles of mechanics can be applied to the practical knowledge of architecture: he analyzes the resistance of floors, trusses, flat arches and vaults. By relating the resistance of a timber to static problems of more complex structures, Baldi aims to "make architects more prudent."<sup>30</sup>

### 3.9 *The Force of Percussion: Question 19*

In Question 19 the author asks:

why, if one places a large axe on a block of wood and adds a large weight on top of it, does the axe not cut the wood to any extent; whereas if one strikes the wood after raising the axe, he splits it, even if the axe weighs much less than the weight that is placed on it and presses down on it?

He solves the question by saying:

---

<sup>29</sup>Vitruvius (1567, 32).

<sup>30</sup>See Becchi (2004).

it is because everything is produced by motion, and a heavy object acquires more motion due to its weight when it is moving than when it is at rest. When the weight lies on the wood, it does not move by effect of the motion, which is inherent to it by nature; but when it is already in motion, it is moved by effect of both this inherent motion and the motion of the striker.<sup>31</sup>

According to Baldi, what Aristotle has said up to here is brilliant; but what the philosopher adds concerning the operation of the axe acting like a wedge is refuted by him in Question 17. For Baldi the discussion of the effect of a blow with an axe must refer to the nature of falling bodies and of projectiles. He considers the example of a balance which is in equilibrium because it has equal heavy bodies lying on its scales: if other equal heavy bodies are added on both sides, the balance remains in equilibrium; but if one of these additional heavy bodies is dropped on one scale, this will cause it to go down. In the heavy body that is dropped there are two weights: one is its natural weight; the other is the weight that it acquires owing to this motion. If the additional heavy body were not just dropped, but thrown down, to its natural weight and to the weight acquired owing to its natural motion a third weight would be added, that is, the weight produced by the violence with which it is thrown.

Baldi then analyzes the circular motion of the axe during the act of striking, and the different weights that are produced in the different subsequent stages of that motion. Afterwards he points out the difference between splitting a piece of wood by striking it with an axe and splitting it by means of a wedge struck by a hammer. Finally, he discusses a “most beautiful question” (*pulcherrima quaestio*), that is, whether a blow from a sword is more effective near the tip or in the middle or near the hilt.

### 3.10 *The Composition of Motions: Questions 23–24*

At the beginning of *Mechanical Problems* Aristotle discusses the question of how two motions can produce a circular motion, and points out that this mixed motion can only be the result of two motions not having a constant ratio. He had previously shown that the composition of two motions having a constant ratio results in a diagonal of the figure generated by them. These arguments must have stimulated the author to reflect on the apparent paradoxes of mixed motions, which were later discussed in Questions 23 and 24. Before discussing Question 23, Baldi points out that

---

<sup>31</sup>Baldi (1621, 128–129).



this offers a splendid consideration concerning mixed motions, which were well known to the ancient authors on mechanics, as were curves such as spirals, helices, cissoids, conchoids, etc., which they used to find the two mean proportionals (the duplication of the cube) and the squaring of the circle. The long text of the question reads:

why is it that in a rhombus, if the two extreme points move in two movements, they do not each pass through an equal straight line, but one passes through a much longer line than the other? In other words, why does the point that moves along the side pass through a distance less than the side? For one point goes through the diagonal, the other through the side which is longer, though the latter moves with one motion, and the other with two.<sup>32</sup>

How can the paradox be solved in which two points, which move with simple motions at equal speed, move through different distances? Aristotle concludes that one of the points moves with two motions, both of which are downward, whereas the other point moves with two motions, of which one is upward and the other downward; therefore the motion of the first point is faster and moves through a longer distance.

This solution seems not only to be true, but also marvellous and worthy of Aristotle. Baldi, however, shows that this is wrong and suggests another way of solving the paradox. In any parallelogram, including the rhombus, mixed motions, if they have the same proportion, are made along the diagonal. But the proportion between diagonals and sides is always changing, and therefore the proportions between the simple motions along the sides and the mixed motions along the diagonals will also always be changing. For instance, in the rhombus the mixed motions along the diagonals are not equal: the one along the greater diagonal is faster, and the one along the smaller diagonal is slower. Likewise, the simple motions of points along the sides are not equal to the motions along the diagonal.

Question 24 is one of the best known of the *Mechanical Problems*. Here it is asked: “why is it that a greater circle revolves along a line of the same length as a smaller circle when they are fixed around the same center?” When they revolve separately, then the lengths of the lines along which each of them revolves in turn are in the same ratio as their respective sizes. Since the geometrical figure used by Aristotle is somewhat obscure, Baldi proposes to demonstrate the same conclusion by using a clearer

---

<sup>32</sup>Baldi (1621, 140).

figure. Aristotle then explains the cause of such an amazing effect, after rejecting the opinion of those who think that the larger circle, when it is carried forward by the smaller circle, moves more slowly because it stops intermittently, whereas when the smaller circle is carried by the larger, it skips some space, so that the distances covered by the larger and by the smaller are the same. Before starting his demonstration, Aristotle assumes the following principles:

the same and equal force moves one mass more slowly and another more rapidly; if a body, which has a natural movement of its own, moves together with a body which has no natural movement of its own, it will move more slowly than if it moved by itself; but it will move more quickly if it moves without the other.<sup>33</sup>

Suppose that there are two bodies, one light, which has a natural movement upward, and the other one heavy, which has a natural movement downward. If the light body were linked together with the heavy one, it would be more difficult for it to move upward and it would move more slowly than if it moved detached from the heavy body.

Moreover, that which is moved not by its own movement, but by the movement of another body, must be moved just as far as the mover moves it. Therefore if the smaller circle is moved not by its own movement, but by the movement of the larger circle, it will cover a greater distance than if it moved by its own movement. Likewise, if the smaller circle revolves carrying the large one with it, the larger circle with its rotation will not cover a greater distance than that covered by the smaller circle.<sup>34</sup>

Aristotle says that those who think that each circle moves by itself when rotating around the same center are deceived. For when the smaller circle is carried by the larger one, the motion is made around the center of the larger circle; whereas if the larger circle is carried by the smaller, the motion is made around the center of the smaller. Aristotle's solution is considered by Baldi as absolutely certain and based on true causes.

---

<sup>33</sup>Baldi (1621, 148).

<sup>34</sup>Baldi (1621, 149).

### 3.11 *The Construction of Beds: Question 25*

In this question it is asked why beds are made with a length that is double the ends, and why the supporting ropes are not fixed diagonally? According to Aristotle, beds are probably made to those dimensions so that they may accommodate ordinary bodies: for the length is twice the width, the length being 4 cubits and the width 2 cubits. Baldi, however, remarks that in his time the proportion was 2 to 3, the length of the beds being 6 feet and the width 4 feet, so that a bed could accommodate two people. He also points out that the original text is rather obscure, both because its different readings in extant manuscripts are erroneous, and because Aristotle's argument is rather involute. Alessandro Piccolomini overcame this difficulty by using a text contained in a very ancient manuscript kept at the Marciana Library in Venice.<sup>35</sup> The ancient author gives three explanations for the reason why the supporting ropes are not fixed diagonally: 1) because in this way the timbers to which they are fixed would be less strained; 2) because the ropes would be less strained if the weight is put on the ropes stretched crosswise rather than diagonally; 3) because fewer ropes would be needed. Concerning the first reason, Baldi shows the different ways in which the timbers are strained according to whether the ropes are fixed perpendicularly or diagonally. As to the second reason, he points out that the ropes fixed diagonally are longer and therefore less resistant than those fixed perpendicularly. As the third reason Baldi calculates the length of the ropes needed when they are fixed diagonally: for a bed 6 feet long and 3 feet wide, the rope needed is about 40 feet and  $\frac{2}{3}$ ; this result is slightly different from that given by Piccolomini, which is 40 and  $\frac{1}{2}$ .<sup>36</sup> Baldi is astonished that the ancients did not use the more simple perpendicular arrangement of ropes, which is more resistant and requires less rope, that is 32 feet, according to his own calculation.

### 3.12 *The Placement of Weights Carried on the Shoulders: Questions 26–27, 29*

In Questions 26 and 27, the problem of carrying weights on the shoulders of a single person is discussed, and in Question 29, the problem of a weight carried by two people. Why is it more difficult to carry a long timber on the shoulders at its ends than in the middle, though the weight is the same in both cases? In Question 26 Aristotle solves the problem by considering the

<sup>35</sup>Piccolomini (1547, 55r).

<sup>36</sup>Piccolomini (1547, 56v, 57v).

vibration at the end of the timber and the lifting of the weight. Baldi points out that in the text it is not explained why the vibration interferes with the carrying, and he gives his own explanation by referring to the concept of center of gravity and to the idea of rarefaction and condensation of the timber carried on the shoulders, recalling what he had said concerning the breaking and the bending of materials in Question 16.

As to the role played by weight, the ancient author had remarked that a timber is more easily carried on the shoulders in the middle because in this case each of the two ends assists in lifting the other and raises the other in an upward direction. Baldi is not satisfied with this explanation and resorts to the Archimedean law of lever as defined by Guidobaldo in Proposition 3 of the treatise of the lever in his *Mechanicorum liber*.<sup>37</sup> At the end of the Question, Baldi mentions similar problems, such as the difficulty of raising a rod by holding it at one end.

In Question 27 it is asked why it is that if the weight is extremely long, it is harder to raise it up onto the shoulders, even if it is carried in the middle, than if it were shorter. Baldi says that this question is similar to the previous one and can be criticized and explained in the same way.

The discussion of the way in which a weight is carried by two people in Question 29 is more interesting. It is asked why it is that when two people carry a weight between them by means of a timber placed at its ends on their shoulders, they feel a different pressure according to their distance from the weight; the closer the carrier is to the weight, the heavier it appears to be. For the author, the timber acts like a lever: the weight is the fulcrum, the carrier nearer to the weight is the thing that is moved, and the carrier more distant from the weight is the thing that moves. Therefore the more distant the moving carrier is from the weight, that is from the fulcrum, the greater the pressure is that is felt by the one moved at the shorter end of the timber. Baldi does not agree with this and referring to Piccolomini's *Paraphrasis* shows that there are two levers to be considered in one single timber.<sup>38</sup> He argues that when the weight is placed at the middle of the lever, the carriers feel the same pressure, since the ratio of the length of the lever to each of its two parts is the same. At the end, Baldi discusses various cases: when the two carriers are of different height, when the weight does not hang freely from the lever, but is fixed to it so that its center of gravity changes position; and when the two carriers are of the same height but move on an inclined plane. The last case, Baldi points out, is similar to that of the wheelbarrow, which could be regarded

---

<sup>37</sup>Guidobaldo del Monte (1577, 41r).

<sup>38</sup>Piccolomini (1547, 62r).

as a lever with the weight placed between the fulcrum and the moving power.

### 3.13 *Rising from a Sitting Position: Question 30*

Question 30 asks:

why when men stand up, do they rise by making an acute angle between the shin-bone and the thigh-bone, and similarly between the trunk and the thigh-bone?

Aristotle answers that this is because equilibrium is a cause of rest and the right angle is an angle of rest and produces stability. When a man stands up his position is at right angles to the ground. When he is seated, his head and feet are not in a straight line, because the trunk is perpendicular to the thigh, as is the thigh to the lower leg. In this position he cannot rise. In order to rise he must bend the trunk and the lower leg so as to make an acute angle between them, and to bring his head immediately above his feet. Baldi rejects this solution to the problem, arguing that a man is unable to stand up from sitting, not because his position at right angles is a cause of stability, but because the center of gravity is outside the support of his feet and he is unable to lean against a stable point in the act of standing up. In order to stand up, it would be necessary to move the center of gravity so as to place it in one straight line, and this is exactly what happens by bending the trunk forward and the legs backward. In order to stand up, it is obvious that it is necessary to make acute angles, but this is not the cause of standing up, as Aristotle seems to think.

From his solution to the problem Baldi derives the solution to new questions: why the feet of men and of some animals who can walk in an upright position are not short and round, but rather long and extended in the lower part? Similarly, why are feet more extended toward the toes than toward the heel? Why those who walk on stilts keep upright by moving continually? All these questions Baldi answers by showing how, in order to keep in equilibrium, the center of gravity of both men and animals must fall inside that part of the body which makes it possible to stand up. The position of the center of gravity inside the supporting surface is a condition also for the equilibrium of objects made by man, such as vases, three-legged stools, etc. And this is the reason why the leaning towers in Pisa and in Bologna do not fall in spite of not being perpendicular to the ground.

### 3.14 *Problems Concerning Motion: Questions 31–34*

In Question 31 it is asked why it is easier to move that which is already moving than that which is stationary. Strictly speaking, this question is not mechanical since no machine is involved. Baldi gives the example of a sphere rolling on a plane by being pushed and points out that it is a physical problem. Baldi elaborates the solution given in *Mechanical Problems*: when a weight is moving in the opposite direction to the pusher, some of the power of the mover is lost; the same thing happens when the mover pushes a weight at rest. But when a body is already moving in the same direction as the pusher, it increases the force of the mover. This explanation, according to Baldi, offers a solution to the physical problem of why the speed of the natural motion of falling bodies increases continuously, and this constant push causes the acceleration of its motion.

Question 32 concerns the motion of projectiles and asks why thrown objects stop moving after a while. This, as well, is a physical problem. In *Mechanical Problems* various explanations are suggested, but Baldi accepts the solution given by Piccolomini in his *Paraphrasis*, which is based on the fact that the impressed force, by which the projectiles are moved, is not natural but accidental and violent, and as such does not last.<sup>39</sup>

Question 33 deals as well with the motion of projectiles and investigates why projectiles continue to move even after the thrower no longer has direct contact with the projectile. This is a central problem within the Aristotelian theory of violent motion. Once again Baldi's solution is in line with the explanation given by Piccolomini in his *Paraphrasis* of *Mechanical Problems* according to which the nature of the impressed motion is accidental and violent and eventually peters out. The last question concerning the motion of projectiles deals with a different aspect of the problem, that is, the proportion between the thrown body and the throwing force. Question 34 asks why neither small nor large bodies move very far when thrown, but must always bear a relation to the thrower. Baldi quotes the two explanations given in the Aristotelian work: it is either because an object thrown or pushed must always offer resistance to that which throws or pushes it; or because a moving body can only move as far as it can penetrate the depths of the air. Finally, Baldi deals briefly with three questions not strictly related to the main question: why does a body turn around when thrown so that its heavier part moves to the front? Why do pebbles skimmed across the surface of water rebound sev-

---

<sup>39</sup>Piccolomini (1547, 66v).

eral times? Why does a ball thrown against an horizontal plane rebound at equal angles?

### 3.15 *The Motion of Bodies in Eddying Water: Question 35*

The last question of *Mechanical Problems*, like the four preceding questions, concerns the motion of bodies, but in contrast connects the problem with the properties of the circle. This question asks why objects which are moving in eddying water all end their movement in the middle. Aristotle explains that the moving object is moving in two circles, one lesser and one greater, and that the greater circle, because it is moving more quickly, is turning the object around and driving it sideways into the smaller circle. Driven then from the second circle into the next inner circle and so on, the moving object ultimately reaches the middle and remains there at rest. In addition, the weight of the object overcomes the speed of the revolving circle so that it is left behind in each lesser circle in succession until it arrives at the center.

Baldi, however, does not accept Aristotle's explanation, as brilliant as it may be, and points out that whirlpools are not circles turning around the same center, but rather rotating movements along a spiral. In addition, the weight of the moving object could only cause its motion to slow down, but the movement toward the center must have a different cause.

### 3.16 *Appendix: The Problem of the Two Mean Proportionals*

At the end of Baldi's commentary to the *Mechanical Problems* there is an Appendix which does not seem related to the questions discussed in the Aristotelian text. It is a classical problem from ancient mathematics: finding two mean proportionals between two given straight lines. Baldi, after mentioning the solutions given by ancient mathematicians, suggests a mechanical procedure for finding a solution, claiming its originality. The demonstration of the validity of Baldi's solution is based on the ancient demonstration produced by Pappus for a procedure suggested by Nicomede.<sup>40</sup>

---

<sup>40</sup>Pappus of Alexandria (1588).





## Chapter 4

### Online Sources

The open-access repository *European Cultural Heritage Online (ECHO)* of the Max Planck Institute for the History of Science is continuously extending its collection of sources made freely accessible as text files in xml format and/or as high-quality images via its web site *echo.mpiwg-berlin.mpg.de*. The following sources mentioned in the present publication and listed below are currently accessible in this way.

#### 4.1 The First Edition of the Treatise of Baldi

Bernardino Baldi 1621

#### 4.2 Ancient and Renaissance Sources Concerning Mechanics Used by Baldi

Niccolò Leonico Tomeo 1525 (see Thomaes 1525)

Niccolò Tartaglia 1546

Federico Commandino 1565

Alessandro Piccolomini 1547 (1565 edition)

Jordanus Nemorarius 1565 (see Tartaglia 1565)

Federico Commandino 1575 (see Heron 1575)

Guidobaldo del Monte 1577

Guidobaldo del Monte 1581

Guidobaldo del Monte 1588

Pappus of Alexandria 1588 (1660 edition)

#### 4.3 Other Works and Translations by Baldi

Bernardino Baldi 1589 (see Heron 1589)

Bernardino Baldi 1612a

Bernardino Baldi 1616 (bound together with Heron 1583)

#### 4.4 Other Renaissance Sources

Vitruvius 1567

Cardano 1570

Guidobaldo del Monte 1615

## Bibliography

- Affò, I. (1783). *Vita di Monsignore Bernardino Baldi primo Abate di Guastalla*. Parma: Filippo Carmignani.
- Archimedes (1558). *Archimedis opera non nulla a Federico Commandino Urbinate nuper in Latinum conversa, et commentariis illustrata*. Venezia: Paolo Manuzio.
- Baldi, B. (1589). *Di Herone Alessandrino de gli automati, ouero machine se mouenti, libri due, tradotti dal greco da Bernardino Baldi Abbate di Guastalla*. Venezia: Girolamo Porro.
- Baldi, B. (1612a). *De Verborum Vitruvianorum significatione. Sive perpetuus in M. Vitruvium Pollionem commentarius. Accedit vita Vitruvii, eodem auctore*. Augsburg: Ad insigne Pinus.
- Baldi, B. (1612b). *Scamilli impares Vitruviani. A Bernardino Baldo Urbinate nova ratione explicati; refutatis priorum interpretum, Guilielmi Philandri, Danielis Barbari, Baptistae Bertani, sententiis*. Augsburg: Ad insigne Pinus (apud J.Praetorium).
- Baldi, B. (1616). *Heronis Ctesibii belopoeeca, hoc est telifativa Bernardino Baldo Urbinate Guastallae Abbate illustratore et interprete, item Heronis vita eodem auctore*. Augsburg: David Franck.
- Baldi, B. (1621). *In mechanica Aristotelis problemata exercitationes: adiecta succinta narratione de autoris vita et scriptis*. Mainz: Johann Albin Witwe.
- Baldi, B. (1707). *Cronica de' matematici ouero epitome dell'istoria de le vite loro opera di monsignor Bernardino Baldi da Urbino Abate di Guastalla*. Urbino: Angelo Antonio Monticelli.
- Baldi, B. (1887). Vite inedite di matematici italiani scritte da Bernardino Baldi e pubblicate da Enrico Narducci. *Estratto da bullettino di bibliografia e storia delle scienze matematiche e fisiche 19*.

- Baldi, B. (1998). *Le vite de' matematici. Edizione annotata e commentata della parte medievale e rinascimentale*, ed. by Elio Nenci. Milano: FrancoAngeli.
- Baldi, B. (2010). *In mechanica Aristotelis problemata exercitationes, vol. 1: Testo latino riveduto e corretto con traduzione italiana a fronte*, ed. by Elio Nenci. Milano: FrancoAngeli.
- Becchi, A. (2004). *Q. XVI. Leonardo, Galileo e il caso Baldi: Magonza, 26 marzo 1621*. Venezia: Marsilio.
- Becchi, A. (2009). Uno e trino. Impronte stravaganti di un testimone postumo (1621). In F. P. Di Teodoro (Ed.), *Saggi di letteratura architettonica, da Vitruvio a Winckelmann, vol. 1*, pp. 19–35. Firenze: L.S. Olschki.
- Cardano, G. (1570). *Opus novum de proportionibus numerorum, motuum, ponderum, sonorum, aliarumque rerum [...]*. Basel: Heinrich Petri.
- Cardano, G. (2004). *De subtilitate. Edizione critica libri I-VII*, ed. by Elio Nenci. Milano: FrancoAngeli.
- Commandino, F. (1565). *Federici Commandini Urbinatis liber de centro gravitatis solidorum*. Bologna: Alessandro Benacci.
- Commandino, F. (1575). *Heronis Alexandrini spiritalium liber. A Federico Commandino Urbinate liber ex Graeco in Latinum conversus*. Urbino: Domenico Frisolino.
- Crescimbeni, G. M. (2001). *La vita di Bernardino Baldi Abate di Guastalla*, ed. by Ilaria Filograsso. Urbino: QuattroVenti.
- Drake, S. and P. L. Rose (1971). The Pseudo-Aristotelian Questions of Mechanics in Renaissance Culture. *Studies in the Renaissance* 18, 65–104.
- Guidobaldo del Monte (1577). *Guidi Ubaldi e Marchionibus Montis mechanicorum liber*. Pesaro: Girolamo Concordia.
- Guidobaldo del Monte (1581). *Le mecaniche dell'illustriss. sig. Guido Ubaldo de' Marchesi del Monte: tradotte in volgare dal sig. Filippo Pigafetta*. Venezia: Francesco De Franceschi.

- Guidobaldo del Monte (1588). *Guidi Ubaldi e Marchionibus Montis in duos Archimedis aequeponderantium libros paraphrasis scholiis illustrata*. Pesaro: Girolamo Concordia.
- Guidobaldo del Monte (1609). *Guidi Ubaldi e Marchionibus Montis problematum astronomicorum libri septem*. Venezia: Bernardo Giunti, Giovanni Battista Ciotti e soci.
- Guidobaldo del Monte (1615). *Guidi Ubaldi e Marchionibus Montis de cochlea libri quatuor*. Venezia: Evangelista Deuchino.
- Jordanus Nemorarius (1565). *Jordani opusculum de ponderositate Nicolai Tartaleae studio correctum, novisque figuris auctum*. Venezia: Curzio Troiano Navò.
- Leonico Tomeo, N. (1525). *Nicolai Leonici Thomaei opuscula nuper in lucem aedita quorum nomina proxima habentur pagella*. Venezia: Bernardino Vitali.
- Leonico Tomeo, N. (1530). *Aristotelis Stagiritae parva quae vocant naturalia. De sensu et sensili. De memoria et reminiscentia. De somno et vigilia. De insomniis. De divinatione per somnia. De animalium motione. De animalium incessu. De extensione et brevitate vitae. De Iuventute et senectute, morte et vita, et de spiratione. Omnia in Latinum conversa, et antiquorum more explicata a Nicolao Leonico Thomaeo. Eiusdem opuscula nuper in lucem edita*. Paris: Simon de Colines, Louis Cyaneus.
- Micheli, G. (1995). *Le origini del concetto di macchina*. Firenze: L.S. Olschki.
- Pappus of Alexandria (1588). *Pappi Alexandrini mathematicae collectiones a Federico Commandino Urbinate in Latinum conversae, et commentariis illustratae*. Pesaro: Girolamo Concordia.
- Piccolomini, A. (1547). *In mechanicas quaestiones Aristotelis, paraphrasis paulo quidem plenior. [...] Eiusdem commentarium de certitudine mathematicarum disciplinarum*. Roma: Antonio Blado.
- Serrai, A. (2002). *Bernardino Baldi. La vita, le opere. La biblioteca*. Milano: Edizioni Sylvestre Bonnard.
- Tartaglia, N. (1546). *Quesiti et inventioni diverse*. Venezia: Venturino Ruffinelli.

Valleriani, M. (2009). The Transformation of Aristotle's Mechanical Questions. A Bridge Between the Italian Renaissance Architects and Galileo's First New Science. *Annals of Science* 66, 183–208.

Vitruvius (1567). *De architectura libri decem cum commentariis Danielis Barbari*. Venezia: Francesco De Franceschi, Johann Crigher.

## Part 2: Facsimile





**BERNARDINI  
BALDI VRBINATIS**

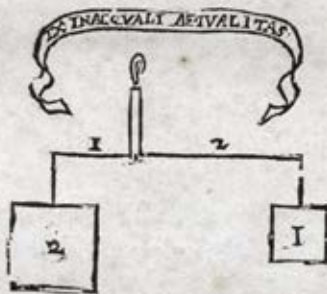
**GVASTALLÆ AB-  
B A T I S**

*1 2*

**MECHANICA ARISTOTE-  
LIS PROBLEMATATA**

**EXERCITATIONES:**

*ADIECTA SUCCINCTA NAR-  
ratione de auctoris vita & scriptis.*



**MOENNAE,**

Typis & Sumptibus Viduae Ioannis Albini.

**M. DC. XXX**

BERNARDINI  
BALDI ARBINATIS

MECHANICA ARISTOTE  
EXERCITATIONES



PROBATA  
ANNO DC LXXI



NOBILISSIMO AC GENE-  
ROSO DOMINO

D. ADAMO PHILIP-  
PO BARONI A CRON-  
BERG, EQVITI, SACRÆ CÆSA-  
REÆ MAIESTATIS, ET SERENISSIMI  
Principis Archiducis Alberti Camerario intimo &c.  
Domino meo gratiosissimo.



Pportune sub hoc ipsum tem-  
pus, quo in Belgium ad Sere-  
nissimos Principes iter ador-  
nat Nobilissima & Generosa  
Dom. V.<sup>ra</sup>, prodit nostris for-  
mis in publicum. editus Com-  
mentarius Bernardini Baldi Vrbinatis Gua-  
stallæ Abbatis in Aristotelis Mechanica. Is  
vir in omni scientiæ genere, at maxime in Ma-  
thematicis disciplinis fuit versatissimus, quod  
multa ab eo præclare scripta testantur opera,  
ex quibus paucula edita, reliqua vero speramus

):( 2 mus

## E P I S T O L A

mus suo tempore in publicam lucem produ-  
 cenda. Cum vero nemini sit obscurum Nobili-  
 ssimæ ac Generosæ Dom. V.<sup>rx</sup> id semper  
 extitisse familiarissimum, vt tum domesticum  
 otium, tum maxime peregrinationes, quibus  
 totam pæne Europam lumina cum laude  
 circumscripsit, tum variarum linguarum per-  
 fecto vsu, tum Mathematicarum disciplina-  
 rum notitia & exercitio redderet iucundiores,  
 nulla me tenet dubitatio quin & Baldum Vr-  
 binatem nostris typis loquentem in hoc iti-  
 nere, quod à Deo felicissimum Nobilissimæ  
 ac Generosæ Dom. V.<sup>rx</sup> precor, in suum comi-  
 tatum ac tutelam beneuolo animo sit admis-  
 sura. Id rogo humillime simulque precor, vt  
 hanc meam typographiam plurimis iam re-  
 tro annis de inclytæ familiæ Cronbergicæ tu-  
 tela gloriantem, suo fauore prosequatur, vi-  
 duæque afflictæ fortunis beneuole adspiret.  
 Sic Deus Nobiliss. & Generosam Dom. V.<sup>ram</sup>  
 illustret omnibus bonis, eamque R.<sup>mo</sup> & Ill.<sup>mo</sup>  
 Principi ac Domino meo Clementissimo, D.  
 Ioanni Suicardo Archiepiscopo Mogunti-  
 no Principi Electori ac per Germaniam Ar-  
 chican-

## DEDICATORIA:

chicancellario &c. patruo suo optatissimo  
 saluo florentique redhibeat saluum simili-  
 ter florentem ac incolumem. Moguntiaè è  
 typographeio Viduæ Albinianæ, honori No-  
 bilissimæ ac Generosæ Dom. Vestræ perpe-  
 tuum dicato. Anno 1621. 26. Martij.



## PRÆFATIO.

**D**iligenter legenti mihi quaestiones illas, in quibus ea quae ad Mechanicam facultatem pertinent, explicantur, multa in mentem veniebant; & primum quidem eorum, quae ibi disputantur, utilitatem, subtilitatem, copiam admirabar: Tum ex animo dolebam, aureum hunc libellum propè negligi, & ab iis qui pulcherrimis hisce studiis dant operam, assiduè praemanibus non haberi. Multas autem Auctori ipsi habendas referendasque esse gratias, qui tam egregiam, utilem & probe instructam suppellectilem Architectis, Mechanicis, & omnibus ferè Artificibus suppeditauerit. Aristotelis nomini ascribitur Commentarius, licet nonnulli, sitne Philosophi illius praeclarissimi & acutissimi labor, an non, adfirmare subdubitauerint. Aristotelis tamen esse omnes ferè meliores consentiunt: Idque tum exphrasi, & explicatione, qua Aristotelem sapiunt, tum iudicio subtilitatis & rationum, qui-  
bus

## P R Æ F A T I O.

*bus* quæstiones ipsa ingeniosissimè diluuntur. Vi-  
 detur autem mihi, rem accuratius exploranti, sa-  
 tis verisimile ( nullum enim habeo opinionis hu-  
 ius assertorem ) sectionem esse hanc, & partem  
 quandam eius operis nobilissimi, quod idem au-  
 ctor De Problematibus edidit, & hanc, nescio  
 quam ob causam; nisi fortè quod tractatio merè  
 Physica non sit, à reliquo corpore distractam at-  
 que reuulsam. Id certè quod ad rem facit, probè  
 nouimus, Diogenem Laertium inter cetera Ari-  
 stotelici ingenij monumenta Mechanica quoque  
 adnumerasse. Quibus consideratis magnopere  
 subit mirari, cur ij qui post Aristotelem floruere  
 atq; vixere, Mechanici, Archimedes, Athenæus,  
 Heron, Pappus, & ceteri, nullam huius libelli fe-  
 cerint commemorationem: & sanè debuerunt;  
 neq; enim à vero est dissimile, ipsos per hunc ali-  
 quatenus profecisse. Verum enimvero cum inge-  
 nui illi fuerint homines, & nullatenus obtrecta-  
 tores, credendum potius est, Commentariolum i-  
 stud, eorum æuo, paucis cognitum, alicubi in Bi-  
 bliothecis latuisse: etenim cetera quoq; Aristote-  
 lis scripta, post vetusta illa tempora, ante Ale-  
 xandrum Aphrodisiensem, à multis fuisse igno-  
 rata

## P R Æ F A T I O

rata non dubitamus. Habemus siquidem, Strabon teste, lib. 13. Aristotelis, & Theophrasti bibliothecam, post ipsius Theophrasti decessum, ad Neleum quendam Scepsium, Corisci filium, qui eius fuerat auditor, peruenisse; post hæc libros, blattis olim, & humore corruptos, Apelliconi Teio venditos, & ab eo Athenas translatos, tum Athenis captis in Sylla potestatem deuenisse, eosque tandem à Sylla acceptos, Tyrannionem Grammaticum, ut potuit melius emendatos, promulgasse. Ex quibus colligimus, mirum non esse, Archimedi, Heroni, & alijs qui ante Syllam vixere, fuisse incognitos. quicquid sit, illud certum est, Aristotelem eorum omnium qui de Mechanicis commentaria edidere, esse longè vetustissimum. Pappus enim Herone iunior, Athenæus Archimedi æqualis, uterque enim sub Marcello, cui Athenæus suum de bellicis Machinis libellū dedicauit. Archimedes verò circa CXL Olympiadem floruit, quamobrem post Aristotelem Olympiadas XL. hoc est, annos ferè CLX. Istæ autem considerantibus, facile est cognoscere facultatis huius nobilitatem, atque dignitatem; quippe quod summus Philosophus non modo eam pro-



## A V T H O R I S.

probauerit, sed etiam suis acutissimis lucubrationibus illustrauerit. Hanc porro tractationem subiecto quidem Physicam esse, demonstrationibus vero Geometricam, ipsemet nos docuit Aristoteles, cuius etiam natura sunt Perspectiua, Specularia, Musica, & cetera eiusdemmodi facultates, quas quidem subalternas Peripatetici appellant. Vitruuius Architectura membrum, ut ita dicam, & portionem quandam facit, ait enim Architectura partes esse tres, Edificationem, Gnomonicam, Machinationem. Est autem Architectura quidem inferior, paret enim Architecto Mechanicus; attamen si ceteras artes spectes, Architectonica; hac enim omnes ferè sedentaria, sellulariæue, quas banau-sas Græci appellant, ordine subiiciuntur, & sanè latissimos isthac habet fines; præcipuè autem circa eam versatur cognitionem, eamque inter ceteras ferè principem, quam dixerunt Centrobaticam, qua quidem ad Centri gravitatem, eiusque speculationem pertinet: qua in specie inter veteres primum sibi vindicauit locum Archimedes, mox Heron, deinde Pappus; inter neotericos au-

): ( ):(            tem

## P R Æ F A T I O

tem Commandinus, qui librum de Centro gra-  
 uitatis solidorum scripsit, & post eum G. Vbal-  
 dus è Marchion. Montis, qui non modo ab-  
 solutissimum Mechanicorum librum cum maxi-  
 ma ingenij sui laude conscripsit, sed & Paraphra-  
 sin in librum Aequponderantium Archimedis  
 egregie concinnauit Centrobaricam hanc, igno-  
 tam fuisse Aristoteli, satis patet. nunquam enim  
 in Mechanicis demonstrationibus, quod tamen  
 est potissimum, grauitatis centrum nominat, e-  
 iusue naturam atque vim speculatur. Diuidi-  
 tur autem Mechanice tota, teste Herone apud  
 Pappum libro octauo, in Rationalem, hoc est,  
 Theoricam & Chirurgicam, id est, manu ope-  
 ratricem, quam Praxim aptè dicere valeamus.  
 Rationalis, speculationi & demonstrationibus, ex  
 Geometricis, Arithmeticis & Physicis rationi-  
 bus, dat operam; Chirurgica vero materiam  
 tractat, & sese in varias artes diffundit, Ara-  
 riam, Lignariam, Sculptoriam, Pictoriam, A-  
 edificatoriam, Machinariam & Thaumaturgi-  
 cam, ceterasque eiusmodi. Machinatoria au-  
 tem sunt partes Manganaria, qua ingenia  
 transf-

## A V T H O R I S.

transferuntur pondera, tum ipsa Poliorcetica, quæ bellicas Machinas ad urbium expugnationes, quod vel ipso nomine profitetur, adificat. At qui hac de re plura scribere supersedemus, ne ætæ agamus: quisquis enim minutè magis hac cognoscere desiderat, is Pappum adeat libro citato, & Guidum Vbaldum in Præfatione quam suo Mechanicorum Operi preposuit. Ut autem ad Aristotelis, de quo egimus, libellum reuertamur, pauci sunt qui ei ante nos stilum & operam commodauerint: Leonicens Latinum fecit & figuris tum breuissimis, & paruis sane ponderis, marginalibus adnotatiunculis, instruxit. Post hunc Alexander Picolomineus luculentissima Paraphrasi illustrauit. Nôdo, ut audio, Simon Sticinus Hollandensis quadam edidit, quæ ad nos minime peruenere. Nos demum, omnium, tum scientia, & ingenio, tum ætate, postremi huic operi manum admouimus; Considerantes enim Aristotelem alijs principijs usum, ac probatissimi post eum fecerint Mechanici, demonstrasse, morem huiusce facultatis studiosis gesturos nos fore arbitrati sumus, si easdem illas quæstiones

*Mechanicis, hoc est, Archimedeis probationibus confirmaremus; dum per latissimos facultatis huius campos vagantes, alias quoque istis affines dubitationes introducentes solueremus. quicquid autē fecerimus profecerimusue, Lector optime, boni consule, & quia fax per manus traditur, tu interim de me accipe, ut alijs tradas.*

DE VITA ET SCRIP-  
TIS BERNARDINI  
BALDI VRBINATIS

EX LITERIS FABRITII SCHAR-  
loncini ad Illustrissimum & Reuerendissimum  
Dominum Latum Ruinum Episcopum Bal-  
neoregiensem ex-Nuntium Apostolicum  
ad Polonia Regem &c.



atus est Bern. Baldus Urbini nobilibus par-  
tibus post die Non. Iunij anno MDLIII.  
Genus traxit, quod me sæpè ab eo memini  
audire, à familia Cantagallina, quæ inter  
Perusinas illustris: hoc autem cognomen,  
Baldi accepto, vt in varietate temporum sit,  
Abauus reliquit, à teneris vnguiculis pietatè erga Deum  
præferulit: nam vt mater eius narrabat, sanctorum imagi-  
nes & Altariola non cum lætitiâ solum, sed cum venera-  
tione anniculus intuebatur. Præceptoribus in adolescen-  
tia vsus fuit laudatissimis Io. And. Palatio, & Io. Antonio  
Turoneo, qui altero doctior, & Paulo Manutio maxime  
carus ob latinæ & græcæ linguæ peritiam propè singula-  
rem: ad illorum autem sedulitatem tantum animi ardorem  
attulit, tantam ingenij ac iudicij vim, vt non tantum  
æqualis sed omnium vicerit expectationem. Puer adhuc  
Arati apparitiones Italico carmine reddidit. Parens hac  
filij laude & gloria motus anno 1573. eum ad maiorem ingenij  
cultum capeffendum Patavium misit. Hic in Emanu-  
el Margunij familiaritatem statim venit, cui porro  
fuit

## V I T A

fuit in amorbis. Homeri Iliad. illo Doctore & interprete diligentius quam fecisset antea, euoluit. priuato autem studio Anacreonti, Pindaro, Æschyli, Euripidi, Sophocli operam dedit, sed præ cæteris Theocriti Bucolica triuit, ad quod scriptionis genus natura magis ferri videbatur: centenos græci alicuius poëtæ versus memoriter tenebat, sæpeque habebat in ore, in oratoribus græcis versandis laborem se aliquem sentire, in poëtis nullum. Scripsit Patavij libellum de Tormentis Bellicis, & eorum inuentoribus, & cum in Transalpinorum amicitias incidisset, sibi ducebat de decori ipsos sua lingua loquentes non intelligere. quare incredibili celeritate Gallicam & Germanicam didicit. Pestilentia ex eo Gymnasio exactus in Patriam redijt, vbi quinquennium integrum Federico Commandino affixus omnes Matheseos partes perdidit, cui viro in delineandis figuris ad Euclidis, Pappi, & Heronis monumenta manum commodauit: ex eiusdem obitu dolorem vix consolabilem sustinuit, susceptoque eius vitam scribendi consilio, subinde ad omnium Mathematicorum vitas conscribendas animum adplicuit, quod & duodecim annorum spatio præstitit felicissimè. cum vero Mathematicarum disciplinarum amore torqueretur, amisso Commandino Præceptore, amicum nactus fuit præstantissimum & symmytam Guidum Vbaldum è Marchionibus Montis, in cuius se consuetudinem daret: quantum profecisset, ostendunt ij commentarij quos anno 1582. in Arist. Mechanica scripsit. Ut postea à grauioribus studijs ad amœniora animum abduceret, de re nautica poëma Italice confecit. quo absoluto Paradoxa multa Mathematica explicauit. Fama de Baldi virtutibus dissipata Ferrandus Gonzaga Molfetæ Princeps & Guastallæ Dominus cœpit de illo in suam familiam asciscendo cogitare, vt qui ijsdem caperetur artibus, quibus excellere Baldus incipiebat:

## A V T H O R I S.

piebat: Itaque opera Curtij Arditij honorifice fuit in aulam euocatus, dum vitam non aulicam viueret totus in litteras abditus precibus Vespasiani Gonzagæ Sablonetæ Ducis ad explanandos Vitruuij libros adactus fuit. quare tunc natus de Verborū Vitruuianorum significatione commentarius; in quo minime mirandum si minuta quædam profequutus fuit, quæ viro magno minus esse digna videantur: illi enim Principi morem gessit. scio dixisse aliquando Adrianum Romanum è Polonia reuersum, vbi Vitruuium Palatino cuidam explicauerat, si commentarium Baldi in Polonia adhibere potuiffem, aurum quod mecum attuli emunxiffem, quia satisfeciffem muneri labore nullo. Cum Ferrando hero suo obuiffet necessitas Hispanias adeundi, illud iter sine Baldo facere se posse non putabat, non tam vt haberet, qui erudito eloquio viæ tædium leuaret, quam cui posset arcana committere, atque adeo à quo iuuaretur consilio. Vix viæ se dederant cum Baldus grauem in morbum delapsus itinere cogitur desistere: Mediolanum proinde diuertit, vbi à S. Carolo Borromæo & benignè exceptus, & tamdiu detentus donec valetudinem recuperaret. Guastallam postea se recepit, vbi cum absente Domino liberiori otio frueretur, libros sex de Aula eruditiffimos methodo analytica conscripsit. alios non commemoro, quod cum orium erit, omnium syllabum dabo. Anno 1586. ipso nihil postulante eligitur Guastallæ Abbas, à quo tempore luri Can. Concilij, & SS. Patribus totum se dedit. Hebrææ & Chaldææ linguarum discendarum triennium posuit. Anno 1593. nouæ Gnomonices libros quinque composuit. in sequenti Chaldæam Onkeli paraphrasin in Pentateuchum vertit & commentarios adiunxit; quo exantlato labore in Iob ex Heb. fonte paraphrasin texuit, quam & scholij illustrauit. Tabulam Etruscam Eugubinam interpretatus fuit.

## VITA ET SCRIPTA

fuit: in ea autem diuinatione, vt aiebat, subcisiuas vnus  
 mensis horas consumpsit. De Firmamento & aquis egre-  
 gie scripsit. Oeconomiam Tropologicam in S. Matthæum  
 Card. Baronius, qui non alia Baldi vidit, vehementer pro-  
 babat. Romæ dum viueret, fere nesciuit quid gereretur  
 in Aulis: Arabicæ enim linguæ cum Io. Baptista Raimon-  
 do diligentissime studuit, & arcana industria Slauonicæ,  
 quam perfecte callebat. Ex Arabico vertit Hortum Geo-  
 graphicum Anonymi, quem ante sexcentos annos flo-  
 ruisse arbitrabatur. Hunc vero extrusisset, vt alios Baldi  
 libros, Marcus Velferus Ilvir Aug. si eo paulo longior  
 huius lucis vsura contigisset. Composuit & Dictionarium  
 Arabicum. atque cum beatissimam illam ybertatem in-  
 genij assidue diffundi necesse esset, anno 1603. orbem vni-  
 uersum describere aggressus fuit; atque ita quidem, vt  
 tam quæ ad Historiam, quam quæ ad Geographiam per-  
 tinerent complecteretur: Neque illustrare solum voluit  
 quæ nouerunt antiqui, quemadmodum visum Ortelio,  
 sed vel oppidula omnia & pagos, de quibus aliqua in po-  
 stremis scriptoribus mentio. & profecto totum opus ad  
 umbilicum perduxit: non digessit tamen vniuersum. qua-  
 tuor aut ni fallor quinque tantum Tomi fuerunt ordine  
 Alphabetico dispositi: superessent septem aut octo dispo-  
 nendi, quantum ex chartarum & fasciculorum mole con-  
 iicere licet. Anno 1617. quarto Idus Octob. posteaquam  
 dies 40. vehementi destillatione vexatus fuisset, spiritum  
 Deo reddidit Sacramentis Ecclesiæ omnibus rite muni-  
 tus. Statura procerus fuit, facie oblonga & acribus oculis,  
 colore subfusco. Membrorum ei fuit decens habitudo, &  
 compactum corpus. Diebus festis omnibus sacrum facie-  
 bat, ieiunabat bis in hebdomada, eleemosynisque paupe-  
 res subleuabat. In studijs sic assiduus fuit, vt sæpe & legeret  
 & comederet. S. Augustini libros de Ciuitate Dei ter in-  
 ter



## A V T H O R I S.

ter prandium euoluit. Statim à noctis meridie dum ei vires firmiores essent ad lucubrandum surgebat. à prandio Euclidem Arabice editum, vel libellum aliquem germanicum aut gallicum in manus sumebat. Suauitate morum & modestia, etiam si ceteræ dotes abfuissent, quemlibet ad amorem sui allicere potuisset. Sermo modicus ei fuit, itemque cultus. Nullos vnquam honores petijt, qui à Clem. 8. amplissimi promissi fuerant; nullum emolumentum quæsiuit suo centu contentus. facile parcendum esse dicebat, ijs maxime qui in re leui impegissent, quoniam si quos censemus optimos, nudos conspiceremus, nullum eorum non iudicarem multis dignum verberibus. Bibliothecam habuit non locupletem, sed selectis instructâ codicibus. Verum ire per singula longum esset. Satis mihi de incomparabili Baldi doctrina, & summa innocentia, & rarum connubium, pauca dixisse, quæ forsitan ad imitandum nimis multa.

## SYLLABVS LIBRORVM omnium B. Abb. Baldi.

- A** Rati apparitiones è gr, in Ital. vertit.  
 De Tormentis Bellicis & eorum Inuentoribus lib.  
 Heronis automata vertit.  
 Viras omnium Mathematicorum scripsit, & trib. in Tom.  
 2. 1. P<sup>o</sup>. à Thalete ad Christum. 2. à Christo ad sua tempora.  
 Earumdem vitarum Epitomen Chronologicum confecit.  
 In Aristot. Mechan. Commentar.  
 De Re nautica Poëmatum.  
 Paradoxorum Mathematicorum liber.  
 Descriptio Palatij Ducum Vrbinarum quod est Vrbin.  
 Poema cui titulus, Lamus.

);(:( :):( Carmi;

## S C R I P T A

- Carmina pia, quæ inscribuntur, Anni Corona.  
 De Verborum Vitruvianorum significatione.  
 Carmina varia & eclogæ mixtæ.  
 Apologi centum, quos scripsit æmulatus Leonem Bapt.  
 Albertum.  
 De Humanitate Dialogus qui inscribitur Gofelinus.  
 Comparatio Vitæ Monasticæ cum seculari.  
 De Aula libri sex.  
 De felicitate Principis Dialogus.  
 De Dignitate Dial.  
 Carmina Romana.  
 Musæi fabulæ in versu.  
 De Italici carminis natura Dial. qui inscribitur Tassus.  
 De vniuersali Diluuiio poemation.  
 Nouæ Gnomonices lib. quinque.  
 Hieremiæ Threnos vertit, & ex Heb. fonte annotat. ad-  
 icit.  
 Poemation inscriptum, Deiphobe, quod scripsit æmula-  
 rus Lycophonem in Callandra.  
 Scala cælestis. i. Sermones pij & carmina.  
 Onkeli paraphrasin Chaldæam in Pentateuchum ver-  
 tit & vberes commentarios adiecit.  
 In Iob Paraphrasin latina ex fonte Heb. additis Scholijs.  
 De scamillis imparibus Vitruuij.  
 De firmamento & aquis.  
 Quinti Calabri Paralipomena vertit.  
 Tabulæ Etruscæ Eugubinæ Interpretatio.  
 Oeconomia Tropologica in S. Matthæum.  
 Urbini encomium.  
 Horti geographici ex Arab. versio.  
 Aduersus Aulam Carmina.  
 Luciani de miserijs Aulicorum versio.  
 Oratio ad Romæ conseruatores pro antiquitatum eius  
 Urbis custodia. Vni-

## A V T H O R I S.

Vniuersi orbis geographica & Historica descriptio con-  
texta ex septingentis & eo amplius scriptoribus.

Federici Urbini Ducis Vita.

Guidi Vbaldi Urbini Ducis Vita.

Epigrammaton & Odarum libri tres.

Aliorum Carminum liber.

Sententiarum moralium liber.

Dictionarium Arabicum.

Pro Procopio contra Flauium Blondum.

Horographium vniuersale.

Epigrammata alia.

Heronis lib. de Ballistis conuersio.

Exercitationes in Aristotelis Mechan.

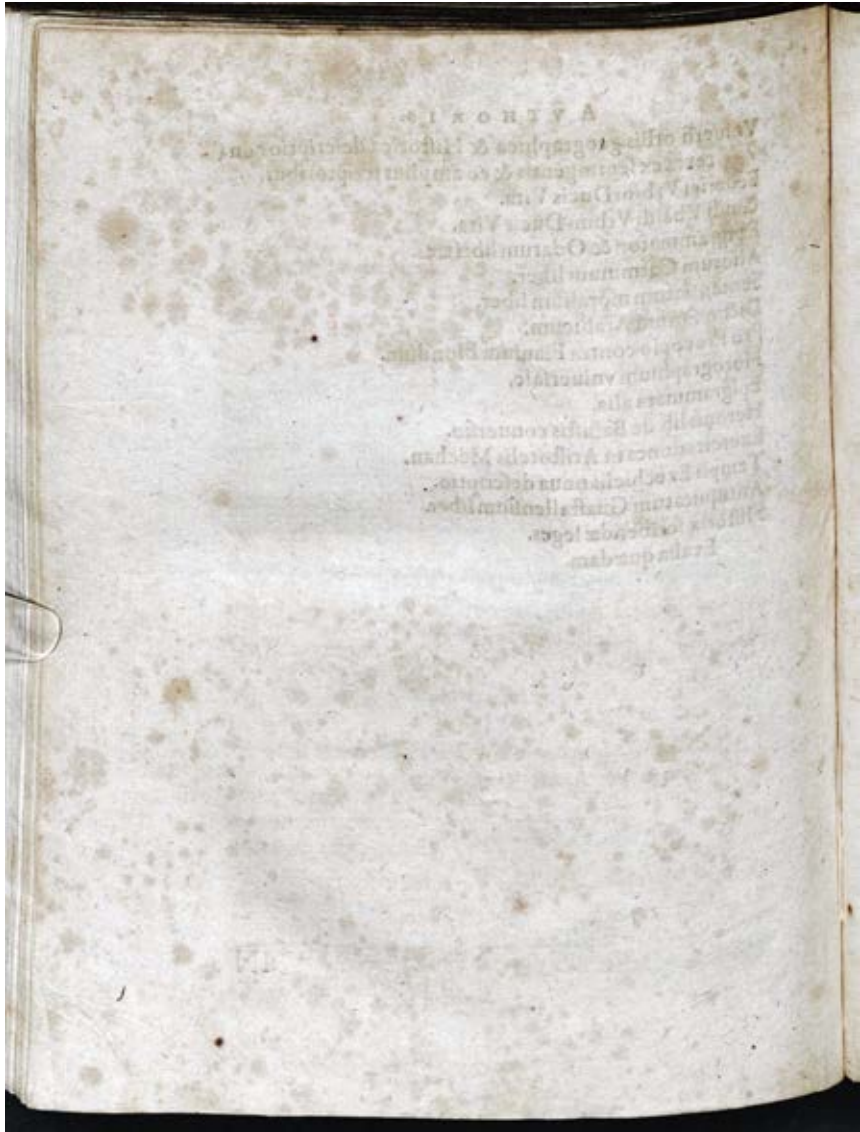
Templi Ezechielis noua descriptio.

Antiquitatum Guastallensium liber.

Historiæ scribendæ leges.

Et alia quædam.

IN



IN MECHANICA ARISTOTE-  
LIS PROBLEMATA  
EXERCITATIONES.

*Mechanices descriptio, natura, finis.*

**M**ECHANICE, facultas quædam est, quæ naturali materiâ, Geometricisq; demonstrationibus vsa, ex centrobaricâ, & eorû quæ ad vectem & libram rediguntur, speculatione; humanæ consulens necessitati, commoditatiq; sue apte vi, Naturam ipsam vel secundans, vel superans, varia, eaq; mirabilia operatur. Hac diffinitione descriptioneue breuiter ea ferè omnia complexi sumus, quæ fusissimè ab Aristotele, Pappo, Guido Vbaldo, & alijs hac de re tradita fuere.

*Mechanices Obiectum.*

Considerat autem Mechanicus Graue & Leue.

Graue duplex, Naturâ, Violentiâ.

Graue Naturâ dicitur, quod insita propensione in centrum mundi fertur. Graue autem Violentiâ, quod impresso extrinsecus pondere ab impellente pellitur.

Leue contrâ, quod Naturâ a centro fertur.

Cæterum quicquid graue est, secundum punctum est, quod Grauitatis centrum dicitur, & hoc duplex, vt duplex est grauitas, Naturæ, Violentiæ.

A

Gra-

## IN MECHAN. ARIST. PROBL.

Grauitatis centrum in triplici magnitudine considerari potest, lineari, planâ, solidâ.

De centro grauitatis linearum nemo scripsit, simplicissimi enim illud est contemplationis.

De centro grauitatis linearum egregiè tractauit Archimedes in libro *Æqueponderantium*, & de quadratura Parabolæ, tum in eo quem de his quæ vehuntur inscripsit.

De centro grauitatis solidorum ipsemet olim scripserat Archimedes, sed ea quæ protulit, temporis iniuriâ deperdita, suâ diligentia restituit Iedericus Commandinus.

Esse autem & Leuitatis centrum in rerum natura, palam est. Punctum enim illud est, secundum quod leuiâ rectâ à centro sursum feruntur. Huius autem non meminere Mechanici, propterea quod aut nihil, aut parum ad eorum rem faciat.

Porro Grauitatis centrum ita definit Heron, & qui ab Herone Pappus 1. 8. *Collectionum Mathematicarum*.

Centrum grauitatis vniuscuiusq; corporis est punctum quoddam intra positum, à quo si graue, mente appensum concipiatur, dum fertur, quiescit, & seruat eam quam in principio habuit positionem; neque in ipsa latitine circumuertitur. Commandinus verò in lib. de centro grauitatis solidorum hoc pacto: Centrum grauitatis vniuscuiusque solidæ figuræ, est punctum illud intra positum, circa quod vndique partes æqualium momentorum adsistunt. Si enim per tale centrum ducatur planum, figuram quomodolibet secans, in partes æquè ponderantes eam diuidit. Nos verò quàm breuissimè dicimus: Centrum grauitatis, vniuscuiusq; magnitudinis punctum esse intra extraneæ magnitudinem positum, per quod si plano lineæ punctoue diuidatur, in partes secatur æqueponderantes.

Dixi-

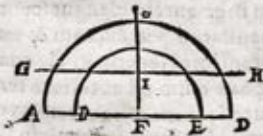
## EXERCITATIONES.

3



Diximus, Magnitudinis vt lineæ, plani, solidiq; centrum complecteremur. Erit igitur, vt in præfenti figura, lineæ quidem centrum A, plani B, solidi verò C. quod si obijciat quispiam, lineam & superficiem nullam habere grauitatem is sciat, neq; corpora Mathematica grauitatem habere, Mechanicum verò funes, hastas, vectes pro lineis fumere; tabulas verò, & eiusmodi plana ad superficialium naturam referre.

Diximus in super, intra extraue. Aliquando enim grauitatis centrum extra molem corporis cuius corporis centrum est, cadit, vt in sequenti figura.

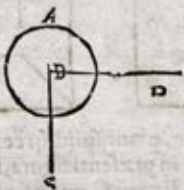


Esto corpus aliquod superficiesue A B C D E, ducatur linea C F, diuidens figuras in partes hinc inde æqueponderantes A B C, E D G. Ducatur & G H. diuidens item in partes æqueponderantes G G H, & G A B, E D H. secant autem se ipsas in I. erit igitur centrum I extra figuræ terminos & molem ipsam. Attamen licet hoc verum sit, intra esse dici potest, quippe quod imaginario quodam, & vt ita dicam, virtuali ambitu A G D A contineatur.

Dicebamus, duplex esse grauitatis centrum, Natura, Vio-

## IN MECHAN. ARIST. PROBL.

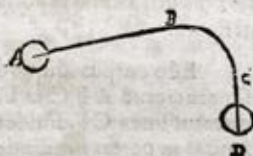
4  
 rā, Violentiā: affirmamus modò, hæc re quidem vnum esse, & ratione solum, non autem re ipsa ac si duo essent considerari.



Esto enim grauitatis naturalis centrum B, corporis A, secundum quod dimissum, suapte naturā cadet in C, si verò corpus violenter impellatur in D, aliud acquireret centrum grauitatis ex violentia secundum quam fertur, motum, in D, idē autem sunt re, nempe vnum B,

duo autem si violentia & natura seorsum considerentur.

Hæc centra, duo motus sequuntur, rectus vterque, Naturalis videlicet, & Violentus. Tertius ex his mixtus, & is quidem non rectus, sed curuus.



Proijciatur enim violenter corpus graue A superante igitur violentia, rectā feretur in B; ea autem elanguescente paulatim per curuam & mixtam lineā fecerit in C, quatenus enim ad anteriora fertur, violentia est; quatenus vero

ad inferiores partes, natura. Vbi verò peruenit in C, violentiā cessante, naturā verò manente, rectā deorsum fertur D C D.

Cæterum hæc centra, hique motus, naturalis nempe, & violentus diuersimode se habent adinuicem. Si enim graue corpus externā vi adhibita, centrum mundi versus impellatur, adiuuabunt se inuicem Natura, Violentia. Si autem contra, altera alteri resistet, in motibus autem



EXERCITATIONES.

5

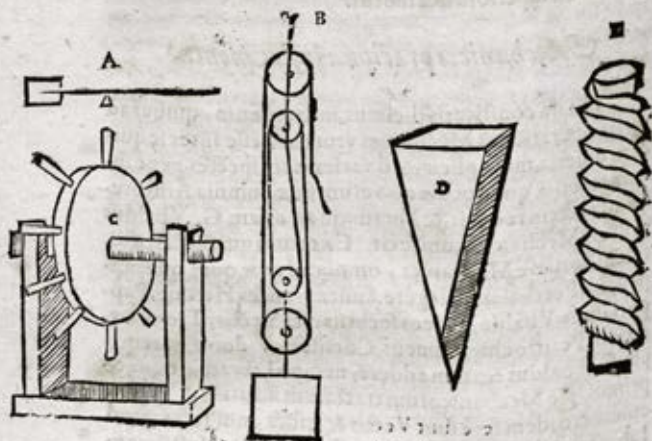
autem ad latus, eo magis pugnabunt, quo magis ab inferioribus ad superiora fiet motus.

*Mechanices precipua instrumenta.*

His ita constitutis dicimus, instrumenta, quibus ad varias operationes Mechanici utuntur, esse inter se quidem diuersa, multiplicia, & si varietatem spectes, pene innumerabilia, quod quamuis verum sit, ea omnia Aristoteles ad vectem reducit, & libram: quod etiam G. Vbaldo in libris Mechanicorum fecit. Cæterum qui post Aristotelem florere Mechanici, omnia ad quinque, quas appellant, Potentias, redegere. Sunt autem ex Herone, Pappo, Guido Vbaldo, qui eos secutus est, Vectis, Trochlea, Axis in Peritrochio, Cuneus, Cochlea. Videtur autem ipse G. Vbaldo sextam addere, nempe Libram, de qua & primus ipse Mechanicorum tractatum instituit. Verum enimvero idem ferè sunt Vectis & Libra, nisi forte quod Libra tunc dicitur, cum brachia sunt æqualia. Vectis vero quomodo cunque ea se habeant; quinque harum Potentiarum imagines ita ob oculos ponimus. Vectis A. Trochlea B, Axis in Peritrochio C. Cuneus D. Cochlea vero E.

A 3

Porro



Porro, Cuneum ad libram reducere conatur Aristoteles, quod facit & G. Vbaldus, qui eò refert & Cochleam, quippe quod nihil aliud sit Cochlea, quàm Cuneus Cylindro inuolutus. Nos autem duas tantùm Potentias ad vectem reduci, posse arbitramur, Trochleam nempe, & Axem in Peritrochio. Nequaquam autem Cuneum & Cochleam. quod latiùs quidem ostendemus, cum de Cuneo erit nobis sermo peculiaris.

*De Vecte & Libra secundum Aristotelem.*

Aristoteles in ipso Mechanicorum ingressu ita scribit, Mirum videri ab exigua virtute magnum pondus moueri.

## EXERCITATIONES.

7

ueri, addito nimirum ponderi pondere, si quidem & vectis est pondus. Duplex ergo illi admiratio, scilicet quòd exigua potentia moueat ingens pondus, id què etiam addito vectis ipsius pondere, fiat. Hoc secundum adieciſſe videtur, amplificationis alicuius gratià. Etenim quatenus ad rem pertinet, si mouendis ponderibus vectis ipsius pondus compares, nullius ferè esse momenti proculdubio affirmaueris. Sed & illud quoque notandum, aliquando vectis pondus mouenti auxilium ferre, quod fit ubi fulcimento inter potentiam mouentem, & pondus ipsum collocato, vectis pars quæ à fulcimento ad potentiam est, premitur. Tunc enim, vt dicebamus, vectis pondere suo potentiam adiuuat. Contra verò accidit, cum pondus ipsum inter fulcimentum est & potentiam vel potentia ipsa inter fulcimentum & pondus. tunc enim vectis vnà cum pondere attollitur. quæ licet vera sint, non tamen inde sequitur, vectis pondus, quicquam quod curandum sit, in operatione efficere, aut impedire.

Porro vectem ita finire possumus, longitudinem esse quandam inflexibilem, quæ fulcimento dato, datâ potentia datum pondus mouetur.

Ipsa quoque Libra, vt diximus, vectis est: eius autem naturæ, vt semper fulcimentum medium obtineat locum inter pondus & pondus. Statera autem merus est vectis, si spatium pro fulcimento; appendiculum verò currens pro potentia mouente deputaueris.

*De Circulo eiusque natura Aristotelis doctrina examinata.*

Aristoteles, quicquid mirum in Mechanicis operatur, id totum admirabili circuli naturæ esse tribuendum arbitratur. Ait autem, absurdum nullatenus esse, si extrinseci mirandum quippiam oriatur. In circulo autem qua-

## 8 IN MECHAN. ARIST. PROBL.

quatuor inueniri qualitates admiratione dignas. Primā, quod ex contrarijs constituatūr, mouente videlicet & moto. Secundam, quod contraria in eius circumferentia inueniantur, quippe quæ cum vnica linea sit, concaua simul est & conuexa. Tertiam, quod contrarijs feratur motionibus, antrorsum nimirum, retrorsum, sursum, atque deorsum. Quartam, quod vnica existente semidiametro, nullum in ea punctum sumi possit, æqualis alteri, in latitudine, velocitatis. Sit enim circulus AB, cuius centrum C, semidiameter AC, sumatur autem in ea punctum D, itemque punctum E. Erit itaque in ipsa circulatione D tardius E, ipsum verò E tardius A, & ita citius id feretur semper, quod remotius à mouente termino accipitur.



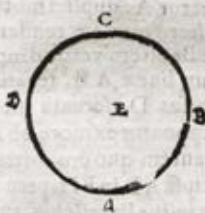
Hæc ex illo, quibus ne vltro assensum præbeamus non vnica de causa cohibemur. Dicimus igitur, videri nobis, circulum non ex contrarijs constitui, puta ex manente & moto, sed ex moto simpliciter. Nulla est enim semidiametri pars, quæ non moueatur. Punctum autem, quod stat, semidiametri pars nulla est. Et sanè cur moto semidiametro fiat circulus, non ideo accidit, quod alterum extremum stet, alterum verò moueatur: sed ideo quod semidiameter perpetuò eandem seruet longitudinem. Ellipsis sanè centrum habet, sed ab eo ad circumferentiam, quatuor tantum semidiametri quomodolibet sumpti ducuntur æquales. Si quis igitur semidiametrum daret proportionem crescentem & decrescentem, stante altero extremorum Ellipsis describeretur. Præterea & spiralis linea, quæ mixta est, altero semidiametri extremo manente, altero verò moto producit. Legem itaque circulo præ-

## EXERCITATIONES.

præscribit, non quidem quòd hæc extremitas stet, illa verò moueatur, sed quod sua circulatione semper semidiameter eandem feruet longitudinem, quod vel ex ipsa circuli definitione colligitur.

Ad secundum miraculum, scilicet, quòd in circulo circumferentia, quæ vacua linea est, concaua simul sit, & conuexa. Diceret quispiam id, si modò mirabile est non circulari tantum, sed cuiuslibet curuæ lineæ primo competere, etenim & Ellipsis & Hyperbole, & Parabolæ, & spirata, tum Cyssois, Conchois, & infinitæ alix irregulares concauæ simul sunt & conuexæ. Sed & hæc in superficiebus quoque desiderantur.

Ad tertium, quod contrarijs feratur lationibus, antrosum, retrorsum, sursum & deorsum. Dicimus, facile solui. Nullus enim, re bene perspectâ, affirmauerit circulum contrarijs lationibus moueri.



Est enim circulus ABCD, circa centrum E; ponamus rotari, & A versus B, exempli gratiâ, antrosum, mouebitur autè & B versus C, & C versus D, tum D versus A. Non puto quenquâ dicturum, circulum hunc antrosum eodem tempore, & retrorsum ferri nec sursum aut de-

orsum, si enim quispiam per eius circuli circumferentiam ambularet, is certè centrum ipsum semper ad dexteram haberet, vel ad sinistram, si ad dexteram, antrosum ibit, si ad sinistram, retrorsum. Sed nec sursum vel deorsum, est manifestum. Nihil autem prohibet eundem motum vario respectu contrarium dici posse, id tamen profectò fieri nequaquam potest, nempe A moueri versus B, hoc est,

B

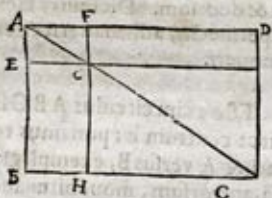
antro-

antrosfum, & eandem eodem tempore versus B, id est, re-  
trorsum; repugnat enim naturæ.

De quarto circuli miraculo, ibi erit nobis sermo, ubi  
ea perpenderit primò, quæ Philosophus de Circuli  
productione differens in medium profert. Sunt autem e-  
iusmodi:

Circulum quidem duplici notione produci, Natu-  
rali videlicet altera, & altera quæ est præter naturam, &  
ideo circularem lineam in ter mixtas computari.

Motus mixtus ait, vel proportione seruata fit, aut  
non; Si proportione seruata, rectam lineam; ea verò non  
seruata, circularem lineam produci,



Esto enim rectangu-  
lum  $ABCD$ , cuius lare-  
ra in datâ sint proportio-  
ne,  $AD$  cum  $AB$ . Mo-  
ueatur  $A$ , duplici motu,  
Altero quidem tendens  
in  $B$ , altero verò ad mo-  
tum lineæ  $AB$ , feratur  
versus  $D$ , seruata inte-  
rim laterum proportione. Itaque ponatur ex motu ab  $A$   
versus  $B$ , peruenisse in  $E$ , ex motu autem quo proportio-  
naliter fertur cum lineæ  $AB$ , facta ipsa  $AB$ , in  $FH$ , perue-  
nisse in  $G$ , &  $EG$  connectatur. Erit igitur Parallelogram-  
mum  $AEFG$ , Parallelogrammo  $ABCD$  proportiona-  
le simile, & circa eandem diametrum  $AGC$ . Semper igitur  
punctum  $A$  si duabus lationibus feratur, laterum pro-  
portione seruata, lineam producet rectam, diametrum  
nempe  $AGC$ . Et hoc fanè nullam habet dubitationem,  
exijs quæ docet Euclides 1. 6. prop. 24.

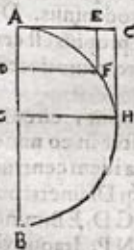
His ita demonstratis hac vti videtur Philosophus  
argu-

## EXERCITATIONES.

II

argumentatione: Si mixtus motus proportione semotâ, rectam producit, si nunquam semota, efficiet circulum: si enim modo seruarietur, modo non, partim recta partim non recta produceretur. Ingeniosa quidem argumentatio, ni vitium contineret. non enim mixtus motus, qui nunquam seruatâ proportione fit, semper circulum producit, sed & Ellipsim potest, & quamlibet aliam lineam, cuius nulla pars sit recta. Hanc difficultatem vidit Pico-  
lomeus in sua Paraphrasi, & eam soluere conatus est, sed quàm bene, aliorum esto iudicium. Cæterum falsum est, asserere circulum ex mixto motu nunquam seruatâ proportione produci. seruat enim assiduè mixtus motus quo producit (si cum mixto motu producere velimus) aliquam proportionem, sed non eandem.

Est enim recta AB, cui ad rectos angulos AC. Moueatur autem A, versus C per lineam AC, & eodem tempore linea AC, versus B, ita tamen, vt semper ipsi AB, sit perpendicularis. feratur autem eâ lege, vt quam proportionem habet motus lineæ AC versus B, ad motum puncti A versus C, eandem habeat ipse motus ab A versus C, ad residuum lineæ AB, demptâ nempe ea parte quam peragravit lineæ AC mota versus B. Sit autem, cum AC suo motu peruenit in D, punctum A, similiter suo motu per eam latum peruenisse in E. erit ergo ex mixto motu, non quidem in D, nec in E, sed in F, eritque punctum F in circumferentia circuli, cuius est diameter ipsa lineæ AB, quod quidem demonstrator ex conuersa propof. 13. lib. 6. Elem. Est enim AE hoc est DF media proportionalis inter EF, hoc est, AD, & DB. Item, si fiat motus AC in GH, ad motum H per  
B 2 lineam







## EXERCITATIONES.

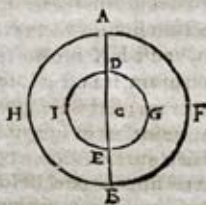
13

n̄ circulo, & rursus ab eodem L ipsi AB, parallela ducatur LS, Ab S verò eidem perpendicularis ST, & ab F item FX. Sunt ergo qL, ST, quidem æquales, nempe illæ, per quas, secundum naturam, mouentur puncta BM. Motu verò retractionis ad centrum, hoc est, præter naturam, plus motum est M quàm B. Maior enim est Mq, ipsa BT, quod, euenotum, supposuit Aristoteles, nos autem infra demonstrabimus. Si igitur fiat vt motus præter naturam ad motum præter naturam, ita motus secundum naturam, ad motum secundum naturam, punctum B; cum M fuerit in L, non erit in S, sed in F. tunc enim, vt est FX motus secundum naturam ad XB, præter naturam, ita est qL secundum naturam ad qM præter naturam; sed BF maior est ML, ergo proportionem seruata, velocius mouetur B quàm M circa idem centrum A. Hæc autem summa est eorum quæ præfert Aristoteles. Cæterum nos parallelogrammum, quod in figura eius habetur prætermisimus, quippe quod nihil ad eam quæ affertur, demonstrationem faciat.

Modò quod pollicebamur, nempe minorem esse BT, quàm qM, ita demonstramus. quoniã ST. ex prop. 13. l. 6. media proportionalis est inter BT & TE, erit quadratum TS æquale parallelogramo seu rectangulo BT, TE, item, quoniam qL media proportionalis est inter Mq, & qO. erit quadratum qL æquale rectangulo Mq, qO, æqualia ergo sunt rectangula BTE, MqO, itaque reciprocaliter habent proportionalia. quare, vt TE, ad qO, ita Mq ad TB, sed TE maior est ipsa qO, quippe quòd pars sit qO ipsius TE, maior ergo & Mq ipsa TB, quod ostendendum fuerat.

Cæterum subtilia & ingeniosa isthæc esse non negamus, & longè faciliori & explicatiore modo veritas hæc demonstrari potest, reiectis nempe illis, secundum, & præter

ternaturam motibus, qui quidē in simplici circulo neces-  
sario non cadunt: caderent autem fortasse, si de circulo  
res esset à pōderibus circumlatis ex stabili centro descri-  
pto; qua de re agit G. Vbaldus in Mechanicis tractatu de  
libra. tunc enim dici potest, pondus quod aliās rectā ad  
mundi centrum tenderet, à circuli centro in circula-  
tione retrahi, sed hæc ad circuli naturam, quatenus circulus  
est, nequaquam spectant.



Esto igitur circumferentia  
AFBH, cuius centrum C, dia-  
meter ACB, semidiameter AC.  
sumatur in AC punctum quod-  
libet, D, & centro C, spatio CD,  
circumferentia describatur  
DGEI. Dico punctum A velo-  
cius moueri puncto D eadem  
circulatione rotato. etenim vt  
diameter ad diametrum, & semidiameter ad semidiamete-  
trum, ita circumferentia ad circumferentiam: igitur vt  
AC ad CD, ita circumferentia AFBH ad circumferen-  
tiam DGEI. At mota linea CA circa centrum C mo-  
uetur simul & CD, eodem igitur tempore rotationem  
compleunt puncta AD, maius ergo spatium eodem tem-  
pore metitur A, ipsa D, quare velocior. Ita igitur se ha-  
bet velocitas ad velocitatem, vt circumferentia ad cir-  
cumferentiam, & diameter ad diametrum, quare id quod  
mouetur in puncto à centro remotiori, velocius illo mo-  
uetur quod ab eo distat minus, quod fuerat  
demonstrandum.

EXERCITATIONES.

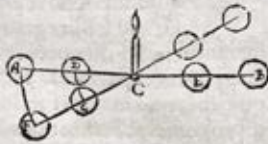
15

# QVÆSTIONES MECHANICÆ.

QVÆSTIO I.

*Cur maiores librae exactiores sint minoribus?*

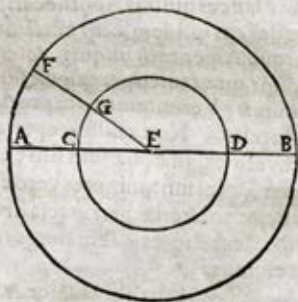
**P**Rioribus, cœu fundamentis quibusdam iactis, opportunè ad quæstiones proponendas, easque diluendas se confert Aristoteles. Porro in proposita quæstione videtur prima fronte causam quæri de re quæ non est: etenim quis affirmaverit vnquam, lances quibus Apothecarij & Macellarij vtuntur, magnas eas quidem, illis exactiores esse quibus Gemmarij, atque Argentarij siliquis, & scrupulis minutissima appendunt, quæ tamen per exigua sunt, & si illis comparentur minimæ? Veruntamen, ita profus res habet, vt asserit Aristoteles. Non enim propterea quòd illæ magnæ sint, hæ verò exiguæ, hæ sunt illis exactiores, sed quoniam magnæ, rudes sunt, minores verò exactius diligentiâ elaboratæ, & à materiæ pertinaciâ liberiores. Cæteris ergo paribus, exactiores esse maiores, ex Philosophimènte, ita docebitur.



Esto libra maior AB, cuius fulcimentum C. Minor verò libra DE, circa idem fulcimētum C, vnà cum maiori, imaginatione, conuerſa. Apponatur quoduis pondus maiori libræ in A, declinetq; exempligratiâ in F, cuiusque minor libra in G, in eadem enim linea sunt C G F. Vtæquigitar ex eodem cen-

centro C portionem circuli describet GD, AF, eritque ACF sector circuli, cuius diameter AB, sed DCG sector circuli, cuius diameter DE. Itaque ut diameter ad diametrum, ita portio ad portionem: maior autem diameter AB diametro DE: maior ergo portio AF, portione DG. quod autem maius est, minus obtutum fallit, exquisitius itaque tractum ex maiori AB quam ex ipsa minori DE cognoscemus, quod fuerat ostendendum.

Cæterum hac eadem de causa, Astronomica instrumenta, puta Astrolabia, Armillæ, & alia eiusmodi, quo ampliora eò exquisitiora, & certiora probantur.



Esto enim Astrolabium magnum, cuius diameter AB, paruum autem CD, circa idem centrum E. Ducatur à centro recta EF tangens maiorem circulum in F, minorem vero secans in G, ut igitur GD ad totum circulum GCD, ita FB. ad totum circulum FAB, ut ergò GD ad FB, ita gradus

signati in GD, ad eos qui signantur in FB, maiores ergo sunt qui in FB, & minutarum partium capaciores. Hinc itaque apparet, instrumenta quælibet quò maiora fuerint, eò esse & exquisitiora, quod proposuerat Aristoteles, in hac questione de Libra.

Quod autem addit de fraudibus Purpurariorum, inquit, quamobrem machinantur ij qui purpuram vendunt, ut pèdendo defraudent, dum ad medium, spatium, non

## EXERCITATIONES.

17

non ponentes; tum plumbum in alterutram libræ partem infundentes; aut ligni quod ad radicem vergebat, in eam quam deferri volunt partem constituentes, aut si nodum habuerit, ligni enim grauior ea est pars, in qua est radix, nodus verò radix quædam est. Hinc quæri posset:

*Verum libræ quæ ponderibus vacuæ æquilibrant, omni prorsus careant fraude?*

Videri cuiquam posset, libras, quæ ponderibus vacuæ, æquilibrant, omni prorsus fraude carere, verumtamen ita non est, quod diligentius (res enim magni momenti est) disquiremus.



Esto enim libræ AB, ita diuisa in C, vt A C sit partium 15, C B verò earundem sit 10. apponatur parti A lanx ponderans 10, parti vero B lanx ponderans 15, ex permutata igitur proportione libræ suspensæ in C, quæ ponderabit, si autem apponatur lanci B sacoma vnciarum 6, & in lancæ A constituatur purpura, quæ ita habeat ad vncias 6, vt 10 ad 15, iterum æque ponderabit, sed vt 10 ad 15, ita 4 ad 6. Purpurarius ergo fraudulentus, ponens in lancæ A vncias purpuræ 4, facto æquilibrio peret pretium vnciarum 6, & ita emptorem decipiet, quod sanè innuerat, non autem demonstrauerat Aristoteles. Hæc autem faciliora sient ex ijs, quæ in sequentibus quæstionibus, vbi de veste agetur, explicabuntur.

Detegitur autem fraus, si alternatim sacoma in ponderando, modo huic, modo illi lanci apponatur. Si enim in lancæ A constituatur sacoma, in B verò purpura non fit æquilibrium.

QVAE-

## QVÆSTIO II.

Cur, si sursum libra fulcimentum sit, apposito ad alteram partem pondere, descendat libra, & eo amoto, iterum ascendat, & ad aequilibrium reuertatur Si verò deorsum fulcimentum fuerit, depresso ad aequilibrium non reuertatur?

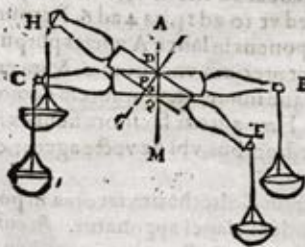
**B**Imembrem proponit Philosophus quæstionem, quam trimembrem debuit, triplici siquidem loco fulcimentum aptari potest, superiori, medio, inferiori. Nos de omnibus verba faciemus.

Prima Quæstionis pars.

*De Libra sursum fulcimentum habente.*

Aristoteles primam quæstionis partem ita soluit: An quia sursum parte quidem existente, plus libræ extra perpendicularum sit? Spartum enim perpendicularum est: quare necesse est deorsum ferri id quod plus est, donec ascendat qua bifariam libram diuidit ad ipsum perpendicularum, eum onus incumbat ad libræ partem sursum raptam.

Sit libra recta (hoc est, in æquilibrio constituta) B C,



spartum autem A D, fulcimentum autem D, de super: sparto autem deorsum proiecto ad M perpendicularis erit vbi ADM. Si igitur in ipso B ponatur onus, erit B quidem vbi E, C autem vbi H, quamobrem ea quæ bifariam libræ secat, primo quidem erit D M, ipsius perpendiculari: incumbente autè onere, erit D G. quare libræ ipsius E H, quod extra



bra in partes æquales, vt antea, diuidatur in C, fiatque æquilibrium.

Hæc Philosophi demonstratio est vera illa quidem, sed non ex Mechanicis principijs, hoc est, ex centri grauitatis speculatione; nos igitur clarius rem exponemus, his quæ sequuntur consideratis.

Si pondus circa stabile centrum conuertatur, dimissum non stabit, nisi secundum grauitatis centrum fuerit in perpendiculari, quæ per centrum, circa quod conuertitur, ad mundi centrum cadit. Stabit autem in ea perpendiculari in duobus punctis, altero à centro mundi remotissimo; altero verò eidem quantum licuerit proximo.



Esto corpus A, cuius grauitatis centrum B, nixum lineæ inflexibili BC, cum qua libere conuertatur circa centrum C. Ducatur autem per mundi centrum perpendicularis BCD. Sit igitur primò pondus A secundum gracilis B centrum, in perpendiculari ipsa supra centrum C, puta in B. Moueatur & descendat in E. Post hæc verò in F, hoc est iterum in ipsa perpendiculari infra centrum C. Describet ergo circulum ex centro C, nempe BEF secantem perpendicularem in duobus punctis oppositis BF, dico, pondus libere dimissum

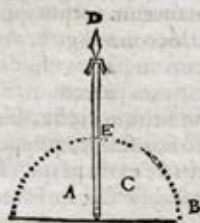


missum in duobus tantum punctis suapte naturâ perman-  
surum, BF, in B, primò, quoniam cum corpus ipsum A à  
perpendiculari, quæ superficiem loco intelligitur ABCD  
per centrum grauitatis diuidatur, in partes diuiditur æ-  
queponderantes, quare in neutram partem inclinabit.  
Stabit igitur erectum, lineæ ipsi fultum, inflexibili BC,  
quæ nititur puncto C. In E verò non stabit, quippe quod  
eo situ centrum ipsum grauitatis sit extra perpendiculari-  
rem, & ideo extra fulcimentum stabile C. In F verò ite-  
rum stabit, pendens à centro C, propterea quòd & ibi ab  
eadem perpendiculari diuidatur per grauitatis centrum  
in partes æqueponderantes. Est igitur respectu B, ipsum  
punctum C, fulcimentum deorsum, respectu verò F, ful-  
cimentum fursum. At quia linea DF, CB, à centro mundi,  
quod est extra circulum, BEF, circulum ipsum per cen-  
trum C secat, erit pars eius DF quidem breuissima, ipsa  
verò DB longissima, ex propof. 8. lib. 3. Elem. Ponderus igitur  
A conuersum seu liberè motum circa centrum C, in  
duobus tantum locis perpendicularis lineæ stabit remo-  
tissimo altero, vt est B, altero verò eidem quam proximo,  
vt est F.

Hoc idem egregiè demonstrauit G. Vbald. in suis  
Mechanicis, Tractatu de Libra prop. 1.

Ad hæc autem dubitare quis posset, cur experientiâ  
docente, pondera quæ infra fulcimentum habent, vt lan-  
cea sariffaue ad planum horizontis perpendiculariter e-  
recta, licet eo casu grauitatis centrum in ipsa perpendicu-  
lari constituatur, non stet quidem, sed altrinfecus ca-  
dat?

## IN MECHAN. ARIS 7. PROBL.



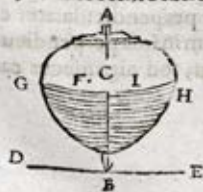
Sit enim horizontis planum AB, cui in puncto C perpendiculariter erecta statuatur sarissa DC, cuius grauitatis centrum E, in ipsa perpendiculari. Stabit ergo, ex præmissis, & certè stare debuit, staretque, ni vitium obstaret materix; non stat autem,

quia difficillimum est grauitatis centrum, suapte naturâ indiuisibile, ita ad amussim sistere, vt in neutram partem à perpendiculari declinet. Hæc igitur ex ijs speculationibus est, quæ ad praxim, materix vitio impediente, aut vix aut nunquam rediguntur.

Hinc autem ea quæ stio soluitur, Cur ij qui sarissam erectam digito summo sustinere conantur, non stent quidem, sed digiti motu, sarissæ motum sequantur.

Id certè agit, qui nutantis sarissæ, digito, motum sequitur; vt in ipso motu digitum assidue centro grauitatis sarissæ supponat, vnde fit vt nunquam extra fulcimentum permanens, nunquam cadat.

Similis huic alia quoque dubitatio soluitur: Nempe, Cur turbines, quibus pueri ludunt, dum quidem rotantur, stent erecti, rotatione vero cessante, cadant.



Esto enim Turbo AB, cuius grauitatis centrum C, planum horizontis DE, linea Horizonti perpendicularis ABC, transiens per centrum grauitatis C, sit autem fulcimentum in B. Itaq; cum centrum grauitatis C sit in ipsa perpendiculari, stabit ex demonstratis,

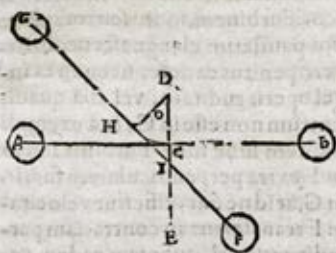
## EXERCITATIONES.

23

stratis, at ex vitio materię non stabit. Modò, vrassolet, rapido motu rotetur. Dico, Turbinem, motu seu rotatione durante stare. ea autem paullatim elanguescente in casum vergere; cessante verò penitus cadere. fit enim ex inæqualitate materię, vel operis ruditate, vel aliã quauis ex causa, grauitatis centrum non esse in C, sed exempli gratiã vbi F, notentur autem hinc inde Turbinis latera notis G H. Vtique cum F extra perpendicularem fuerit, cadet Turbo ad partem G, at id ne fiat, efficitur velocitate motus, quo centrum F transfertur in contrariam partem, vbi I. non autem cadit versus H, quoniam eadem velocitate iterum transfertur in F, quamobrem cum huiusmodi centri assidua circa perpendicularem fiat translatio, ad nullam partem Turbo cadere potest; elanguescente verò motu rotans, paullatim incipit inclinari, donec eo penitus cessante, ad eam partem cadit, ad quam à perpendiculari grauitatis centrum vergit. Describit autem in rotatione grauitatis centrum, quod in medio non est paruum circulum, per cuius centrum ipsa perpendicularis pertingit.

Modò redeuntes ad libram, cuius fulcimentum est sursum, alio principio, nempe Mechanico, cur depressa ad æqualitatem reuertatur, demonstrabimus.

Sit



Sit igitur, ut superius, libra AB, cuius centrum grauitatis C, fulcimentum, verò sursum, in D libræ quidem in C perpendiculariter coniunctum. Perpendicularis verò quæ per fulcimentum, & grauitatis cætrum transiens ad mundi centrum tendit DLE. Stante igitur librâ in sua æqualitate, erit centrum grauitatis C in ipsa perpendiculari infra quidem fulcimentum D. Loco verò, mundi centro quàm proximo. Ponderis post hæc apponatur in B, Declinabit autem pars CB, in HF, eleuatâ interim parte AC, in GH. Mota igitur libra tota, circa fulcimentum D mouebitur circa idem centrum, & grauitatis centrum C, describens portionem circuli CH, fiet quæ C in H, & quoniam H, hoc est C, extra perpendicularem sit, amoto pondere, ex lance B, cuius pressione libra declinauerat, centrum grauitatis per eandem circuli portionem HC, ad perpendicularem descendet, donec iterum in ea quiescat, quo casu libra AB ad æquilibrium reuertetur: quod fuerat demonstrandum.

His ita declaratis, ostendemus, (quod nullus ante nos animaduertit) harum librarum, quæ fulcimentum habent sursum, eam esse naturam, ut non à quouis pondere appposito moueantur, vel penitus declinent.

Isdem enim stantibus, addatur quoduis pondus lance B; itaque si tale fuerit quod superet resistantiam, quam illi

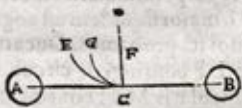
## EXERCITATIONES.

25

illi facit centrum grauitatis contra naturam elatum in H mouebitur quædam libra. Sin autem tam parui momenti sit, vt eam resistantiam non vincat, stante circa locum infimum centro C, non mouebitur aut saltem parum, ipsa libra.

Hinc colligimus fieri posse, libras illas, quæ non quouis, quantumuis paruo pondere declinant, eas fulcimentum habere sursum.

His addimus, cæteris paribus, resistantiam eò esse maiorem, quò minus grauitatis centrum distat à fulcimento sursum, circa quod ipsa libra aduertitur.

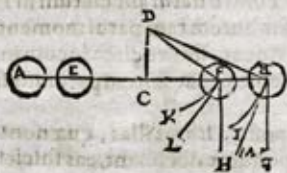


Esto libra AB, cuius grauitatis centrum C, & primò quidem eius fulcimentum sursum sit vbi D, itaque si appposito pondere declinauerit libra ad partes B, punctum C, dum ascendet describet

portionem circuli CE. fulciatur iterum sursum puncto F, & iterum declinet ad partes B, & iterum punctum C, dum ascendet, circuli portionem describet CG. Est autem minor angulus contactus ACE, angulo ACG, magis ergo sursum, hoc est, ad naturam sui feretur C, per CG, ex centro F, quàm per CE, ex centro D, quod fuerat demonstrandum.

Hæc autem resistantia ex eodem fulcimento & eodem pondere eo facilius superabitur, quo longius brachium libræ fuerit.

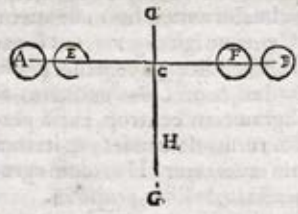
Esto enim iterum libra AB, cuius fulcimentum D, centrum grauitatis C, sit & alia libra, cuius brachia breuiora EF, idem habens centrum C, & eidem puncto suspensa D. Dico igitur, eodem pondere appposito, facilius  
D decli-



declinaturam libram ad partes B, quàm si idem apponeretur in F. Demittatur enim à puncto B horisonti perpendicularis BG, & ab F item perpendicularis FH, Tum iuncta DB, centro D, eodem vero spatio DB, circuli portio describatur BI, item iuncta DF eodem centro D, spatio DF, portio circuli describatur FK: est autem maior DB ipsa DF ex propof. 21. lib. 1. Elem. quare maioris circuli portio est BI quàm FK. Obliquior autem, hoc est, à perpendiculari remotior est motus per FK quàm per BI, maior si quidem est angulus KFH angulo IBG, quod nos ita probamus. Ducatur perpendicularis ipsi DF linea LF contingens circulum FK in F, item ipsi DB, perpendicularis MB, contingens circulum BI in B, & quia angulus contingentia maioris circuli minor est angulo contingentia minoris, erit KFL maior IBM, Recta autem sunt DFL, DBM, minor ergo DFK residua ipso DBI residuo. Maior autem DFC ex iam citata propof. quàm DBC, erit igitur residuum CFK, multo minus residuo FBI, sed recti sunt CFH, FBG, ex quibus si detrahantur CFK, FBI, erit residuum KFH, maius residuo IBG, plus ergo retrahitur à perpendiculari pondus descens per FK quàm per BI, minus igitur præualebit resistentia in C pondi suspendum in F, quàm si appendatur in B, quod fuerat demonstrandum.

Possimus & idem quoque aliter ostendere. Sint enim teorsum duæ libræ, maior AB, minor EF, quàm commune gravitatis centrum C, fulcimentum vero sursum D. Producat perpendicularis DC, in G & fiat CG æqualis CB, CH verò æqualis CF. Sunt igitur duo vectes

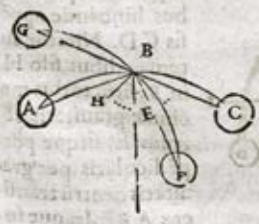
EXERCITATIONES.



veſtes D G, D H, quorum quidem commune fulcimentum D, pondus verò C, potentiz vbi H G. Sunt autem hi veſtes eius naturæ, in quibus pòdus eſt inter fulcimentum & potentiam, itaque vt ſe habet D C, ad D G, ita potentia in G

ad pondus in C, item vt D G ad D H ita potentia in H ad idem pondus C, ſed minor eſt propoſitio D C, ad D G quàm D C ad D H. minor ergo potentia requiritur in G, hoc eſt, in B, quàm in H, hoc eſt in F. Data igitur ponderis æqualitate faciliùs ſuperabitur reſiſtentia C in B, quàm in F: quod oſtendendum fuerat.

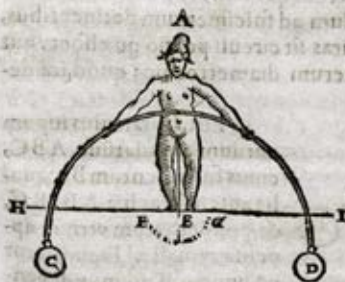
Ad huius libræ naturam illæ quoque rediguntur, quarum iugum non rectum quidem, ſed curuum, vel ex rectis ſurſum in angulum ad fulcimentum detinentibus, nec reſert vtrum curuitas ſit circuli portio quælibet, aut ellipſis ſecundum alterum diametrorum; quod ita demonſtramus.



Esto libra, cuius iugum curuum angulatũue ABC, cuius fulcimentum B, æqualia autem brachia AB, B C, & pondera itẽm vtrinq; appenſa æqualia. Demittatur ex puncto B ad mundi centrum perpendicularis BD. Stante igitur libra ABC in æquilibrio, erit eius gratuitatis

tatis centrum in ipsa perpendiculari  $BD$ , puta in  $E$ . Apponatur pondus in  $C$ , declinabit autem libra, sit autem iuxta positionem  $FBG$ . Centrum igitur grauitatis  $E$  per portionem  $EH$ , erit in  $H$ . Ascendit ergo centrum grauitatis in  $H$ , hoc est, sursum, id est, contra eius naturam; a moto igitur pondere ex  $C$ , grauitatis centrum extra perpendicularem constitutum rursus descendet, & iterum libra  $ABC$  ad æquilibrium reuertetur. Hoc idem egregiè ostendit  $G$ . V bald. in tractatu de libra, propos. 4.

Hinc ratio pendet earum imaguncularum, quas ex contusa papyro ligneæ uel leui materia compingunt, perque manus earum ambas, ferreum filum trajicientes, utrinque plumbea appendunt pondera æqualia, ea quidē lege, ut centrum grauitatis infra pedes imaguncula statuatur. Tunc enim extenso filo imponentes ceu funambulos per illud, vtrò citroq; decurrere faciunt, imaguncula interim erecta & in neutram partem cadente, quod ut figurâ clarius fiat;



Esto imaguncula  $AB$ , per cuius manus traiciatur filum ferreum curuum cū æqualibus ponderibus hinc inde appensis  $C$  &  $D$ . Nitatur autem pedibus filo  $HI$  in  $B$ , sitq; totius machinæ grauitatis centrum  $E$ , sitque perpendicularis per grauitatis centrū transfrens  $ABE$ . Itaque inclinata imaguncula, & conuersa circa punctum  $B$ , si declinet

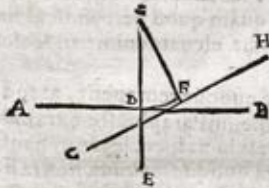


## EXERCITATIONES.

29

clinet ad partes I, centrum grauitatis eleuabitur in F. Si verò ad partes H eleuabitur in G. quare cum FG loca sint remotiora à mundi centro, quàm sit E, non stabit grauitatis centrum in punctis FG, sed ad infimum locum reuertetur, hoc est, in ipsa perpendiculari in E, & imaginacula ad perpendicularum ipsi HBE filo, hoc est, ipsi horizonti reuertetur.

Hinc etiam Arietum, Testudinumque demolitoriarum Machinarum vis pender, nempe ex ratione librarum, quæ fulcimentum habent sursum.



Esto enim Aries AB funi appensus CD, cuius grauitatis centrum D, perpendicularis verò quæ ad mundi centrum ipsa CDE. Stante igitur in æquilibrio machina, centrum grauitatis erit in ipsa perpendiculari.

Applicetur alicubi potentia retropellens, eleuabitur igitur centrum grauitatis per circuli portionem DF, cuius semidiameter est CD, fietque iuxta positionem CF. Aries verò in GFH. Dimissa itaque Machina centrum F vt pote graue, non stabit, sed suapte naturâ reuertetur in D. Quadruplici autem de causa motus Arietis violentissimus est ex vi naturalis ponderis, quo deorsum fertur, tum velocitate naturalis motus in descendendo auctæ, tum ex vi potentiz impellentis, & naturalem motum adiuuantis, tum ex velocitate ex motu violento deorsum & antrosum impellente acquisitâ. Id etiam addimus, eo validiores fore ictus, quò grauior fuerit Machina, & maius spatium, quo retrotra-

D 3 hitur,

30 IN MECHAN. ARIST. PROBL.  
 hitur, grauitate ipsa & spatio tum virium vnione opera-  
 tionem mirum in modum adiuuantibus.

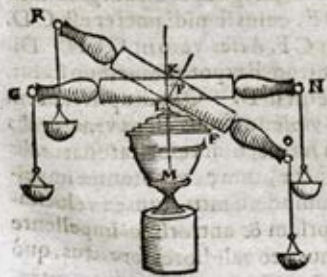
Hæc nos de Libra sursum fulcimentum habente, di-  
 cta volumus, nunc de ea, cuius fulcimentum deorsum  
 est, verba faciemus.

Altera quæstionis pars:

*De Libra cuius fulcimentum deorsum est.*

Si deorsum fuerit, inquit Aristoteles, id quod sub-  
 stat, contrarium facit illi quæ sursum habet, nempe ad æ-  
 quilibrium non reuertitur. Plus enim, ait, dimidio sili-  
 bræ, quæ deorsum est pars, quam quod perpendiculum  
 secet, quapropter non ascendit, eleuata enim pars leuior  
 est.

Hæc ille, qui schemate quoque rem aperit, at eo a-  
 pud interpretes, & Picolomineum Paraphrastem, ita mē-  
 dosè lineato, vt inde obscuritas lucis loco, legentibus of-  
 fundatur. Nos, quod & supra quoque fecimus, nostra si-  
 gurâ, sole ipso clariorem, ex Aristotelis ipsius mente rem  
 totam efficiemus.

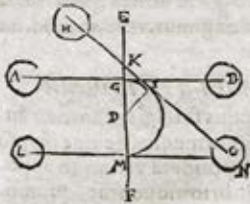


Sit libra recta, (hoc  
 est, in æquilibrio con-  
 stituta) vbi NG. Per-  
 pendiculum autem (id  
 est, perpendicularis  
 quæ ad mundi centrū)  
 KLM. Bifariam igitur  
 secatur NG. imposito  
 posthæc onere in ipso  
 N, erit quidem N, vbi  
 O. ipsum autem G vbi  
 R. KL autem vbi LP.  
 quare

## EXERCITATIONES.

31

quare maius est KO, quam LR, ipsa parte PKL. Amoto igitur onere necesse est manere. Incumbit enim onus excessus medietatis eius, ubi est F. Sensus est igitur, idcirco partem iugi KLO inclinam, ad æquilibrium non reuerti, propterea quòd maior sit ipsa KLO pars quæ trahit, ipsa RKL, quæ trahitur & eleuatur.



Potest hoc idem longè simpliciori themate demonstrari. Est enim libra AB, cuius centrum C, fulcimentum vero deorsum D, Perpendicularis per centrum & fulcimentum transiens EF. Apponatur pondus in B, declinabitq; puta ad GH, centrum verò C, ex stabili fulci-

mento D, circuli portionem describet CI, libra autem secabit EF perpendicularem in K. Æquales autem sunt IG, IH, at ex parte HI desumpta est KI, additaque ipsi IG, maior est ergo tota KG, tota KH. Non igitur KH habet KG, sed libra, nisi impedita fuerit, cum centro C descendente per lin M, ad ipsam perpendicularem delata, ad inferiorem partem, mutatis vicibus quiescet, factò nempe fulcimento sursum, fietq; horisonti æquedistans iuxta positionem LMN.

Demonstratio quidē est hæc, sed non ex proprijs principijs Mechanicis, nēpe ex ratione cētri grauitatis petita. Iisdem enim stantibus, cū centrum grauitatis C fiat extra perpendicularem, descendens ad I, nunquam reuertetur in C, ascenderet enim; sed si liberè circa centrum D conuerteretur, descendens vt dictum est per circulum CIM pondus B, fieret in L, A vero in N adepta positione LMN.

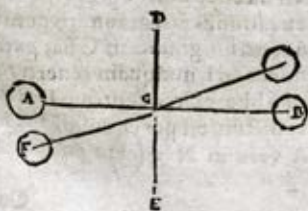
Cur

Cur autem huius libræ, quæ aliàs inutilis est, meminerit Philosophus, ea videtur causa, quòd inde vestræ virtutem eliciat, vt suo loco videbimus. Id autem valde mirum, hominem acutissimum nihil prorsus de ea libra egisse, quæ fulcimentum nec sursum habet, nec deorsum, sed in ipso exquisitè medio, ita vt centrum grauitatis in ipso met fulcimento consistat. Nos igitur de hac quod operæ pretium fuerit, & ad rem, qua de agimus, vile, in medium proferemus.

*De libra cuius fulcimentum est in medio.*

Dicimus itaque, libram, cuius fulcimentum nec sursum est, nec deorsum, sed prorsus in medio, nempe in ipso grauitatis centro, vbi brachia & pondera vtrinque appolita fuerint æqualia, si ab æquilibrio mouentur, quomodo cunque posita, stare nec ab eo, quem adæpta est, situ dimoueri.

Quæstionem hanc perperam tractârunt recentiores quidam, Hieron. Gardanus, Nicolaus Tartalea, & alij nonnulli, qui Iordani Nemoracij assertiones sunt secuti, quorum demonstrationes vel paralogismos potius egregiè confutauit in libr. Mechanicor. Tractatu de libra prop. 4. Guid. Vbald. ad cuius probatissima scripta Lectorem ablegamus. fusissimè enim ibi hac de re & absolutissimè agit. Nos autem quidem paucis ea, quæ ad hanc cognitionem pertinent, explicabimus.



Esto enim libra *AB*, cuius brachia æqualia, & centrum grauitatis in *C*, brachijs verò *AC*, *CB* æqualibus, æqualia pondera hinc inde apponantur. Tum fulci-

## EXERCITATIONES.

33

fulcimento in medio, hoc est, ubi grauitatis centrum  $C$  applicato per centrum ipsum  $C$  ducatur perpendicularis, quæ ad mundi centrum,  $DCE$ , sitque primum libra æquedistans horizonti, constituta. Tum ex altera parte pressa moueatur & fiat iuxta positionem  $FCG$ . Dico eam dimissam permanere, etenim cum grauitatis centrum sit in ipsa perpendiculari, in neutram partem verget, sed nec vergere potest, quippe quod non circa fulcimentum seu centrum motus, moueatur grauitatis centrum, sed in ipso sit fulcimento: situm ergo non mutat. Præterea cum perpendicularis  $DCE$  per grauitatis centrum ducatur, corpus ipsum ex ponderibus & libra constans ab ea in partes æqueponderantes secatur, & ideo ex centri grauitatis definitione, quam protulit Pappus, corpus ipsum centro grauitatis appensum, dum fertur quiescit, & seruat eam, quam à principio habuit positionem. Et sanè si partes quomodolibet libræ per grauitatis centrum diuisæ, sunt æqueponderantes nec trahent inuicem, nec trahentur, stabit ergo libra, & quam ad eam fuerat positionem, eam seruabit. Id tamen non negamus, difficile esse libras eiusmodi ex materia fabricare, quippe quod non omnia quæ vera sunt, & euidentissimis demonstrationibus patent, commodè ad praxim, ex artis & materię imperfectione, redeuntur.

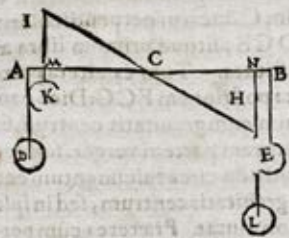
Cæterum harum librarum ea est virtus, ut vel minimo pondere altrinsecus apposito, declinet, quod illis quæ centrum sursum habent, non euenire, demonstrauimus.

Circa hæc posset cuiuspiam otiosi Dubium, num chordæ, quibus lances appenduntur, variationem aliquam circa ea quæ demonstrata sunt, inducere valeant.

Dicimus nullam inde fieri: Est enim libra  $AB$ , cuius centrum & fulcimentum  $C$ , ab cuius extremitate  $A$  dependeat, funiculus  $AD$ , ab alia verò  $B$ , funiculus  $BE$ , qui-

E

qui-



quibus appensæ sint æqualis ponderis lances DE. Moueatur libra, fiatque in ICH, funiculi verò in lancibus in IK, HL. secet autem funiculus IK libram AB, in M, LH verò producatur & eandem secet in N. quoniam igitur IC, æqualis est CH, parallelæ autem KILN æquales erunt alterni anguli MIC, NHC, sed & anguli ad verticem ICH, BCH æquales sunt, quare triangulum IMC, æquale triangulo HNC, & latera lateribus, quæ æqualibus angulis subrenduntur. Æqualis est igitur linea MC lineæ NC. Itaque si pondera lancesue, KL mente concipiuntur appensæ in punctis MN, ex brachiorum & ponderum æqualitate æque ponderabunt. quod fuerat demonstrandum.

### QUESTIO III.

*Cur exigua vires (quod etiam à principio dixerat) vecte magna mouent pondera, vectes insuperonus accipientes, cum facilius sit, minorem mouere grauitatem, minor est autem sine vecte?*

**A**ristoteles ita quæstionem proponit, vt eam Rhetorico quodam fucio admirabiliorem faciat. Soluit autem hoc pacto, inquiens, fieri posse eam esse causam, quod vectis sit libra, eius nempe generis quod fulcimentum habet deorsum, atque idcirco in ipsa pressione in partes inæquales vectem diuidi.

Figura

## EXERCITATIONES.

35

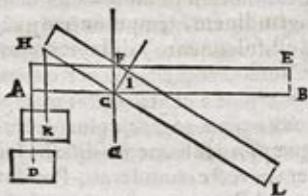


Figura quam exhibet, vix ferè quid sibi velit explicat. Nos ad eius mètem aliam proponemus eamq; longè clariorem.

Esto vectis  $AB$ , cuius fulcimentum deorsum in  $C$ , pondus  $D$ , potentia ex vecte, pondus sustinens  $E$ . Perpendicularis per fulcimentum  $FCG$ . Itaque quoniam potentia in  $E$  non superat pondus  $D$ , nec ab eo superatur, stat vectis cum potentia Horizonti æquidistans, hoc est, in æquilibrio, vectis autem in puncto  $C$  diuiditur in partes æque ponderantes. Modo præualeat potentia ponderi, & vectem deprimat, fiat autem in  $LCH$ , erit igitur  $B$ , in  $L$ ,  $A$  in  $H$ ,  $D$  in  $K$ , &  $CF$ , quæ vectem in partes æque ponderantes diuidebat, in  $CI$ . Iam igitur non æque ponderant partes, siquidem pars vectis  $FCI$ , aufertur parti  $HCI$ , & adiungitur parti  $ICL$ , quæ ideo fit ponderosior, vnde & potentia ad ponderis elevationem adiuuatur. Eadem igitur vtitur hic demonstratione, quam in explicando effectu libræ, cuius fulcimentum deorsum est, adhibuerat.

Nec alia de causa, vt supra notauimus, videtur eius libræ in superiori quæstione, considerationem introduxisse. Et sanè verum est quod concludit, Veruntamen minimi est momenti ad tantam vim parua illa adiectio, quæ parti vectis depressæ in ipsa depreessione adiungitur. Aliunde igitur tantæ rei causa est petenda, quod & nos deinceps faciemus. Videtur autem ipse quoque Aristoteles non sibi prorsus in assignata ratione satis fecisse, & ideo subiungit: quoniam ab æquali pondere celerius mouetur maior earum quæ à centro sunt: duo verò pondera, quod mouet &

quod mouetur, quod igitur motum pondus ad mouens longitudo patitur ad longitudinem, temper autem quantum ab hypomochsio (id est, fulcimento) distabit magis, tanto facilius mouebit. Causa autem est, quæ retro commemorata est, quoniam quæ plus à centro distat maiore describit circumulum. quare ab eadem potentia plus superabitur id quod mouetur, quæ plus à fulcimento distat. Hæc ille, qui asserit duo pondera in vecte considerari, Pondera nempe motum, & mouentem Potentiam (hanc enim ponderis habere vim atque rationem certum est) Vires autem potentiam acquirere ex brachij longitudine, & ex inde consequenti velocitate, quo enim brachia longiora, eo in extremitate velociora, atque idcirco ita se habere motum pondus ad potentiam mouentem, vt brachij longitudo ad brachij longitudinem: brachia autem vocamus, partes illas vectis, quæ à fulcimento ad vtranque vectis extremitatem pertingunt, & ideo quantum à fulcimento potentia distabit magis, eo facilius pondus mouebit.

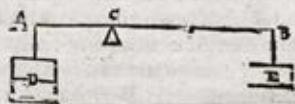
Vera vtique & exploratissima hæc assertio est. Veruntamen, causam huiusce mirabilis effectus, esse velocitatem, quæ brachij longitudinem consequitur, non affirmamus. quæ enim velocitas in re stante? Stant autem vectis, & libra dum manent in æquilibrio, & nihilo secius parua potentia ingens sustinet pondus.

Dicit ad hæc quispiam, velocitatem in longiori brachio si non actu, saltem potentiâ esse maiorem. At quæ solio quid in re quæ est actu, momenti habet potentia? actu enim sustinet, sustinens. Consequitur, (id vtique fatemur) necessariò velocitas maior motu brachij maioris; non tamen causa est cur vis loco vbi velocitas maior sit, apposita magis moueat. Sanè ex velocitate, dum mouentur, pondus acquirere corpora, tum proiecta, tum cadentia certum est, quod etiam in quaestione 19. cum Philosopho cõ-

fide.



siderabimus. Sed hoc ex velocitate & motu fit, quz sunt actū. At brachia in ipso æquilibrio sustinent actū quidem, sed non mouentur. Cæterum videtur Aristoteles id subodorasse, quod postea Archimedes, Mechanicorum princeps, in propof. 6. primi Æqueponderantium explicite protulit & probauit: nempe in æquilibrio ita esse pondus ad pondus, vt brachium ad brachium, ratione permutata.



Est enim vectis AB, quomodolibet fulcramento diuisus in C. appédatur autem in A, pondus D, in B verò pondus E, ita fe

habens ad pondus D, vt ipsa AC ad CB. Stabit igitur vectis, & neutram in partem verget, erit enim centrum grauitatis in C, diuiso nempe ibi vecte in partes æque ponderantes. Hoc post Archimedes, & insignes illos veteres Mechanicos præclarissime demonstrauit G. Vbaldus in Mechanicis, Tractatu de Libra propof. 6. nec non de Vecte propof. 4.

Cæterum vt aliquid interim, quod nostrum sit, afferamus, liceat nobis egregios illos viros interrogare, quanam mirabilis eius effectiois sit causa? Dicent permutatam proportionem. Teneo, at nondum acquiesco: petam enim, Cur ea rationis permutatio mirabilem illum effectum pariat. Hoc quod illi non docent, puto nos, ignorantia somno sepultos, somniasse.

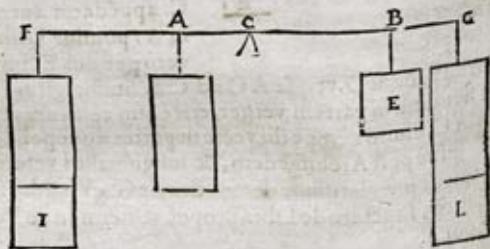


quidem linea quæpiam AB, applicetur extremitati A potentia

Æqualitatem status esse causam, nemo, vt puto, inficiabitur. re se est enim per se clara. Est si

tentia quædam quæ lineam ad se trahat ad partes nempe A, Tum in B quædam alia potentia ipsi quæ in A potentia, æqualis, quæ lineam trahat simili modo ad partes B. Datâ igitur harum potentiarum æqualitate, linea AB, nec ad partes A, nec ad partes B transferetur, sed prorsus immobilis stabit.

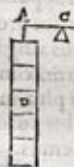
His ita constitutis, Dico veet e quomodolibet diuiso, ponderibusque vtrinque apposis, permutatâ proportionem sibi inuicem respondentibus, rem esse redactam ad æqualitatem, & inde statum fieri, hoc est, æquilibrium.



Esto enim veetis AB, quomodolibet diuisus in C, & ipsi quidem C fulcimentum supponatur. Appendantur quoque vtrinque pondera ex ratione brachiorum AC, CB, sibi inuicem permutatim respondentia, sintq; DE. Dico veetem ex æqualitate, in neutram partem inclinaturû, sed permanfurum in æquilibrio. quoniam enim Põdus D idem potest quod brachium CB, addatur in directum ipsi AC, recta AF æqualis ipsi CB, item quoniam Põdus E id potest quod brachium AC, recta CB addatur in directum BG, ipsi AC æqualis. Igitur cum partes CA, AF totius FG, æquales sint partibus CB, BG, totius CG, erit totum FC, toti CG æquale. Diuisus itaque

que erit vectis FG in partes æquales FC, CG in puncto fulcimenti C. Et quoniam æquale in æquale non agit, stabit vectis & in neutram partem inclinabit. Rursum quoniam ad partem FC, duæ sunt brachiorum potentia F A, H C, appendantur puncto F, duo pondera H, I, ipsius DE æqualia, item puncto G, alia duo pondera iisdem DE æqualia KL, iterum æqueponderabit, quippe quod æqualibus brachijs FCCG æqualia appensa sint pondera HI KL. Cur igitur seruata permutatim brachiorum & ponderum proportione fiat æquilibrium, ex his quæ demonstrauimus, clarè patet.

Sed forte dicet quispiam, si brachia, pondera sunt, vel ponderibus æquipollentia, sustinenti duplicabitur pondus.



Est enim vectis AB, ita diuisus in C, vt pars maior CB minori AC sit in proportione quintupla. Appendatur autem in A pondus D, quintuplū ponderi E appenso in B. Si igitur brachio AC, quod est vnum, addatur pondus D, quod est quinque, fient sex, item si brachio CB, quod est quinque, addatur pondus E, quod est vnum, fient sex. Fulcimentum igitur sustinebit duodecim, quod est absurdum ex ijs quæ clarè demonstrauit G. Vbald. in Mechan. tractatu de Libra propof. 5. His respondemus, brachia quidem operari non pondere, sed potentia, quæ vis quædam est, non autem pondus. Etsi & illud verum sit, dato vecte ponderoso, fulcimentum tum ponderum appensorum, tum vectis ipsius pondus sustinere.

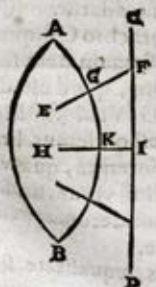
Iacta huiusmodi, quam diximus, æqualitate, sequitur

quitur necessariò, centrum grauitatis ipsius vectis cum appensis ponderibus, ac si vnum idemque esset corpus cadere in perpendiculari quæ per céntrum ipsum & fulcimentum transiens ad mundi centrum pertingit.

## QVÆSTIO IV.

*Quærit hic Aristoteles, cur ij qui in nauis medio sunt remiges maxime nauem moueant?*

**A**It, ideo fortasse fieri, quòd remus vectis sit, fulcimentum verò scalmus, stat enim. Ponderus autem maris ipsum, quod à remo propellitur, mouens verò ipsum remigem, semper autem plus mouere ponderis qui mouet, quo magis distat à fulcimento. Ita enim maiorem fieri quæ ex centro, Scalmum verò centrum esse. Cæterum in medio nauis plurimum remi intus esse. Ibi enim nauem esse latissimam. Moueri autem nauim, quoniam appelletur mari remo, extremū illius quòd intus est antèrius promouetur, cuius motum nauis sequitur, cui scalmus alligatur. Vbi autem plurimum maris diuidit remus, eo maxime necesse esse propelli. Plurimum autem diuidi vbi plurima pars remi à scalmò est. Rem facilem, eo quòd verbis potuerit, schemate non declarauit, nos autem apponemus.



Esto enim nauis AB, mare CD, remorum alter, qui ad proram EF, cuius scalmus G, alter verò in medio nauis, HI, circa scalmum K. Ait igitur, remos esse vectes, scalmos verò fulcimenta, pondus quòd remo, ceu vecte, mouetur mare ipsum. Itaque quoniam nauis lata est in medio vbi Scalmus K maior pars KH intra nauim est, minor verò KL, extra. Contra autem remi ad proram, nempe EF pars minor EG intra

## EXERCITATIONES.

41

Intra nauim, pars verò maior  $GF$  extra nauim est. Pondus autem eò facilius mouetur, quo maior est vectis pars, quæ à fulcramento est ad mouentem potentiam.

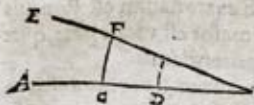
Acutè sanè Philosophus. Ego autem si per modestiam liceret, dicerem, non quidem esse fulcimentum scalmi, sed mare ipsum, pondus vero nauim, ad locum scalmi, nèpe inter mouentem potentiam, & fulcimentum positum, etenim & eo pacto possumus vti vecte, quod obseruat & demonstrat  $G$ , Vbaldus tractatu de vecte propof. 2. Erunt igitur in descripta figura puncta  $FI$ , quæ in mari sunt, fulcimenta, quibus remorum extrema in ipsa impulsione nituntur, pondera verò seu pondus pluribus vectibus & potentijs impulsu nauis ipsa, quæ scalmis est annexa. Resistente igitur mari, cedente autem impulsione scalmi, nauis eo transfertur, quo scalmi ab ipsa potentia mouente in anteriorem partem pelluntur. quoniam autem vt  $FG$  ad  $FE$  ita potentia mouens in  $E$  ad pondus motum in  $G$ . item vt  $IK$  ad  $IH$  ita potentia mouens in  $H$  ad pondus motum in  $K$ , maior autem est proportio  $FG$  ad  $FE$  quàm proportio  $IK$  ad  $IH$ . Maiori indiget potentia vt pellatur pondus in  $G$  quàm pondus in  $K$ .

Hæc certè vti diximus ita se habent. Philosophi autem ratio tunc procederet, si stante naui immobili, vt fit vbi à Remoræ occulta vi aut ab alio impedimento retinetur, remiges in ipso remigandi actu mare pulsarent, Tunc enim verè scalmus fieret fulcimentum, mare autem pondus, remex verò ipse mouens.

Addimus, falsum videri quod asserit Aristoteles, nempe illos qui in media naui sunt, remiges, maximè nauim mouere: facilius, melius dixisset. Si enim maximè, quod ait, denotat maximo spatio, & velocius profus falsum, etenim tardius mouent & minori spatio, quod nos ita demonstramus.

F

Esto



Estoenim Remus AB qui mari fulcitur in B, Scalmus remi qui ad prorā puppinue C, qui in media nauī D, maior autem remi pars est à scalmo D ad A quam ipsius C ad A, Pellantur remi & stante ceu centro BA, in E. eodem igitur tempore Cerit in F, & D in G, sed maius est spatium CF spatio DG. Ergo vnica impulsione, plus mouit scalmum, hoc est, nauim, potentia ad puppim proram ueremigans, quàm ea quæ operatur in media nauī vt sentire uidebatur (si modo is est eius sensus) Aristoteles. Necessarium igitur est, quod ait, maximè intelligendum, faciùs, Veritatem hanc cognoscentes Trirēmum præfecti robustiores quidem remiges ad proram & puppim, inualidiores uerò circa mediam trirēm collocant.

## QVÆSTIO V.

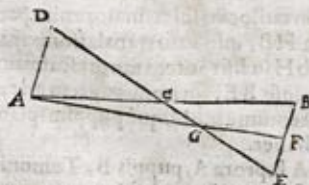
*Dubitat, Cur paruum existens gubernaculum, & in extrema nauigio tantas habeat vires, ut ab exiguo temone, & ab hominis vnus viribus alioqui modicè uentus magna nauigiorum moueantur moles?*

**A**N, inquit, quoniam gubernaculum uicinis est, onus autem mare, Gubernator uero mouens est? Non autem secundum latitudinem ueluti remus, mare accipit gubernaculum; non enim in ante nauigium mouet, sed ipsum commotum mare accipiens inclinatur obliquè. quoniam enim pondus est mare contrario innixum modo nauem inclinatur. fulcimentum enim in contrarium uersatur, mare uerò interius, & illud exterius. illud autem sequitur nauis quæ illi est alligata, & remus quidem secundum latitudinem onus propellens & ab eodem repulsus in rectum

## EXERCITATIONES.

43

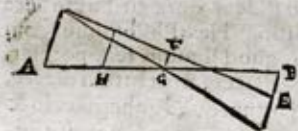
Etum propellit, Gubernaculum verò, vt obliquum iacet hinc inde in obliquum motionem facit. in extremo autè, non in medio iacet, quoniam mouenti facillimum est motum mouere: prima enim pars celerrimè fertur, & quoniam, quemadmodum in ijs quæ feruntur in fine deficit latio, sic ipsius continui in finem, imbecillima est latio. Imbecillima autem ad expellendum est facilis. Propter hæc igitur in puppi gubernaculum ponitur, nec minus, quoniam parua ibi motione facta, multo maior fit in ultimo, quia æqualis angulus semper maiorem adspicit, tãto que magis, quanto maiores fuerint illæ, quæ continent. Ex ijs etiam manifestum est, quam ob causam magis in contrarium procedit nauigium, quam remi ipsius palmula, eadem enim magnitudo ijsdem mota viribus in aëre plus quàm in aqua progreditur. Hæc Philosophus, qui haudquaquam ex more suo, quod duobus ferè poterat, sexcentis verbis exposuit. Licebat enim id tantum dicere, Gubernaculum (ita vocat id totum quod gubernaculo & temone constat) esse ceu remum, quo naus non antorsum, sed obliquè & ad latus mouetur. quam ob rem omnia ferè quæ de Temone dicenda fuerant, de remo loquens proponit. Ait autem:



Sit remus A B,  
 scalmus vero C, remi  
 in nauigio principiũ  
 A, palmula autem  
 quæ in mari B. Si igitur  
 A, vbi D translatum  
 est, non erit B vbi  
 E. æqualis enim  
 BE ipsi AD, & quæ  
 igitur translatum erit,  
 sed erat minus. erit  
 igitur vbi F, minor  
 enim BF, ipsa AD, quare  
 ipso GF ipsa DG. Hæc  
 demon-

F 2

demonstratio licet vera videatur, rei tamen, de qua est sermo, minimè aptatur. Si enim aptaretur in ipsius remi motu, cum palmula esset in F, scalmus fieret in G, excurreret ergo vel scalmus per remum, vel remus per scalmum, facta nempe eiusmodi translatione de C in G, & sic intra nauim modo esset pars remi DC, modò verò GD, quod tamen non fieri ipsa experientia docemur. Illud quoque falsum est, nauim ipsam tantum moueri in aëre, quantum est spatium AD, hoc est, remi extremum quod est in nauis, siquidem scalmi motu, non autem manubrij remi, nauis agatur. Aliter igitur res se habet, & forte hoc pacto.

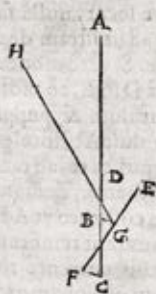


Sit remus AB, cuius manubrium A, palmula B, scalmus C. Pellatur antroforus A, fiatq; in D, tunc si æqualiter mouerentur manubrium & palmula, ipsa palmula fieret in G, at minus mouetur: fiet ergo in E. ipse verò scalmus C

translatus erit in F, motaq; erit nauis à C in F, non autem ab A in D. Posuit autem Aristoteles scalmum ad medium remi, sed non ad medium collocari solet, maior enim pars in mare propendet pura HB, quo casu translationis spatium fit maius, nempe ab H in I. fit autem motus scalmi excentris qui sunt in spatio ipso BE, quatenus autem ad remonem pertinet, quem remum ait, obliquè puppim ipsam propellentem, ita se res habet.

Esto nauis carina AB, prora A, puppis B, Temonis ala BC, gubernaculum BD, cardo verò fulcrumentum BE, facta itaque impulsione obliqua gubernaculi à D in E, minor fiet motus in mari à C in F, eritque remo vbi EGF, cardo





cardo verò vbi G, translata igitur erit eo motu, puppis ipsa à B in G, facta itaque parua motione puppis ex B in G, prora ipsa quæ longè distat à puppi B maiori spatio superato translata erit in H facta prora in contrariam partem ab ea quæ facta est gubernaculi motione. Porrò quòd & in præcedente quæstione adnotauimus, longè melius procedet demonstratio si fulcimentum mare intelligatur, quàm scalmus, neque enim mare ceu pondus, sed scalmus ipse Temonisuecardo, ponderum instar transferuntur.

Cæterum in hac speculatione liceat nobis aliquantulum à Philosopho dissentire. Certè si breuitas Temonis, è puppi eminentis, respectu longitudinis totius nauis consideretur, & parua motio, quæ temone gubernaculoue moto fit, nullius ferè momenti erit ad eam quæ in prora fit translationem. aliter ergo se rem habere non dubitamus, & quæstionis solutionem aliunde petendam. Naui non currente nullum ferè, aut qui vix curandus sit ex gubernaculi conuersione nauis ad dextram sinistramue motum fieri, at eâ currente maximum, experientia docemur. Obliqui igitur motus qui validè in puppi fit, causa est non quidem ex conuersione temonis percussio maris, sed mare ipsum, cuius fluctus naui currente obliquam temonis alam ad eam partem quæ mari obuertitur, impellentes temonem cum puppi ad contrariam partem validissimè transferunt.

Esto nauis carina AB, prora B, puppis A, Temo A C, gubernaculum AD; Itaque currente nauis, Temone interim & gubernaculo in eadem carinæ linea existentibus,



Temo quidem mare fecat, nullâ factâ in puppi, naus ad sinistram dextramue translatione. Si verò moueatur gubernaculum à D in E, eo moto mouebitur aliquantulum & pappis ad partes E, quod voluit Aristoteles. Sed minimi, vt diximus, ea res ad tantum effectum est momenti. Temone autem in obliquum cōstituto vt AF, nauis interim, ventorum aut remorum vi pulsa proram versus currente temonis latus à fluctibus obliquam partem alamue in ipso cursu ferientibus, in contrariam partem transfertur, ad

eam nempe, ad quam ipsum gubernaculum vergit. facta igitur naus ceu circa centrum centraute quæ in carina inter puppim proramue considerantur A, fertur in G, proa vero in H. ex quibus manifestè apparet, duo ad nauis ex temone in puppi conuersione motionem esse necessaria: Temonis nempe obliuationem, & nauis cursum, quorû si alterum sine altero adhibeatur, nullam fieri quæ alicuius momenti sit, nauis conuersionem. Illud quoque notamus, carinam in nauis conuersione vectis instar se habere, cuius pars mota ad puppim, & mouens potentia est: fulcimentum verò circa proram, potentia autem mouens mare ipsum, temonem in nauis cursu oblique feriens. Vnde colligimus naues, quo longiores sunt in mouente ad Temonem adhibita maiori facilitate ad dextram sinistramue propelli: quod sanè ipsemet considerauit Aristoteles, qui idcirco inquit, in extremo, non autem in medio temonem poni eo quod mouenti facillimum sit ab extremo motum mouere.

Ex hac nostrâ speculatione ratio habetur eius machina-

## EXERCITATIONES.

47

chinationis, quâ in magnis fluminibus, ceu Pado, Abdua & similibus, Portitores, equos, currus, viatoresq; ipsos, è ripa in ripam transferunt. Pulcherrima enim res est, & nobis perspectissima, qui Guastallâ residentiz olim nostræ oppido ad Padum, Mantuam pergentes sæpissimè ad Castrum Burgi Iusis ea qua diximus machinatione latissimum eiusdem Padi aluum transiecimus. Habet autem se hoc pacto.



Esto fluminis citerior ripa A B, vltior CD. Pontones duo tabulis strati, & vnâ firmiter iuncti E F, Temo inter eorum puppes extans G H, locus in ripa stabilis A, funis, quo pontones, & machina tota continetur A I. fluuij decursus versus B D, stantibus itaque pontonibus ad ripam citeriorem A B, Temone in neutrà partem pulso, cum aqua decurrens eum resistentem non inueniat, scinditur quidem ab eo, sed non propellit, eo autem conuerso & in G K constituto, a-

la eius G K ab aqua defluente propulsa machinam secum trahit versus ripam C D, factâ motione circa centrum seu stabilem locum A, otiosis interim portitoribus, donec per circuli portionem M L deuenit ad vltiorem ripam in L. Vnde iterum temone in contrariam partem conuerso, aquâ similiter temonem propellente, per eandem circuli portionem ad ripam citeriorem reuertitur, à qua paullo antè discesserat. Ex quibus apparet, motus causam non esse

## 48 . IN MECHAN. ARIST. PROBL.

esse solam eam, quæ ab ala temonis fit, aquæ percussione, vt senserat Aristoteles, sed currentis aquæ temonis alam ferientis impulsione: nihil autem referre, verum stante naui aqua currat, vel eâ currente aqua stet, vt in mari fit, idem enim vtroque modo temo patitur. Vt autem machinæ huius & totius negotij species facilius animo concipiatur, schema hoc studiosorum oculis subijciemus.



Lembi nauiculæ ideo appositæ sunt, vt oblongum funem sustineant; id etenim ni fieret, aquæ immersus aquam scindens machinæ motum impediret, ideo etiam apponuntur, ne funis madens celeriter maceretur & putrescat.

Huic speculationi affinis est ea, velorum eorum, quæ obliquè ventum excipientia frumentarijs molis dant motum, item verticillorum ex papyro, quibus contra ventum currentes per lusum pueri vtuntur. vnicum enim

## EXERCITATIONES.

49

enim horum omnium principium & eadem ratio.

Diximus enim, Temonem currente nauī, lateraliter conuersum obuios fluctus excipientem puppim ipsam obliquè in alteram partem transferre. Porro ea vela, de quibus loquimur, ventorum flatibus obliquè opposita eandem ob causam circulariter agitantur, quod ut figurā euidētius fiat,



Esto velum AB, brachia CE obliquè affixum, ita ut angulus ACE maior sit angulo BCE, ventus obliquè velum feriens FG. Itaq; quoniam ventus in velum obliquum incidit, elabitur velum, & circa centrum E vnà cum brachio circumuertitur, in cuius locum succedit velum HI, ex qua assidua velorum successione, brachiorum & axis cui adhærent, rotatio fit perpetua. Sed enim de Te-

mone agentes non est interim cur de caudis auium pisciumque taceamus. instar enim temonum sunt à Natura ipsa opportunis animalium partibus, postremis videlicet, appositi, quanquam nec solum Temonis vsum præstant, ut videbimus.

Esto piscis AB, cuius caput A, cauda verò CB. Hac igitur neutram in partem reflexà, piscis pinnarum motu rectà in anteriorem partem progreditur. Si autem necesse ei fuerit ad dextram sinistramque conuerti non poterit, nisi cauda ipsa iuuetur. Omnis enim motus progressiuis quiete indiget, nec absq; stabili fulcimento progredi potest,

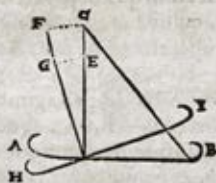
G

potest,



## EXERCITATIONES.

51



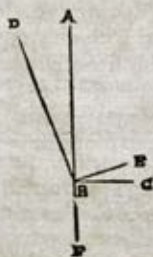
Esto nauis AB, malus CD, mali sedes D, locus antennæ sublimior C, depressior E: itaque quoniam CD vectis est, quo mouens remotior fuerit à fulcramento D, eo citius & violentius pellet, velocius ergo nauis mouebitur antenna in C, quàm in E, constituta.

Plausibilia sunt hæc, ac certè per veritatem ipsam, non vera. Rogo, Si fulcramentum dum vectis mouetur, ceterum est, centrum utique motus erit D. spirante igitur validè vento inclinabitur malus, fietq; ubi FGD, quæ quidem inclinatio violentius fiet, vento pellente in Fq quàm in G, utpote puncto à fulcramento remotiore. Impulso malo, duo necessariò cõsequuntur, vel enim ad ipsam sedem D. frangetur vel puppis ipsa circa D punctum conuersa, ut mali sequatur motum eleuabitur. Prora verò submergetur facta nauis in HDI. Quod si quispiam funem ad mali summitatem annexam ad ipsam puppim alligauerit in B, impediatur sanè mali inclinatio ad partes F, & ideo nulla vis profus fiet in D ex vectis ratione. Attamen nihilo secius, quo sublimior fuerit antenna, eo facilius à spirante vento puppis eleuabitur. quatenus igitur malus vectis est, hoc tantum quod dicimus operatur. Quod si contra obiectum fuerit, experientiam docere, quo sublimior antenna fuerit, eo citius nauigium, spiritu stante moueri. Responso facilis, nempe, mirum non esse, si mali pars sublimior validius à vento feriat. Videmus enim, & turres quo sublimiores fuerint, eo magis à ventorum impetuosis flatibus infestari, quod sanè ad vectis longitudinem referre, esset ridiculum. Cæterum quod ad puppis faciliorem eleuationem ex mali ipsius altitudine pertinet, ad vectis

52

## IN MECHAN. ARIST. PROBL.

contemplationem reducimus. est enim quædam vectium species ab alijs non considerata, cuius brachia in angulum desinunt, ut ipse angulus in operatione sit fulcimentum.



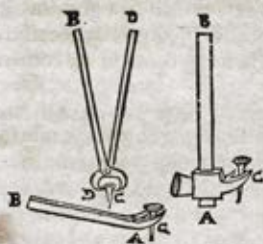
Esto enim vectis, de quo agimus, ABC, cuius brachia AB, BC. iuncta ad angulum B, sitque B in operatione fulcimentum. Nec quicquam refert quatenus ad usum pertinet, utrum angulus ipse rectus sit, acutus vel obtusus. sit autem modo rectus. Ponatur igitur pondus aliquod in C, tum potentia quædam applicetur in A, quæ ipsam vectis extremitatem A propellat in D. erit igitur AB in DB & angulo seruato BC in BE. Pondus igitur cum parte vectis BC eleuabitur in E. In hoc autem vectis genere attenditur proportio quam habet AB ad BC. Si enim potentia quæ applicatur in A ita se habet ad pondus in C ut CB, ipsi BA, fiet æquilibriū. Si maior autem fuerit proportio potentie in A, ad pondus in C, ea quam habet AB ad BC, superatâ ponderis resistentiâ fiet motus. Res autem haud aliter se habet, ac si producta in F, fieret BF æqualis BC. Tunc enim vectis ad rectitudinem, seruatâ proportione, redigeretur, & ita potentia in A, fulcimento B operaretur in F, ut operabatur in C.

Ad huius vectis naturam referuntur fabrorum mallei, quibus clauos reuellant, forcipes item quæ tenaci mortu clauorum capita umbellasue appendentes, violenter è tabulis extrahunt. In malleo itaque subtili, ut in figura videre est, AB vectis est pars quæ à fulcimento ad potentiam; ac verò quæ à fulcimento ad pondus, ponderi liqui.



## EXERCITATIONES.

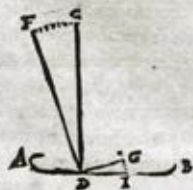
53



siquidem æquiparatur resistentia quæ fit in C. Idem obseruamus in forcipe, in quo duo quidem brachia AD, CB, quatenus ad apprehensionem pertinet, fulcimentum habent in ipso cætro seu vertebra, & ideo quo longiores fuerint, eo tenacius apprehendunt & retinent. quatenus autem ad extractionem

facit, pro vnico forceps totus habetur vecte, cuius quidẽ pars à potentia ad fulcimentum AB, quæ verò à fulcimentum ad hoc est clauum ipsum qui reuellit A C. Violentissimè autem extrahunt forcipes, propterea quod maxima sit proportio longitudinis brachij BA, ad eam quæ est ab A ad C.

His igitur hoc pacto examinatis, ad nauim & malum reuertentes, dicimus, tunc facillimam fieri puppis eleuationem, proræ verò demersionem, cum maxima fuerit proportio, quam habet altitudo mali, ad eam nauis partem quæ à malo ad ipsam puppis extremitatem pertingit. Quamobrem prudentes nauium fabri, vt huic difficultati occurrant, malum non in medio quidem nauis, sed in tertia ferè parte longitudinis quæ à prora est, puppim versus constituunt.



Esto enim nauis AB; cuius malus CD: prora A: puppis B; vento igitur velum impellente, malum ad partem contrariam vergit, puta in FD. At quoniã carthesium funi ad puppim vnitur in B, nauim, hoc est, ipsam puppim trahar necesse

cesse est. non potest autem; quoniam subitræ grauitas & onera, quæ nauî imposita inter *D.* & *B.* grauitatis centrum circa punctum *E* constituunt, quod quidem vi ventorum inclinante malo ab *E*, in *G*, eleuaretur, quo igitur minor fuerit proportio *CD* ad *DE* & maius pondus ipsum cuius grauitatis centrum in *E* minus præualebit potentia pellens in *C* ad eleuationem partis nauigij, quæ à malis se de ad puppim intercedit. An igitur malus sit vectis, pes verò fulcimentum, pondus autem quod vecte mouetur, ipsû nauigium, vt placuit Aristoteli, & qua item ratione malus in nauim vt vectis operetur, ex ijs quæ dicta sunt, facile patet.

## QVÆSTIO VII.

*Queritur, Cur quando ex puppi nauigare voluerint, non flante ex puppi vento, veli quidem partem, qua ad gubernatorem vergit, constringunt; illam verò qua proram versus est, pedem facientes, relaxant?*

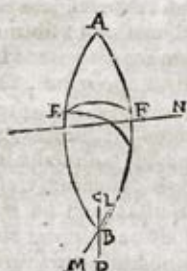
**M**irabilis huius effectiois causam explicat Aristoteles. inquit enim, An quia retrahere quidem multo existente vento gubernaculum non potest, pauco autem potest, quem constringunt? propellit igitur quidem ipse ventus, in puppim verò illum constituit gubernaculum, retrahens, & mare compellens: simul & nautæ ipsi cum vento contendunt; in contrariam enim se reclinant partem. Hæc ille.

Cuius sensum breuitate subobscurum, mirâ facilitate explicat Picolomineus. Nos autem vt rem lucidiorem faciamus, schema, quod nec ipse fecit, nec Philosophus, proponemus.

Esto nauis *AB*, cuius prora *A*, puppis verò *D* gubernaculum *CB*, remonis ala *BD*, veli sinus *EF*, velum verò ita constitutum, vt directè ex puppi flantem ventum excipiat.

## EXERCITATIONES.

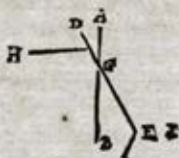
55



piat. Hoc ubi euenerit, nauigium rectâ è puppi mouetur in proram; Si autem ventus lateraliter spirat, puta à parte G versus H & nihilo secius nauigium, ac si ventus ex puppi esset antrorsum propellere uolunt, uelum quidem obliquant partem eius infimam, pedem nempe, quæ est in F contrahentes, Cornu uero antennæ ubi E, proram uersus

laxantes uentum quæ ipsum obliquè excipientes id efficiunt, ut uentus minus uolenter feriat, & minori sui parte uelû impleat, & quoniam uentus uelum pellit in partem contrariam, nempe in H, ipsi ut uento resistent conuerso gubernaculo ex C in L, & temone BD, in BM compellunt proram ad partem à qua uentus ipse spirat. Sit igitur inter uentum & temonem pugna, illo proram in dextram, hoc uero eandem in sinistram pellente, itaque cum neuter præualeat, necessario nauis mediam uiam, quæ inter utramque est, suo cursu tenet. Nauis autem ideo in partem nauis AE B, quæ uersus uentum est, se conferunt, ut uento æquilibrium faciant, ne scilicet nauis in contrariam partem pellente spiritu, eam demergat. Cæterum quod nec Aristoteles nec Picolomineus animaduertunt, uelum obliquè constitutum à uento in anteriora impellitur eandem ob causam, quam retulimus, ubi de temone & uelis, quibus farinaria molæ cõuertuntur, uerba faceremus. Quod autem addit Picolomineus rem ad uentem reduci posse, non est cur sub silentio prætereamus. Uentus, inquit, ponderis gubernaculum mouentis uicem obtinet; centrum uero (sulcimentum intelligit) in medio nauis est, quod tamen

men ad proram vergit, vt facilius ipsi vento resistere possit. Tunc enim in rectum mouebitur nauis, cum sibi inuicem æquatæ vires, quasi libramentum constituerint. Hæc ille, cuius sensum figurâ propositâ faciliè aperiemus.



Esto carina AB, cuius prora A, puppis B, temo BC, ventus verò obliquè feriens H. Conuersus itaque temo vt in BC vndarum vi currente nauis repulsus sit in EF tendens versus I, quo casu prora conuertitur in D, nempe contra ventû qui spirat ex H. sit autem conuersio circa punctum G, quod fulcimenti locum obtinet. Vetus verò ad contrariam partè proram impellit, repugnans Temonis violentiæ contra ipsam proram dirigentis. Et igitur AB, seu DE carina, instar vectis, cuius fulcimentum G, vis mouens mare quo temo EF repellitur, pondus vero, ventus premens in D; quo igitur remotior erit temo à fulcimento G, D autem vbi pondus ei vicinius, eo magis temo venti vim superabit. Hæc Picolominei ratio, quam explicauimus, sanè ingeniosa est, verum enimvero, quoniam fulcimentum sui naturâ stare debet, hic verò nullâ habeat stabilitatem, difficultatem patitur.

#### QVÆSTIO VIII.

*Quæritur, Cur ex figuris omnibus rotundæ facilius moueantur?*

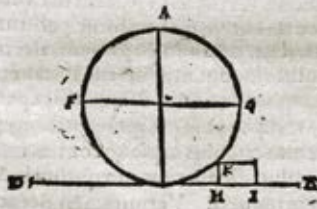
**T**Rifariam, inquit Aristoteles, circulum rotari contingit: Aut secundum absidem cætro simul moto, quem admodum plaustrum vertitur rota; aut circa manens centrum, veluti trochleæ puteorum, stante centro: Aut in piumento manente centro, sicuti figuli rota conuertitur. *Causam*

## EXERCITATIONES.

57

Causam verò explicans, ait, celestissima eiusmodi corpora esse, eo quod parua sui parte planum contingunt, vti circulus secundum punctum, item quoniam non offendant: Non offendendi vero esse causam, quod semotum à terra habeant angulum. Item propterea quod corpus, cui sunt obuiam, secundum pusillum tangunt. Rectilineo autem aliter euenire, quippe quod rectitudine sua, multum plani contingat. Ad hæc, quoniam nutat pondus eo mouentem mouere.

Hæc ferè Philosophus, cuius rationes ad eum solummodo circulem motum faciunt, qui fit secundum absidem, vt in carrorum rotis vsu venit, nec aptantur rotis sigulorum trochleisq̃, cuiusmodi sunt illæ, quæ supra puteos appenduntur. Nos igitur, ad Aristotelis mentem, primam rotationis speciem, quæ est secundum absidem, examinabimus.



Esto rota sphaerae  $AB$ , cuius centrum  $C$ ; Horizontis planum  $DE$ ; contactus circuli in plano  $B$ , perpendicularis horizonti à puncto contactus  $B$  ipsa  $BCA$ , transiens per centrum  $C$ , partes rotæ circa

perpendicularem  $AFB$ ,  $AGB$ , angulus contactus  $GBE$ . Primo itaque id constat, circulum in puncto planum, seu lineam contingere. At quoniam, vt Mechanici, de circulis rotisq̃ seu sphaeris agimus materialibus, rectè Philosophus non in puncto planum præcisè tangere dixit, sed secundum partem sui minimam. Angulum porro, quem à terra semotum dicit, ipse angulus est contingentie. eleuatur

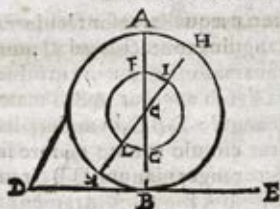
H

tur

tur enim ex *B* in *G*. Si autem corpus quodpiam in plano fuerit, puta *HI* in puncto illud tanget circulus ei occurrens, exempli gratia in *K*. Hæc igitur accidunt circulari figuræ. In lateratis autem secus fit, quippe quæ nec in puncto seu secundum parvam sui partem, planum tangunt, nec semotum ut circulus à plano habent angulum, nec in pingentes offendiculum in puncto tangunt. Cæterum potissimam facilitatis motus in rotatione quæ fit secundum absidem, esse causam dixit, nempe quò nutat pondus eò à mouente impelli ac moueri. Primò igitur circularis sphericæ figuræ in æquilibrio stat; æquales enim sunt partes quæ circa perpendicularem: ceu sunt *AFB*, *AGB*. si enim impulsus fiat ex parte *F*, pars opposita nutabit, & propendet in partem *G*, & suo nutu motuque secum trahet partem *AFB*, fietque progressus. Si enim ducatur *FCG* diameter, ipsi horizonti æquidistans, erit veluti libra, cuius pondera utrinque *AFB*, *AGB*, brachia verò æqualia *CF*, *CG*. Potentia autem quæ trahitur pelliturque ad instar ponderis se habet, quò addito partium alteri, factoque recessu ab æquilibrio, sequetur motus. Putauere quidam, ut refert Philosophus, circularè lineam, ita perpeti motu versatam iri, ut manentia, propter contrarium nixum, manent, neque enim circulus in plano contrarium nixum habet, cum sit, veluti dicebamus, in æquilibrio & facilis in vtramuis partem moueri. Veruntamen perpetuum esse non posse horum corporum motum, ea est causa, quod violentum accidat naturæ, & ideo non durabile. Ad hæc, addit Philosophus, Maiores circulos ad minores nutum habere quædam; & nutum maioris ad minoris nutum, se habere ut angulos ad angulos, & diametrum ad diametrum. Angulos autem hæc sectores ipsos vocat; oportet enim circulos tum maiores tum minores circa idem centrum esse constitutos. Hæc autem non ab simili ab eo quod supra posuimus schemate explicantur. Esto

## EXERCITATIONES.

59



Esto enim circulus  
 A B circa centrum C,  
 Horizontis planum D E,  
 tangens circulum in B,  
 linea verò perpendicu-  
 laris per centrum B C A.  
 Sit autem circa idem cẽ-  
 trum C, minor circulus  
 F G, ducaturque C H se-

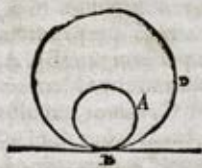
cus minorem circulum in I, tangens verò maiorem in H,  
 constituentque cum A C linea angulum A C H, duos an-  
 gulos, ex Aristotelis mente comprehendentem, hoc est,  
 duos sectores A C H, F C I. quoniam igitur sector seu an-  
 gulus A C H, suo spatio superat angulum seu sectorem  
 F C I, facile ex nutu quem maior supra minorem habet,  
 maior ipse minorem mouet. Videtur autem tacitè Philo-  
 sophus hæc ad vectis naturam referre, cuius altera extre-  
 mitatum in centro sit, altera verò in abside, & ita se habe-  
 re nutum maioris supra minorem, vt vectis ad vectem, hoc  
 est, semidiameter ad semidiametrum, seu sector ad secto-  
 rem, quos quidem sectores, vt vidimus, angulos appellat.  
 Hæc autem quæ de nutu refert, licet subtilia sint, vera es-  
 se non videntur. Si enim in figura producat ad opposi-  
 tam partem semidiameter H C in K secans minorem cir-  
 culum in L, duos alios sectores angulosue habebimus, nẽ-  
 pe K C B, L C G, ipsi A C H F C I æquales. Itaq; quan-  
 tum adiuuat motum anguli A C H maioris nutus, in de-  
 scendendo ad partes B, tantundem retardat anguli item  
 maioris K C B, contra nutus (vt ita appellem) in ascen-  
 dendo ad partes A. & sanè quatenus ad rei naturam pertinet  
 & ad ipsum æquilibrium, non differunt maiores circuli à  
 minoribus, nec sunt maiores minoribus mobiliores, imo  
 ex aliqua ratione minores videntur fore ad motum faci-

H 2

liores,

60 IN MECHAN. ARIST. PROBL.

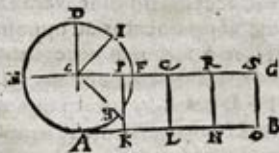
liores, tum quia data materiae æqualitate sunt leuiores, tum etiam quod maior est angulus contactus ad planum circumferentię minoris quàm maioris circuli, vt in subie-



cta figura angulus ABC maior est angulo DB C, in materiali igitur circulo rotatue maiore sui parte tanget planum DB circulus, ipso AB. quicquid tamen sit, mobilius sunt maiores circuli non quidem ex natura circuli, quæ tam in maioribus quàm in

ipsis minoribus est par, sed alijs de causis, quas suo loco examinabimus.

Cæterum vt aliquid de motu qui secundum absidem fit, ex nostro penu promamus, Dicimus, Circulos, rotasque, quæ hoc pacto mouentur, vel per horizontis planum moueri, vel per accliuę, aut decliuę. Si autem per horizontis planum, ideo facilem esse motum, quòd nunquam, cæteris paribus, centrum grauitatis ipsius corporis à centro mundi, in ipsa rotatione, fiat remotius.



Esto enim planum horizontis AB, cui circulus insitat AD, circa centrum C, diuisus per centrū ipsum à perpendiculari ACD; Ducatur autem per centrum C recta linea horizonti æquidistans, ECFG: dum diuidatur circulus vt- cunque in partes AH, HF, FI, ID, & CI, CH iungantur. Posthæc intelligatur circulum secundum absidem moueri ad partes G, erit igitur aliquando punctum H, tangens horizontis planum, tangat autem in K, tum F in L, I

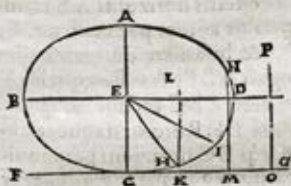


## EXERCITATIONES.

61

L, I in N. D verò in O. Ducanturque KP, LQ, NR, OS ipsi AC parallelæ horizonti autem perpendiculares. Centrum ergo circuli, quod idem & gravitatis est centrū, feretur per rectam CPQRS, sunt enim KP, LQ, NR, OS ipsi AC semidiametro æquales, nūquam igitur centrum ipsum C in circuli rotatione ab horizontis plano eleuabitur, nec à mundi centro fiet remotius.

Hoc autem longè aliter cæteris figuris contingit, quarum motus ideo inæqualis, quòd non semper in rotatione centrum gravitatis eandem seruet à mundi centro distantiam.

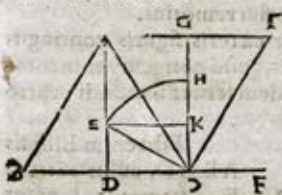


Est igitur Ellipsis ABCD, cuius cætrum E, diameter longior BED, breuior AEC, Horizontis planum FCG. locus contactus C perpendicularis à contactu per centrum ipsa CE A diuidens El-

lipsum in partes æquales, & æqueponderantes ABC, ADC. Sumantur in quadrante CD, pūta HI, tum EH, HI iungantur, erit autem EH longior ipsa EC, tum EI, ipsa EH & ED, ipsa EI. Rotetur ellipsis secundum abscidem, fiet igitur punctum H in K, & à puncto K horizonti perpendicularis erigatur KL, quæ fiat æqualis EH. Post hæc punctum I erit in M, & ab M perpendicularis, æqualis EI, rursus D fiat in O, & ipsi ED, æqualis perpendicularis OP. Motus igitur ellipsi à C in K, haud ita difficilis erit motus, quippe quod haud multum EH superet EC, at difficilior erit translatio in M, difficillima verò in O. Valde enim à situ E, ubi attollitur gravitatis centrum, ascendens nempe vbi P. Videmus igitur ex his eandem potentiam

## 62 IN MECHAN. ARIST. PROBL.

tiā in mouendo ellipsim, haud pariter se habere, vt in mouendo circulum. ibi enim centrum grauitatis fertur per æquidistantem horizonti, hic verò modò attollitur, modò deprimitur, quod sanè molestiam & difficultatem facit. Sed idem alijs figuris contingere, & maximè lateratis, ita docebimus.



Esto enim triangulum æquilaterum  $ABC$ , cuius grauitatis centrum  $E$  horizontis planum  $BD$ . Demittatur à vertice  $A$  perpendicularis horizonti  $AF$  transibit autem per centrum  $E$ , & bifariam diuidet basim

$BC$  in  $F$ . Sunt autem trianguli  $ABF$ ,  $ACF$ , æquales & æqueponderantes. angulus verò  $AFC$  rectus. Iungatur  $EC$ , erit igitur maior  $EC$ , ipsa  $EF$ . Rotetur itaque triangulum circa punctum  $C$ , fiatq;  $EC$  horizonti perpendicularis, sitque  $CH$ , & per  $E$  horizonti parallela ducatur  $EK$ , moto igitur triangulo, centrum grauitatis  $E$  translatum erit in  $H$ , sed  $KC$  æqualis est  $EF$ , minor autem ipsa  $CH$ , eleuatur ergo centrum grauitatis ab  $E$  in  $H$ , nempe supra  $K$ , totum spatium  $KH$ . ex qua eleuatione fit in motu difficultas. Idem prorsus ea dem demonstratione ostenderetur fieri in quadrato & alijs lateratis figuris. Curigitur in plano horizontis facillimè circularia, difficile autè laterata & quæ inæquales habent semidiametros, moueantur, ex dictis clarè patet.

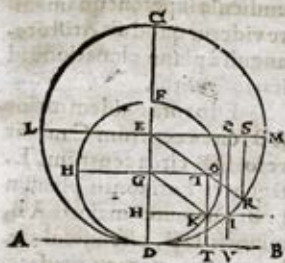
Ad hanc quæstionem illud quoque facit, cur per decliue planum grauiora corpora, & rotunda maximè, magno imperu dimissa, delabantur.

Esto enim rota sphaeraue aut Cylindrus  $CD$ , cuius centrum  $E$ , tangens decliue planum  $AB$  in  $D$ , quæritur cur









in I. Ducantur etiam diametri maioris quidem LEM, minoris NGO. Tum à puncto K perpendicularis ducatur ad GO, ipsa KP, item à puncto I ad EM perpendicularis IQ. Dico EQ ad QL, minorem habere proportionem quam GP, ad PN. Connēctatur

GK, & eiper E parallela ducatur ER, secans maiorem circulum in R, & ab R ipsi EM perpendicularis ducatur RS. quoniam igitur ER parallela est ipsi GK, erit GER angulus HGK angulo æqualis. Recti autem sunt HGP, GES reliqui ergo KGP, RES ad invicem sunt æquales. Sed & ESR, GPX recti sunt, quare ERS GK P anguli æquales sunt, & trianguli GPX ESR, per pr. diff. l. 6. similes. Ut ergo GX hoc est GN ad GP, ita ER hoc est EL ad ES. Componendo igitur ut NP ad PG, ita LS ad SE. quamobrem si fulcimentum esset in S, pondus in E, potētia in L, idem fieret ac fiat fulcimento in P, pondere in G, potentia verò in N constituta. & id quidem si eiusdem ponderis utraque rota supponatur. Rursus quoniam ut DX ad totum circulum DF, ita DR ad totum DC. Minor est autem proportio DI ad totum circulum DC, ergo minor est DI ipsa DR. Maior ergo MI ipsa MR, maior ergo QI ipsa SR, propius ergo centro E est Q ipsò puncto S, minor est igitur proportio EG ad LQ quam ES ad SL. Minor ergo potentia requiritur in L ad sustinendum pondus E ex fulcimento Q hoc est I, quam requiritur in N ad sustinendum pondus G ex fulcimento P, hoc est K. Minor ergo potentia requiritur ad

## EXERCITATIONES.

67

ad transferendam maiorem rotam CD ultra offendiculum IV, hoc est, DH, quàm requiratur ad transferendam minorem ultra offendiculum K T, hoc est HD, quod fuerat ostendendum.

Ad hæc, quæri potest, quo pacto plaustrorum rotæ in ipsa plaustri conuersione se habeant, nempe quæ sit linea illa curua, quam in conuersione describunt.

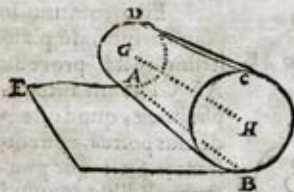


Esto rotarum in plano orbita, dū plaustrum rectâ procedit AB, CD, Sunt autem ipsæ lineæ, quod ostendemus postea, & quæstantes. Sit itaque punctum, B illud in quod rota quæ per AB fertur, eò delata planum

tangit, D verò alterius rotæ atque plani contactus. Igitur dum plaustri sit conuersio, punctum D conuersionis sit centrum. Stat enim interim rota & circa lineam conuertitur, quæ à puncto contactus D per rotæ centrum ducta horizontis plano est perpendicularis. ea autem stante, rota quæ in B circa centrum D semicirculū pertransit DEF, vbi autem rota B, peruenit in F, plaustro iam in oppositam partem conuerso, rota quæ est in D per lineam DC, quæ verò in F per rectam FG mouetur, plaustrique sit regressus. Et quoniam vel D in ipsa conuersione stat omnino nec quicquam progreditur, vt in prima figura, vel non stat vt in secunda, quo casu portionem parui circuli describit, ipsi maiori circulo & exteriori concentricam. Vnde colligimus, Plaustrorum conuersiones flexionesque semper circa centrum, & concentricorum circularum portiones fieri. Hinc etiam discimus, cur veteres, vt ex antiquis cog-

gnosimus vestigijs, circos in quibus cursus quadrigarum fiebant ea forma quæ apparet, efformauerint. Hoc etiam theorema probamus.

Cylindros, quorum bases axi sunt perpendiculares, dum in æquato plano conuoluuntur, rectâ incedere & per parallelas, quarum distantia axis seu latoris longitudine præfinitur.



Est enim Cylindrus ABCD, cuius axis GH, horizontis plano insitens secundum latus AB, cui latus oppositum & æquale CD. Moueatur Cylindrus rotans, donec latus

CD, in plano sit ubi EF. Describat autem circuli CB lineam BF. Circulo verò AD lineam AE. Dico eas rectas esse, & parallelas. Si enim superficies basium DA, CB, extendantur ita ut horizontis planum secent, illud secabunt iuxta lineas AE BF, recta ergo est utraque. Sed & parallelas esse ad inuicem ita ostendimus. quoniam semicirculus AD, æqualis est semicirculo BC, erit linea AE, æqualis lineæ BF, sed & AB, æqualis est ipsi DC, quare & ipsi EF. Opposita igitur quadrilateri figura ABFE latera æqualia sunt, quare EF æquedistat ipsi AB, tum AE ipsi BF, quod fuerat demonstrandum.

Probabimus etiam si cylindri bases axi perpendiculares non fuerint, & ideo ellipses in ipsa rotatione per planum, parallelas quidem describere, sed non rectas.

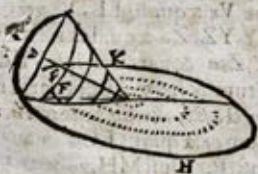
Est enim Cylindrus ABCD, cuius bases ellipses inuicæ æquedistantes, quarum axes longiores AB, CD, Communis autem sectio cylindri & plani ad axem & horizontem planum perpendicularis EHF. Diuidatur autem semicirculus





quibus ita dispositis per puncta  $\sigma, \nu, \lambda, \kappa, \eta$ , item per  $\pi, \zeta, \mu, \theta, \rho$  ducantur lineæ  $\sigma\eta, \pi\zeta$ , curvæ quidem & eodem pacto aliz curvæ illis respondentes  $\eta\rho, \zeta\sigma$ , Erunt igitur  $\sigma, \eta, \rho, \pi, \zeta, \sigma$ , parallelæ quidem eo quod lineæ quæ inter ipsas ducuntur, parallelæ sint & æquales, non tamen rectæ illæ, sed curvæ. Moto igitur Cylindro circulus EHF rectam describet  $\alpha$ , ellipsis verò AMB, curvam  $\sigma\eta\rho$ , ellipsis autem DNC, ipsam curvam  $\pi\zeta\sigma$ . In hoc autē Cylindri motu illud mirabile, velociore nempè, in ipsa rotatione esse ellipses ipso circulo EHF. Ducatur enim recta  $\sigma\rho$  quæ occurrat ipsi VS in S, &  $\sigma\eta$  iungatur, fietque triangulum  $\sigma\eta S$ . est autem, angulus  $\sigma S\eta$  rectus, maior ergo  $\sigma\eta$  ipsa  $\sigma S$ , sed recta  $\sigma S$  æqualis est ipsi  $\alpha$ , hoc est, semicirculo FHI. multo maior est autem curva,  $\sigma, \eta, \lambda, \kappa, \rho$ , ipsa recta  $\sigma\eta$ , sed eodem tempore quo semicirculus EHF conficitur in rotatione spatium  $\alpha V$ , eodem dimidia ellipsis BMA metitur curvam  $\sigma\nu\lambda\kappa\rho$ . velocior igitur est ellipsis ipso circulo.

Hæc quoque speculatio ad motum qui secundum absidem fit, manifestè pertinet. Coni, quorum bases circuli sunt, si in plano secundum latus rotentur, basi circumlunam describunt, cuius centrum immobile coni ipsius est vertex, semidiameter verò ipsum latus.



Esto conus ABC cuius vertex C basis AB, axis DC, basis verò centrum D, latus quo planum tangit BC, secatur itaque Conus per latus BC & axem DE à plano horizonti perpendiculari, cuius & coni communis sectio est ABC triangulum, & quoniam coni gravitatis centrum est in axe

## EXERCITATIONES.

71

axe ipſo, conus in partes æque ponderantes ſecatur AEBC, AFBC, ſtat ergo conus ſibi met æquilibris. Si autem à potentia quadam moueatur, puta ab A verſus F, trahitur ſemicirculus BEA, à ſemicirculo AFB, & ita fit rotatio. Itaque ſi imaginemur, infinitos uſque ad verticem parallelos baſi circulos, eorum ſemicirculi in ipſo motu & trahent & trahentur: at cum ad verticem circuli deſinant, nec ibi ſemicirculi ſint qui trahant & trahantur, motus rotationis proſus ceſſat & vertex ipſe immobilis fit rotationis centrum. Quoniam igitur lateris BC, punctum C ſtat, B verò circa ipſum mouetur, in ipſo motu circulus deſcribitur BHIK, cuius ſemidiameter BC, & eodem pacto alij circuli in cono, qui baſi HEBF ſunt æquediſtantes, circulos in plano circa idem centrum deſcribent, vt facile videre eſt in obiecto ſchemate. Huic ſimilem demonſtrationem affert Heron in libello Automatum, quem nos Tyronès adhuc vernacule è Græco translatus, Venetijs prælo ſubiicimus.

Porro ſi conus rotundus pro baſi ellipſim habeat, ſectionem videlicet per planum axi non perpendiculari, in ipſa rotatione, ſtante vertice, ellipſis baſis, ellipſim deſcribit in plano, cuius maior diameter à puncto quod cono vertex eſt, ita diuiditur, vt diametri pars maior æqualis ſit lateri maximo; minor verò æqualis lateri minimo. Sed hæc ad aliam pertinent ſpeculationem.

His itaque de motu rotundorum, qui circa abſidem ſit, conſideratis, reliquum eſſet de motu trochlearum, qui circa centrum ſit, opportunè agere, ſed cum in ſequenti quaſtione de hoc ſermonem faciat Philoſophus, ad ea quæ ibi diſputabuntur, lectorem ablegamus.

Modò de tertia motus ſpecie nobis erit ſermo; in qua quidem ſpecie nonnulla perpendemus, quæ omiſit Ariſtoteles. Agitur autem hic de rotundorum corporum motu,

motu, qui fit circa axem horizonti perpendicularem, axis altera extremitate in eodem horizontis plano manente, ut videre est in ipsis figurorum rotis.

Hanc motus speciem in extrema quaestionis parte cum duabus alijs speciebus comparans ait, eam quae in obliquo fit motionem (ita enim hanc, de qua agimus, appellat) ipsam impellere mouentem, hoc est, nullum esse ad motum propensionem habere, nutumue, & omnia illi esse à motore, secundum verò eam motionem, quae supra diametrum est, se ipsum mouere circulum. Dixerat enim, ea referens quae superius circa principium de circulo verba faciens, examinauerat, circulum ex duabus fieri latitudinibus, altera praeter, altera verò secundum naturam, & ideo hanc semper nutum habere, & ceu continuo motam ab eo moueri qui mouet. Videtur autem clarè profiteri, ideo difficiliorem esse huius tertiae speciei motum, eo quòd nutu careat proprio & tantum ab alieno, ut ita dicam, motore, moueatur.

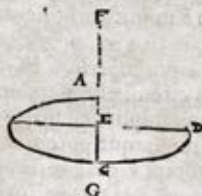
Veruntamen motum hunc facilitate alijs illis duobus nequaquam cedere, facilè ex sequentibus ostendemus.

Primo, quia pondus totum rotati corporis, ex grauitatis centro quod in ipso axe est à plano cui nititur, sustentur: minima quidem sui parte axe ipso tangente planum unde fit, nullam ferè dum rotatur corpus, circa centrum ubi nititur, frictionem partium fieri. Praeterea grauitatis centrum semper stat, nec minimum quidem in ipsa rotatione atollitur, quod sanè cum naturae sit repugnans, difficultatem facit. Ad hæc circa axem ita libratur rota, ut quantumuis exigua potentia alteri parti applicetur, altera illi eo superata moueatur. Licet enim proprie ea tantum corpora æquilibrare dicantur, quae ob ponderis hinc inde æqua-

## EXERCITATIONES.

73

æqualitatem horizonti fiunt æquidistantes, nihilominus  
& hic aliquam esse æquilibrj similitudinem patebit.



Esto enim rota ABCD, cuius axis horizonti perpendicularis FEG transiens per centrum E, tangens autem planum in puncto G. Ducatur diameter BED, Itaque si per diametrum BED, & axem FEG corpus diuidatur, eo quòd centrū grauitatis in axe inueniatur, corpus ipsum in duas partes tū

mole tum pōdere æquales scabatur, nempe BAD, BCD. Nulla igitur adhuc vi extranea stabit corpus in quodā, vt diximus, æquilibrj. At alteri partium potentia quauis licet exigua appositā, puta in C, præualebit pars BCD, & partem BAD vel impellet vel rapiet, alterā interim eius motui obsequente. Potentia igitur quæ in C, nullam rem quæ impediat inueniens, velocissimè rotam mouet, quod eo facilius velociusque fit, quo magis rota est in motu, eius verò diameter maior & potentia mouens à centro remotior, & sanè motus facilitatē inde cognoscimus, quòd ipso impullore ab impulsu cessante, diutissimè rota impressum motum seruet, nec nisi post longam rotationem omnino quiescat.

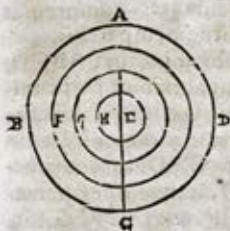
Cæterum quia sicco, vt aiunt, pede Aristoteles quæ ad hunc motum pertinēt pertransijt, nos quædam quæ ad hanc rem faciunt, diligentius expendemus.

Quærimus igitur primò; Cur ea quæ hoc pacto rotantur, in ipsa rotatione locum non mutant, nisi extrinseca aliqua id fiat ex causa.

Esto enim rota aut aliud quippiam rotundum ceu Turbines sunt, quibus pueri ludunt, quod circa axem horizonti

K

rizonti



rizonti perpendicularem moueatur, ABCD, cuius centrum E, Diameter AEC. Modò circa centrum E infiniti imaginentur circuli, alij alijs minores vsque ad centrũ ipsum, vti sunt FGH; ibi enim circuli esse desinunt, vbi nullum amplius est spatium. Applicetur itaque potentia in B, quæ rotam vigeat versus A.

eadem igitur tempore & insimul A versus D, D versus C, & C versus B mouebitur. quantum enim semicirculorum à parte CBA transit vltra diametrum AEC, tantundem semicirculorum, qui sunt ad partem ADC, transibit ad partes CBA. At vbi desierit motus, ibi desinit rotatio; vbi autem desinit spatium, desinit motus, sed vbi desinunt circuli, desinit spatium, quare in centro cum non sint circuli, nec spatium ibi desinit motus. nulla enim adest ratio, cur ipsum corpus alio à loco in quo est, ex rotatione transferatur. Statergo rotans, quod fuerat demonstrandum. Est autem hæc demonstratio ei similis, quam supra retulimus de cono in plano circa verticem rotatione, quam ab Herone in Automatis excogitatam diximus.

Addimus in hoc rotationis genere corpus in ipso motu fieri leuius, idque eo magis, quo rotatio velocior. Causa est, quod lateralis motus eum motum aliquantulum impedit, qui ex naturali grauitate fit ad centrum, idcirco experientia docemur, leuissimos esse turbines, quibus pueri ludunt, si manus teneantur palmâ, dum citissima rotatione mouentur.

Ad hæc alia proponitur, & soluitur quæstio, Cur rotunda corpora huic motionis generi sint aptiora.

Exploratissimum est, corporum, quæ ita mouentur, par-

## EXERCITATIONES.

75

partes eo esse velociores, quo magis à centro, circa quod mouentur, fuerint remotiores. maius enim eodem tempore spatium pertranseunt. quo igitur figura ijs partibus, quæ longius à centro absunt, abundauerit magis, eo facilius, & velocius in circulum rotata mouebitur. Modò ostendemus, circularem cæteras omnes ea qua diximus partium à centro remotissimarum copiâ abundare.



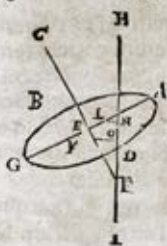
Esto triangulum puta æquilaterum ABC circa centrum D. Ducantur Catheti per centrum ab oppositis angulis ad opposita latera ADG, BDF, CDE, erunt autem lateribus perpendicularæ. quoniâ igitur latera AD, DB, DC, rectis angulis subtenduntur, maiora erunt lateribus DE, DF, DG. tres igitur

lineæ in hoc triangulo sunt longissimæ DA, DB, DC. tres verò breuissimæ DE, DG, DF, quamobrem rotato super centrum D triangulo, tres tantum partes eius ABC velocissimæ erunt, tres verò tardissimæ E, G, F. Minus igitur apta est motui huic triangularis figura, quam quadrata, in qua partes à centro remotissimæ, & ideo velocissimæ sunt quatuor. Itaq; quo magis laterata figura angulis abundabit, eo magis erit ad hunc, & cæteros omnes circulares motus aptior. At circulus infinitas, vt ita dicam, partes à centro remotissimas habet, itaque nulla figura est circulari, in ipsâ rotatione, commodior atque velocior. Alia quoque de causa id fit, quod dum circularis figura mouetur, nullis eminentibus angulis ærem verberet circumstātem, ex qua verberatione motus impeditus fit tardior. Quæri etiam potest, Num axe inclinato, rotæ motus aliquid impediatur? Nos negatiuam partem amplectimur.

K 2

Esto

## IN MECHAN. ARIST. PROBL.



Est enim rota  $ABGD$ , cuius centrum  $E$  axis inclinatus, circa quem conuertitur  $EGF$ . Duobus autem punctis fulcitur  $GF$ . Sit autem tum grauius tum figuræ centrum  $E$ , Perpendicularis vero per inferius fulcimentum transiens  $HFI$ . Conuersa igitur rota, grauitatis centrum stabit nec à suo situ sursum deorsum: mouebitur. Est autem axis  $FE G$ , ceu uectis in

quo pondus in  $E$ , potentia sustentens  $GF$ ; non enim hic ut in axe perpendiculari pondus totum ab inferiori fulcimento sustentetur. quo igitur minor erit proportio  $FE$  ad  $FG$ , eo minori indigebit potentia is qui pondus sustinet in  $G$ . Et hæc sanè ita se habent, grauitatis centro in axe ipso constituto, si enim extra fuerit motus impeditur & motore cessante citò quiescit. Est enim grauitatis centrum in  $K$ . Dum igitur circa axem sit motus, centrum circulum aliquando erit in  $L$ ; Secet autem rotæ diameter  $AC$  perpendicularem  $HI$  in  $M$ . Porro à punctis  $LK$  ad ipsam perpendicularem ducantur ad rectos angulos lineæ  $LN, KO$ . Maior est autem  $MK$  ipsa  $ML$ , maior ergo  $MO$ , ipsa  $MN$ . magis igitur à mundi centro distat punctum  $N$  puncto  $O$ . Centrum ergo grauitatis  $K$  si liberè dimittatur, requiescet in  $K$  & contra naturam transferetur in  $L$ . Cessante igitur violentia & præualente natura citò rota suâ sponte quiescet, quod fuerat ostendendum.

## QUESTIO IX.

*Quæritur, Cur ea qua per maiores circulos tolluntur, & trahuntur facilius, & celerius moueri contingat ueluti maioribus trochleis, & scytalis similiter?*

**R**espondet ad hæc Philosophus, forte id euenire, quoniam



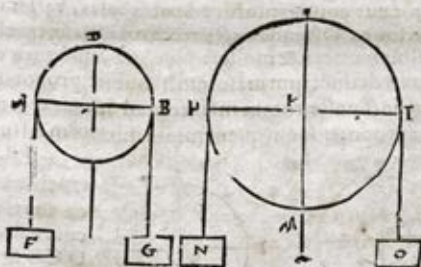
## EXERCITATIONES.

77

niam quanto maior fuerit illa quæ à centro est, in æquali tempore maius mouetur spatium. quamobrem æquali existente onere idem faciet. Ita enim dixerat de librarũ natura, & differentijs agens, maiores minoribus exactiores esse. Circules vero libras, in quibus centrum spatium, semidiametri hinc inde æqualia brachia.

Quod vltimo loco affirmavit, trochleas esse instar librarum, verum est. Quod autem dixit, facilius & celerius mouere maiores libras ijs quæ minores sunt, si simpliciter intelligatur, falsum, quippe quod facilitas motus, in tractorijs machinis velocitati sit contraria, quod demonstravit Guid. Vbald. in tractatu de Trochlea in 2. Corollario propositione vltima.

Ad id autem quod dixit, quo maiores fuerint trochleæ, eo facilius mouere, non est, vt dicebamus, simpliciter verum, quod facile ostendemus.



Esto enim trochlea AB circa centrum G, appensa in puncto D, perpendicularis quæ ad mundi centrum DCE, pondera æqualia vtrunque appensa FG. Esto item alia Trochlea, eaq; maior HI, circa centrum K appensa in L, perpendicularis, quæ ad mundi centrum LKM, æqualia

K 3

pon-

pondera vtrinq; appensa N, O. Dico maiorem HI ipsa minori DE facilius pondera non mouere, eo quòd sit maior, illa verò difficilius, propterea quòd sit minor. Etenim, quoniam vtraque trochlea per centrum grauitatis à perpendiculari diuiditur, erunt partes DAE, DBE, & que ponderantes. Eadem ratione ipsæ quoque LHM, LIM, & que ponderabunt. Itaque si quantumuis pusilla pondera addas, vtriq; earum ad alteram partem tolletur & æquilibriū, nec minus requiritur pondus vt recedat ab æquilibriū Trochlea minor, quàm maior. Vnico autem verbo concludi potest disputatio, tã in minori quàm in maiori, brachia siquidem bifariam diuiduntur, ergo in vtriq; eadem brachiorum proportio, & eadem ponderum ratio.

Exploratissima sunt hæc. Veruntamen cum res ipsa doceat, verum esse quod scribit Aristoteles, huius effectus causa aliunde à nobis, nempe à mechanicis principijs, est mutuanda. Dico igitur, Axiom, circa quos trochleæ rotæue conuertuntur ad rotas ipsas, varias habere proportiones. Ostendemus autem rotã illam, trochleamue facilius moueri, & mouere pondera, quo rotæ diametæ ad axis diametrum maiorem habuerit proportionem, & ideo fieri posse rotam maiorem ad suum axem minorem habere proportionem quam rotam minorem ad suum.



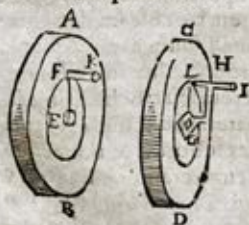
Esto enim trochlea ABCirca centrum C, cuius diameter DCE sit in ipsa quæ ad mundi centrum perpendiculari: sit autem

tem appensa in D. Alia similiter ei æqualis sit trochlea F G circa centrum H, cuius diameter IHK, conueniens cum

cum perpendiculari quæ ad mundi centrum. appendatur autem in I. Habeant autem & axes, circa quos conuertantur. Hi si æquales fuerint, proportionè non mutatà idem operabuntur. Modò ponantur inæquales, sitque axis rotæ AB, crassior axe rotæ FG, sitque crassioris quidem semidiameter CL, subtilioris autem HM. Dico per trochleam FG facilius attolli pondera æqualia quàm per AB, licet altera trochlearum alteri sit æqualis. Quoniam enim mechanica corpora sine materia & pondere non sunt, onera appèsa & trochlearum ipsarum grauitas ex superiori parte prement axes, ubi puncta L, M, quæ res, secutà inuicem corporum solidorum fricatione, motum ipsum trochlearum difficiliorem & asperiores facit. Succedit igitur impedimentum loco ponderis. Duos igitur habemus vectes DC, IH, quorum fulcimenta contra ipsa C, H. Pondera verò inter fulcimenta & potentias in L, M. Intelligentur autem potentia applicatæ punctis DI. Igitur ex natura cuiusmodi vectis, in quo pondus inter fulcimentum est & potentiam erit ut CL, ad CD, ita potentia in D ad pòdus, hoc est, resistentiam fricationis, quæ sit in L. Sed maior est proportio CL ad CD quàm HM ad HI. Maior igitur ad superandum idem seu æquale impedimentum potentia requiritur in D, quàm in I. Itaque cum vis tota in rotarum & axium, diametrorum proportione consistat, fieri potest, quod dicebamus, minorem trochleam dari, quæ maiorem habeat proportionem ad suum axem, quàm maior ad suum, quo casu minor rota facilius impedimentum, quod diximus, ipsa maiori rota seu trochlea superabit. Veruntamen quoniam ex materia fiunt tum axes tum rotæ, nec rei natura patitur axes subtiles, & imbecilles magna pòdera sustinere posse, idcirco crassiores fiunt, quæ crassitudo cum proportione magis à magnarum rotarum diametris superetur, sit hinc maiores rotas datà axium paritate

ritate facilius impedimentum superare quàm minores, & hoc videtur sensisse Philosophus in ipsa quæstionis huius propositione, Hinc aurigæ vulgo axungia (quæ inde nomen trahit) axium asperitates mitigant, vt minor in rotando, ex fricatione fiat resistentia. Concludimus igitur, facillimè trochleam illam pondus trahere, quæ cum maxima sit, axem habet minimum, eumque axungia aliaue vinctuosa materia perfusum. De manubrij, quæ rotarum axibus aptantur, nemo ferè verba fecit; nos igitur de his aliquid; siquidem res ad speculationem, qua de agimus, nēpē Mechanicam pertinet.

Manubria vectes sunt, & ad vectium naturam reducuntur, eorum scilicet, in quibus fulcrum est inter pondus & potentiam. In his autem attenditur proportio, quam habet manubrij longitudo ad ipsum axis semidiametrum, eo enim facilius mouent, quo eorum longitudo ad axium semidiametros proportionem habuerit maiorem. Duabus autem partibus constant, altera, quæ ab axe ad angulum; quæ verè vectis est; altera, cui manus ipsa admouetur, ex qua res tota manubrium dicitur. Fiunt autem manubria hæc vt plurimum amouibilia, sunt tamē ceu rotarum ipsarum partes, & rotis ipsis commodè affigerentur, nisi in rotatione à transversarijs, quibus rotæ sustinentur, impedimentum fieret.

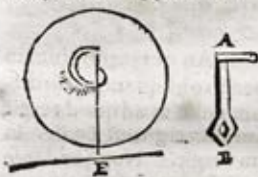


Est enim rota AB, cuius axis E, terebretur autem in F, ibique paxillus affigatur FK. Sit & alia rota CD, cuius axis G, manubrium axi appositum GHI. Sint autem rotæ æquales & axes æquales. Sint etiam æqualia ipsa spatia EF, GH, hoc est, manubrij

## EXERCITATIONES.

81

nubrij *GHI* longitudo. Dico, eâdem facilitate moueri *AB* rotam à potentia in *FK*, quàm mouetur *CB*, à potentia posita in *HI*, datis ipsi nempe potentijs æqualibus. Produca- tur enim *IH*, vsque ad rotæ *CD* latus in *L*, & *LG* ducatur, & *FE* in rota *AB* iungatur. Erunt igitur *FE* *LG* inter se æ- quales. Sunt autem eorum circularum semidiametri, qui à punctis *FL*, in ipsa rotatione describuntur. Ita igitur se habebit potentia applicata in *L* ad diametrum semidia- metrumue axis rotæ *CD*, vt se habet potentia applicata in *F*, ad diametrum semidiametrumue axis *E* rotæ *AB*, sed spatia sunt æqualia & potentiz æquales, quare nihil refert, vtrum manubrium lateri affigatur, vel axi à latere ro- tæ separatim applicetur.



Duplex autem est ma- nubriorum forma; altera enim rectis partibus constat, altera verò curua est tota, sed rectis vtimur vt mani- bus appendamus, curuis verò vt locum illis appona- mus, & pedis pressione ceu in molis lapideis, quibus

gladij acuuntur fieri assolet, conuertantur. Cur autem manubria hæc curua fiant, ea videtur ratio, ne videlicet manubrij capite supra centrum in linea quæ per centrum transit, cõstituto, factâ interim pressione motus à centro, ad quod directè fieret pressio, impediretur. Curuitas autè facilitatem quandam habet, ex qua factâ modicâ flexione axis caput, dum premitur ab ipsa perpendiculari linea leni- ter abducitur, quæ cum cessent in manubrijs quæ manu aguntur, ideo alia forma, nempe ex rectis partibus passim sunt. Est igitur illud quod ex rectis partibus *AB*, curuum verò *CD*, linea verò, secundum quam pede fit pressio *L* *CDE*.

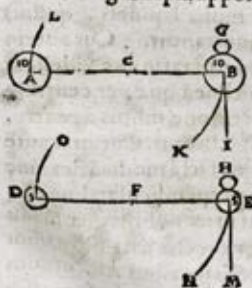
CDE. Hæc itaque de manubrijs seu vectibus nos considerasse sit facis.

Quæri interim posset, Cur duabus datis rotis æqualis magnitudinis inæqualis ponderis, circa æquales axes constitutis leuior facilius moueatur & citius quiescat; grauior verò difficius moueatur & tardiùs cesset à motu, ea videtur ratio, quod grauior resistens magis, cum superatur impressam vim suscipit, & diutiùs retinet, quod cessat in leuiore.

QVÆSTIO X.

*Dubitat Aristoteles, Cur faciliùs, quando sine pondere est, mouetur libra, quàm cum pondus habet. Simili modo rota, & eiusmodi quidpiam, quod grauius quidem est, item quod maius & grauius minori, & leuiori?*

**B** Reuiter autem soluit, ait enim, An quia non solum in contrarium quod graue est, sed in obliquam etiam difficius mouetur? In contrarium enim ei ad quod vergit onus mouere difficile est, quo autem vergit, est facile. In obliquum autem haudquaquam vergit. Nos quod ipse non fecit figurâ ipsa appositâ rem clariorem faciemus.



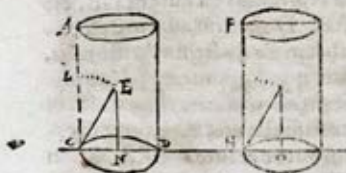
Esto libra AB, cuius fulcimentum C, pondera vtriusque appensa AB, quorum vtrumque ponderet 10. Item libra DE, cuius fulcimentum F pondere vero appensa D, E, ipsis A, B, dimidio leuiora, nẽpe S. Addatur pondere B pondus G, & pondere E pondus H, quorum similiter vtrumque ponderet S, nutabunt igitur libræ ponderibus apposis, & BG

## EXERCITATIONES.

83

BG secetur in K, EH verò in N, grauius est autem GB, est enim IS, ipso EH, quod est 10. Difficilius autem descendet BG, quàm EH. hoc autem ex doctrina Aristotelis, quia non solum in contrarium quod graue est, sed in obliquum etiam difficulter mouetur, in contrarium enim ei ad quod vergit onus mouere difficile est, quò autem vergit faciliè in obliquum autem puta per lineas BK, EN non vergit onus. Difficilius ergo in obliquum mouebitur pondus BG ipso pondere EH. vtrumque autem in descensu retrahitur nempe à perpendicularibus BI, EM & retractionis quidem anguli sunt æquales & æquales ipsæ retractiones. Sed grauius est pondus GB. quod autem grauius est, violentius descendit eo quod est leuius, maiori igitur nisu atque impetu cum cætera paria sint, descendet pondus BG, ipso EH, quod è diametro Aristotelis assertioni est contrarium. ex alijs igitur principijs veritas ipsa est eruenda. Dicimus autem id ex proportionum fieri inæqualitates; quia enim is ad 10. proportionem habet sesquialteram, 10. verò ad 5. duplam, maiorem proportionem habet EH ad oppositum pondus D, quàm BG ad pondus A, facilius ergo trahet libra DE leuior pondus D, quàm ipsa AB, grauior pondus A, quod vtiq; fuerat ostendendum. Alia quoque causa & hæc accidentaliter ad hunc effectum pariendum concurrat, axium nempe ad fulcimenta, in quibus rotantur, fricatio. quo enim maius est pondus cæteris paribus, quod nos in præcedente quæstione demonstrauimus, eò maior fit ipsa collisio.

Porro huius quoque speculationis est, Cur æqualia & similia corpora in æqualibus similibusque basibus constituta eodem similiq; plano sulta, ponderibus tamen inæqualia, non eadem facilitate euertantur, sed horum grauiora difficiliora.



Sic enim Prisma seu  
Cylindrus ABCD, cuius  
grauitatis centrum E in  
plano CI, basi fultus CD.  
Sit & alter Cylindrus  
FGHI, cuius grauitatis  
centrum K fultus basi HI  
æqualis quidem & similis  
ipſi AD. Sit autem grauior FGHI, ipſo ABCD. Dico, pari  
potentiâ vtrumque impellente, facilius euerſum iri Cy-  
lindrum AD, ipſo FI. Ducantur EC, KH, & æquales po-  
tentiæ applicentur punctis BG, pellentes Cylindros ad  
partes AF. Eueſio autem non fiet donec facta corporis  
conuerſione circa puncta CH, grauitatis centra E, K trãs-  
feruntur in L, M, in ipſis ſcilicet perpendicularibus ACFH.  
Demittantur EN, KO, perpendicularares ipſis CD, HF. Et  
quoniam CNE, HOK anguli recti ſunt, erunt EC KH i-  
pſis EN, KO, maiores, quare & LC, MH ipſis EN KO, ma-  
iores attoiluntur ergo in ipſa euerſione, grauitatum centra  
E in L, K in M. At quod grauius eſt, difficilius contra  
ſui naturam mouetur, ideo difficilius euertetur corpus  
FI, ipſo AD, quod fuerat demonſtrandum.

## QVÆSTIO XI.

*Dubitat Philoſophus, Cur ſuper ſcytalis facilius portentur onera  
quàm ſuper curruſ, cum tamen ij magnas habeant rotas,  
illa verò puſillas?*

**O**primè reſpondet dubitationi. An, inquit, quoniam  
in ſcytalis nulla eſt offenſatio; in curribus verò axis  
eſt, ad quem offenſant. De ſuper enim illum premunt, &  
à lateribus, quod autem eſt in ſcytalis ad iſt hæc duo mo-  
uetur & inferiori ſubſtrato ſpatio, & onere ſuperimpoſi-  
to,



to, in vtrisque enim ijs reuoluitur locus circulus, & motus impellitur. Tam appositè paucis verbis veritatem explicauit, vt ferè quicquid in super addatur, supernuacaneum videri possit. quicquid tamen sit, ad maiorem claritatem aliquantulum in hac ipsa quæstione immorabimur.

Rotatas scytalas proponit hic Aristoteles. Coniunctas autem esse rotas ipsis scytalis est intelligendum, nempe, vt simul rotæ cum scytalis conuertantur. Secus enim axium & Rotarum fieret offensatio, cuius offensationis vim & effectum cum nouerit Aristoteles, vel hoc ipso loco teste, mirum est, nihil de ea egisse quæstione 9, vbi nos hac de re fusissimè tractauimus.

Cæterùm quod de rotatis scytalis scribit Philosophus, notandum, à Pappo quidem lib. 8. & à nostris Mechanicis passim absque rotis Cylindrica simplici videlicet, & tereti formâ ad vsum adhiberi. Esto igitur Ari-

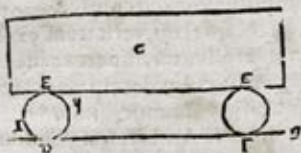


stotelis quidem scytala AB, Pappi verò seu vulgaris, & communis CD. His non modò lapidæ passim, sed & nauæ nauiumque fabri subducendis & mari inducen-

dis nauibus vtuntur, quod varare dicunt vernaculè, Hispanico, vt arbitror, vocabulo. ea enim natio teres lignum baculumue appellat Varam.

Quæri autem posset, vtra harum formarum sic utilior atque commodior? Nos rotatas laudamus magis in plano duroque solo, minus enim tangunt & minus offendant; in molliori autem & minus duro proponimus non rotatas, siquidem rotæ sui naturâ pondere pressæ solum facillimè scindunt & absorbentur.

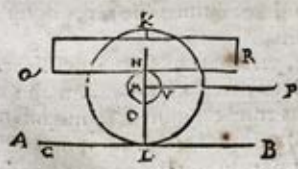
Quatenus autem ad vsum pertinet Esto horizontis  
L 3 pla-



planum AB, scytalæ duæ  
CD, EF, Ponderis verò  
eis impositum G, tan-  
gens ipsas in pñctis CE,  
scytalæ autem planum  
in punctis D, F, Pellatur  
à potentia quapiam pò-  
dus Gad anteriora, nè-

pe ad partes E. rotabuntur igitur scytalæ & pars quædam  
scytalæ D, in qua sit contactus ascendet in I, C verò de-  
scendet in H, nulla re motum impediente, quippe quòd  
nulla ponderis scytalarum, & plani ad inuicem fiat offen-  
fatio. Præterea cum scytalarum centra ab horizontis pla-  
no æqualiter distent, pondus quidem horizonti æquidi-  
stanter mouetur, & ideo eius centrum grauitatis nequa-  
quam, in motu qui sit, eleuatur.

Cæterùm materiæ imperfectione remota nihil re-  
fert ad facilitatem, vtrum maioris minorisue diametri  
sint scytalæ, vt ea posita eo quod maiores circuli facilius  
offendicula superent, quod demonstratum est in quæstio-  
ne 8. eo vtiliores sunt scytalæ, quo crassiores. Quatenus  
autem ad plaustrî naturam spectat, cuius ad scytalas Phi-  
losophus fecit comparationem, vt ostendamus difficilius  
ex eo moueri pondera.



Esto plaustrî rota  
KL, cuius centrum M, a-  
xis verò NO circa quem  
rota ipsa conuertitur KL.  
Funis quo rota ex axis  
centro M trahitur MP,  
ponderis verò QR. Quo-  
niam igitur pondus axem  
tem-

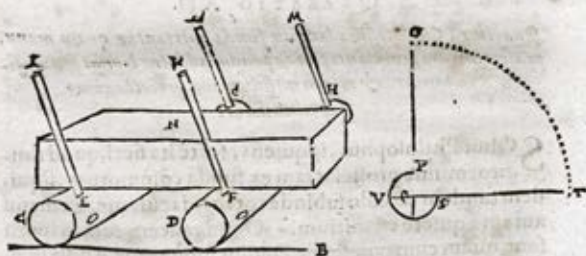
pernit in N, axis autem rotæ modiolum in O, & eodem

## EXERCITATIONES.

87

tempore potentia quæ trahit in P, axem admouet modico in parte V. duplex itaque fit ex fricatione seu offensione impedimentum, infra nempe, vbi O, & ad latus vbi V. quæ quidem offensiones currus motum reddunt difficiliorem, quæ quidem difficultas eo maior erit, quo maior fuerit pondus axem premens, & minor proportio semidiametri rotæ KM, ad axis semidiametrum MO. Cur igitur scytalis facilius pondera transferantur quam plaustris, aperte ex dictis ad Aristotelis mentem demonstrauimus.

Cæterum quod ipse reticuit, nos dicemus, nempe validissimè enormia pondera per scytalas moueri, si scytalis ipsis vectes adiungantur. Et sanè morus erit tardissimus, veruntamen tarditas ipsa facilitate, quæ inde fit, vberimè compenfatur.



Est igitur horizontis planum AB, scytalæ CD, foramina in scytalis EFGH, vectes foraminibus inserti IE, KF, LG, MH. Pondus vero scytalis impositum N. Applicatis igitur quatuor potentijs extremitatibus vectium I, K, L, M, ijsque in anteriora propullis, fiet scytalarum rotatio,

tio, & ponderis N translatio ad anteriores partes B. Esto item seorsum scytala PR, cuius centrum Q, vectis eidem per centrum insertus O, P, Q, R. facto igitur vectis motu OPQR fiet ex O; centro autē Q circuli quadrans OT. existente igitur O in T erit P in S. facta quartæ partis ipsius scytalæ rotatione. Et quoniam ex eodem centro sunt quadrantes PSOT. erit vt OQ ad QP. ita quadrans OT, ad quadrantem PS. Maxima autem est proportio OQ, ad QP. Maxima igitur proportio OT ad PS. Ex magno igitur motu O ad T, paruus fit scytalæ motus à P in S. tardius igitur progreditur scytala, quæ longioribus vectibus rotatur, vis tamen maxima, quippe quod vt se habet QP, hoc est QR ad QO, ita potentia in O ad pondus quod premit in P vel in V. Facillimè itaque pondera vectibus & scytalis per horizontis planum transferri, existis patet.

#### QVAESTIO XII.

*Quæritur, Cur Missilia longius funda mittantur quam manu, præsertim cum proyicienti funda pondus addatur lapidis seu missilis ponderi: & minus missili, manu proiecto, comprehendatur?*

Soluit Philosophus, inquiens, fortè ita fieri, quòd funditor missile proijciat iam ex funda commotum, si quidem fundam circulo subinde rotans, iaculatur, ex manu autem à quiete est initium. Omnia autem cum in motu sunt, quàm cum quiescunt, facilius mouentur. Addit præterea, An & ob eam causam est, sed nec minus etiam, quia in fundæ vsu manus quidem fit centrum, funda verò quòd à centro exit? quanto igitur productius fuerit quòd à centro est, tanto citius mouetur; iactus autem, qui manu fit, fundæ respectu breuior est.

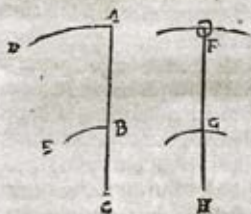
Hæc Philosophus. Et sanè perquam appositè, itaq; illi

## EXERCITATIONES.

89

illi profus assentiret, nisi pro comperto haberem, in laetū qui fundā fit, non esse manū ipsam motus centrum, sed potius partem illam brachij, quæ humero iungitur, & ideo motum eo fieri velociorem, quo longior est linea quæ ab humero ad summitatem fundæ est, ea quæ ab humero ad manū ipsam. Illud quoque mirabile est, quod non obseruat Aristoteles, nempe à funditoribus in ipso eiaculandi actu, tardam fieri circa caput fundæ rotationem. Quamobrem considerandum est, quo pacto fiat à tarditate velocitas. Respondemus, velocitatem acquiri non ex simplici, quæ circa funditoris caput sit, rotatione, sed eo impetu qui fit in ipsa lapidis emissione, qui quidem impetus si ante vel post illud tempus fiat, quod à funditore captatur, cassa profus & inualida fit ipsa iaculatio.

Estō funda AB, manus B, brachium BC. Ut igitur se habet CH, ad CB, ita velocitas AD ad velocitatem BE. Vidimus nos pueros, arundini ad caput scissæ, paruos lapides inferentes, arundinemque manu rotantes longissimè lapides ipsos projicere; Arundo FG, lapis F, manus G, brachium GH.



## QVÆSTIO XIII.

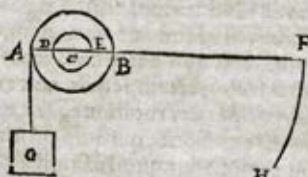
*Quæritur, Cur circa idem iugum, maiores collopes (vætes sunt, quos alij scy: alas appellant, ut Pappus & Heron) facilius quàm minores mouentur: & item fucula, quæ graciliore: sunt eadem vi quam crassiores?*

**I**Deo hoc fieri posse docet Philosophus, quòd tam iugū quam fucula cætrum sit, prominentes autem collopum longi-

M

longi-

longitudines ex lineæ quæ sunt à centro. Celerius autem moueri & plus ab eadem vi quæ maiorum sunt circuloꝝ quàm quæ minorum. quippe quod ab eadem vi plus trãfferatur illud extremum quod longius à centro distat. In gracilioribus verò fuculis datâ collops paritate plus est id quod à ligno distat.



Esto iugum fuculae maior, AB circa centrum C, minor verò circa idem centrū DE, Collops autē AF, pondus quod per iugum attollitur G. At igitur Aristoteles, fuculas, iugae AB, DE ceu centra esse, à quibus extat collops AB, ex maiori quidem, totā sui parte BF, ex minori autem EF. quo igitur, ait, longior fuerit collops extans, eo maior, & ideo velocior ad partē F per maiorem circulum FH, fiet collops motus & ponderis eleuatio, at maior est collops EF ipso BF, facilis ergo mouebitur pondus per fuculam DE, ex collope EF, ab eadem vi, quam per fuculam AB, & collopem BF.

Hæc sensisse videtur Aristoteles, qui crassa, vt aiunt, Minerva rem pulchram & subtilem est prosequutus. Dicimus igitur primò, instrumentum illud quod Latini fuculam, id est, Ierosulam, à stridore arbitror qui in conuersione fit, appellauere, Græci verò ἄσιν, id est, Asinum, quippe quod ceu Asinus pondera sustineat portetque. Hanc eandem Machinam veteres Mechanici vocauerunt Axem in Peritrochio, cuius nos imaginem, è Pappo in 8. Collect. Mathematicarum desumptam in ipso huius nostri operis initio, inter quinque Potentias proposuimus. Huius vim inter antiquos diligentissime examinauere Heron, & ipse.

## EXERCITATIONES.

91

ipfemet Pappus, inter iuniores verò Guilibaldus eo Tractatu quem hac de Potentia Mechanicis fuis inferuit. Summa est, hanc Machinam ad vectem reduci. Nec verum est quod scribit Aristoteles, iugum fuculamue centra esse, hæc enim centrum habent, quod in figura superius posita notatur signo C. igitur vt se habet FC, ad CA, ita pondus G ad potentiam in F, est autem maior proportio FC ad CD, quàm FC, ad CA. facilius ergo mouebit potentia quæ in F, pondus in D, quàm eadem potentia F, pondus in A, hoc est, G. Huius naturæ sunt quoque Ergatæ, quas machinas nostri, Græco luxato vocabulo Arganos appellant. Sicutæ enim reuera sunt, positione tantum ab eis differentes, non enim plano horizontis ergatæ æquidistant, ceu fuculæ & Axis in Peritrochio, sed eidem sunt perpendiculares. Caterum facilitatem à velocitate non oriri superius demonstrauius.

## QVAESTIO XIV.

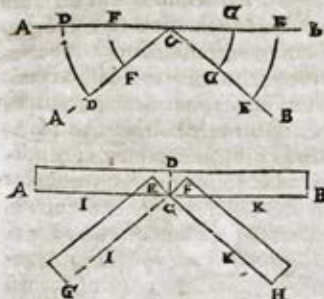
*Propositur dubitatio, Cur eiusdem magnitudinis lignum facilius genu frangatur si quisquam aque diductis manibus extrema comprehendens fregerit, quàm si iuxta genu. Et si terra applicans pede superposito manū hinc inde diducta confregerit quam propè.*

**S**oluitur à Philosopho paucis verbis, An quia ibi genu centrum est, hic verò ipse pes? quanto autem remotius à centro fuerit, facilius mouetur quodcunque: Moueri autem quod frangitur necesse est.

Esto lignum quod frangi debet AB, genu vel pedis locus C, manuum latè diductarum situs DE, minus diductarum FG; itaque quoniam DE magis à centro C distant quàm FG, velocius mouebuntur puncta DE ipsi FG, ergo inde facilius fiet tractio quam ex FG. Hæc ille ex suis

M 2

prin.



principijs. Nos diligentius, si fieri poterit, effectus huius causam perscrutemur. Esto igitur in secunda figura lignum oblongum AB, cuius medium C, linea ducatur CD perpendicularis ipsi AB. Admoueaturn genu pūcto C, manus verò diuarentur in AB, facta igitur utrinque impressione, lignum non frā-

getur, nisi partium in CD coniunctarum separatio fiat, sitque altera in E, altera verò in F, fractum ergo erit lignū, & centro C immobili permanente, partes facti angulo GCH erunt in GC, HC: Modò lignum suæ integritati restituetur, & denuò admoto genu pūcto C, manus diducantur in I, K, quæ loca viciniora sunt ipsi C, quam AB. Dico hinc difficilius fractionem fieri quam ex AB. Consideramus enim in integro ligno AB, duos vectes ACD, BCD, quorum anguli concurrunt in commune fulcimentum C. Sunt autem vectes angulati, & eius naturæ, quam examinauimus in quæstione 5. Est igitur resistentia, qua ligni partes vniuntur in D, loco ponderis: superanda hæc est, vt ligni fiat fractio. Dico id facilius cessurum, si fiat ex pūctis A, B, remotioribus quam ex IK, ipsi pūcto C propioribus: etenim vt AC, ad CD, ita resistentia quæ sit in D ad potentiam in A, item vt se habet IC ad CD, ita resistentia in D ad potentiam in I, sed minor est proportio IC ad CD, quam AC ad CD, ergo facilius potentia quæ est in A, resistentiam superabit, quæ est in D, quam ea quæ est in I, quod



## EXERCITATIONES.

93

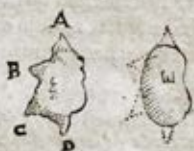
quod fuerat demonstrandum. Idem autem intelligendū est de parte CB:eadem enim est ratio. Cur igitur longiora & graciliora ligna faciliè frangantur, ex istis clare patet: nempe quia maxima est proportio longitudinis ad crassitudinem, cuius quidem crassitudinis spatium loco partis illius in vecte succedit, quæ pertingit à fulcimento ad pōdus, hoc est, ad ipsam resistantiam. Sed nos hac eadem de re nonnulla in declaranda quæstione 16. perpendemus.

## QVÆSTIO XV.

*Propōnitur inuestigandum, Cur litterales crocæ (glareas dicunt Latini, vel calculos, quos umbilicos appellat Cicero lib. 2. de Orat.) rotundæ sint figuræ, cum aliquando ex magnis sint lapidibus testisæ?*

**A**It Philosophus, ideo fortasse fieri, quòd ea quæ à medio magis recedunt, in motionibus, celerius ferantur: medium esse centrum, interuallum vero quæ à centro, semper autem maiorem ab æquali motione maiorem describere circulum; quod autem maius in æquali tempore spatium transit, celerius ferri; quæ autem celerius ex æquali feruntur spatio vehementius impetere, quæ autem impetunt, impeti magis, & ideo quæ magis à centro distant, necesse esse contingi, quod cum glareæ seu crocæ patiantur, necessariò rotundas fieri. Hactenus ille, & sanè probabiliter. Verum enimverò aliter se res habere videtur: si quidem enim à rotatione ex maiori à centro distantia id fieret, maiores quidem glareæ crocæne essent rotundiores, at nos non maximas modò, sed & minimas, easque magis angulis carere, & ad rotunditatem accedere videmus. Præterea non moueri eas circa centrum palam est, imò vt varia sunt figura, ita varijs quoque motionibus, ex agitatione moueri. Id sanè exploratissimum est.

angulos omnes, & eminentias quaslibet in corporibus esse infirmiores, offensionibus enim expositæ sunt, nec resistendi habent facultatem. Itaque in attritione quæ fit in eorum agitatione perpetua, eminentiæ contunduntur, & superficies ipsa paullatim leuigatur.



Esto angulatus lapis ABCD. Dùm igitur perpeti motione atque assidua verſatione agitur, ſeturque, eminentiæ anguli que, utpote debiles & imbecilli, conturuntur, & inde figura fit quædam irregularis, ad primam quidem lapidis formã accedens, leuis tamen

& quouis angulo carens, qualis est E remotis ABCD, angularibus eminentijs.

Hanc eandem ob cauſam, ſculptores antequam marioribus vltimum læuorem inducant, dentato malleo primum quidem vtuntur, tum demum eminentiores particulas radula facilè amouentes ſuperficiem ipſam læuem & adæquatam reddunt.

Hinc etiã noſtrates Architekti, in arcium propugnaculis efformandis acutos angulos deuitãt, utpote debiliores, & magis offentionibus obnoxios. quod nec Vitruuium latuit, qui ideo lib. i. cap. 5. ita ſcribit: *Turres itaq; rotunda aut polygonæ ſunt faciendæ, quadratas enim machinæ celerius diſſipant; & angulos, Arietes tundendo frangunt, in rotundationibus autem, uti cuneos ad centrum adigendo ledere non poſſunt.* Hæc ille. Cur autem noſtri rotundas figuras alias vtilis reiſciant, ab ijs petendum qui in ea facultate verſantur. Porrò quod ad hanc eandem ſpeculationem facit, videmus, antiquas ſtatuas, ut ſæpius auribus, naſo, digicis, manibusque atque pedibus carere, quippe quod imbecillæ ſint partes, & facilè quouis occuſu mutilentur. Quæ omnia

## EXERCITATIONES.

95

omnia cum vera sint, nemo, ut arbitror, dixerit, absolute, quod voluit Aristoteles, id ex rotatione velociori & partium à centro remotione, fieri.

## QVAESTIO XVI.

*Dubatur, quare, quò longiora sunt ligna, tãto imbecilliora fiant, & si tolluntur, inflectuntur magis: tamen si quod breue est, ceu bicubitum fuerit, tenne, quod verò cubitorum centum crassum?*

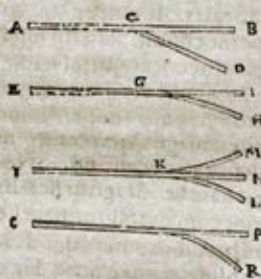
**E**X suis principijs soluit Aristoteles. Inquit enim: An quia & vectis & onus & hypomochlium, id est, fulcimentum in leuando, fit ipsa ligni proceritas? Prior namque illius pars ceu hypomochlium fit, quod verò in extremo est, pondus: quamobrem quanto extensius fuerit id quod à fulcimento est, inflecti necesse est magis; quo enim plus à fulcimento distat, eo magis incuruari necesse est. Necesse igitur extrema vectis eleuantur. Si igitur flexilis fuerit vectis, ipsum inflecti magis cum extollitur necesse est, quod longis accidit lignis, in breuibus autem quod vltimum est, quiescenti hypomochlio depropè fit. Hæc subiectâ figurâ ob oculos ponimus.



Esto longum ac flexile lignum AB, manu eleuetur in A, flectetur itaque in B, & declinabit in C. etenim manus quæ sustinet

in A, fulcimenti loco succedit: longitudo vero AB ponderis vices refert, atque vectis, quare quo longius abfuerit à fulcimento, id est, manu extremum B, eo magis flectetur; si autem lignum breuius fuerit, nempe terminatum in D, nequaquam flectetur, eò quòd eius extremum D minus à fulcimento quod est in A sit remotum. Hæc igitur est mēs  
Ari-

Aristotelis, cuius quidem sententiam non damnamus; quippiam tamen addimus. Dicimus autem materiam, quatenus ad hanc contemplationem spectat, in duplici esse differentia. aut enim rarefactionis & constipationis est incapax, ut in chalybe videmus, nitro, metallo, marmore, aut capax quidem, & hæc duplex: Vel enim natura nata est ad rectitudinem quandam, ut arborum flagella virgæque, aut non item, ceu stannum, plumbum, & cætera eiusmodi.



Esto primò vitreum corpus gracile, procerum, teres AB, manu capiatur in A, itaq; pondere ipsius corporis prævalente ad partes B, quia in C puncto, quod circa medium est, ex parte superiori non fit rarefactio, nec in inferiori constipatio, nec interim datur penetratio corporum, fit fractio à superiori parte, & pars CB à reliqua parte AC, auulsa &

separata cadit in D, succedit autem ipsa separatio rarefactioni. Porro quod materias hæc non flexibiles diximus, sed frangibiles, non ideo negamus vel sensu docente, aliquam in ijs fieri flexionem. Si autem lignea fuerit materia, eaq; flexibilis, ut EF, si manu eleuetur in E, prævalente pondere in F flectetur vbi G. ibi enim à parte superiori fit rarefactio, ab inferiori verò constipatio, & pars GF declinabit in H, quæ declinatio eò usque præcedet, quo rarefactio & constipatio competens naturæ illius materiz, quæ flectitur ad summam intensionem devenerint; tunc si vis maior ingruerit, frangeretur omnino: si secus facta ibi resisten-

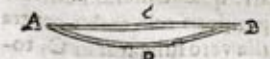
resistentia, vbi rarefactio fit & constipatio post inclinationem sursum feretur pars inclinata & nurans, tum in contrariam partem tendens reflectetur, vt videre est in virga IN. Declinans enim in KL, repellente ea quæ infra K fit materiae condensatione, impetu ex descensu acquisito facta reflexione ascendit in KM, donec paulatim circa pristinam rectitudinem reuertatur, & hic quidem motus vibratio dicitur, agitatione. Si autem virga plumbea fuerit, natura non facta ad rectitudinem, puta OP, proprio vincente pondere, ad partes declinabit QS, fietq; in QR rarefacta, nempe superiori parte ea constipata inferiori in Q, nec reflectetur, quippe quod eius natura condensationem & rarefactionem commodè patiat, nec facta sit ad rectitudinem.

Porro tripliciter fieri potest horum oblongorum corporum eleuatio, nempe vel extremorum altero, aut si ambobus, si vtrinque suspendatur, vel alicubi inter extrema. De priori modo iam egimus. Modò suspendatur in medio vt AB, in C. eo igitur casu cum fulcimentum sit in C, vtrinque fit flexio in D, & E, & id quidem si materia flexionem patitur: sin minus, fractio fit in C. Si autem ab

extremis fiat suspensio, vt in AB, tunc ceu duo vedes fient, quorum fulcimenta in extremis AB. Pondera autem communia in medio vbi



Cremitissima enim ea pars est ab extremis AB. Cedente



igitur materia suomet ponderi, si quidem inflexibilis fuerit, frangeretur, & fiet partium separatio in C, duoque inde corpora AD, BE. Si autem flexionis capax, vt AB in postrema

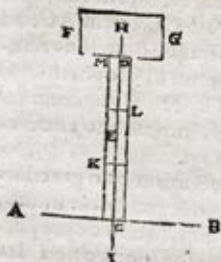
ma figura, facta ex contrario, nempe in inferiori parte circa C rarefactione, in superiori verò condensatione, pondere prævalente curuabitur, fietq; lignum quidue aliud huiusmodi, vt ADB, nec amplius pondere suapte naturâ inferiùs vergente ad rectitudinem reuertetur.

Cæterum cur oblonga & graciliora corpora facilius illis, quæ contrario se habent modo, frangantur, ex mechanicis principijs in quæstione 14. aperte demonstrauimus. Modò vt ex hac contemplatione, quæ aliàs inutilis videtur, aliquam vtilitatem capiamus, & ex his quæ contemplabimur, Architekti prudentiores fiant, isthæc ipsa, de quibus agimus, ad rem ædificatoriam commodè aptabimus. Transferamus igitur cogitationem ad eam trabem compagem, quæ ad recta sustinenda ex transversario arrectarioq; sit, & duobus cauterijs, quam nostri à Latinis detorto vocabulo Biscauterium dicunt. Perscrutabimur enim, vnde illi tanta ad sustinendum vis, & quæ compagem hanc consequantur passiones. quamuis enim fabri meræ praxi, quod vtile est efficiant, nos meliorum ingeniorum gratiâ, rei ipsius causas diligenter examinatas in medium proferemus; nec de hac tantum agemus, sed de Cameris quoque, fornicibus eorumque vitijs & virtutibus quatenus ad Mechanicum pertinet, sermonem habebimus. Quærimus primo, cur perpendiculariter erectæ trabes superimposita pondera validissime sustineant? Et sane hoc omnes norunt, sed non per causas.

Esto horizontis planum, illudque solidissimum, & impenetrabile AB, trabs eidem ad perpendicularum erecta CD fulta basi vbi C grauitatis centrum F. pondus superimpositum FG, cuius grauitatis centrum H: Sint autem H & E in eadem perpendiculari, quæ ad mundi centrum HEG. Itaque eo quod tum ponderis tum trabs centra grauitent in perpendiculari, illa verò fulciatur in C, ro-  
tius

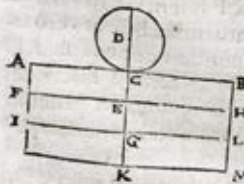
## EXERCITATIONES.

99



tius ponderis moles recumbet in C: non descendet autem in I, propterea quod supponatur ipsum planum AB, impenetrabile. Igitur ut pondus H descendat in C, alterum duorum est necessarium, nempe vel trabem subiectam comminui, aut eius partes sese penetrare, & plura corpora esse in eodem loco, puta KC, quorum hoc secundum naturam penitus repugnat, illud vero primum, penè impossibile. Dividatur enim trabs in partes æquales tres, lineis KL, ipsa igitur KC infima sustinet mediam KL, hæc verò supremam LD, hæc autem pondus, ipsum superpositum in H. Se igitur sustinent partes. Sed illud totum partibus constat. ergo pondus totum à trabe tota, hoc est, à se toto sustinetur.

Præterea in præcedenti quæstione monstravimus tunc facilem esse gracilis & oblongi ligni fractionem, cū maxima est longitudinis ad crassitudinem proportio. Hic verò contrà accidit, etenim MD pars vectis quæ à fulcramento est ad potentiam minimam habet proportionem ad rectam DC, quæ à fulcramento ad locum fractionis extenditur, vbi C, quod ut evidentius pateat,



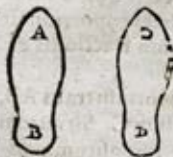
Esto seorsum trabs AB, cuius medium C. Sit autem pondus D impositum puncto C. facile igitur frangetur lignum AB, propterea quòd maxima sit proportio AC ad CE; resistentia verò fiat in E, addatur vniaturque

N 2

ligno

ligno AB lignum FH. Crassius igitur est totum AL, ipso AH, & ideo minor proportio AC ad CG quàm AC, ad CE. Addatur adhuc & IM. Longè itaque difficilius frangetur in K propterea quòd longè minor sit proportio AC ad CK quàm eiusdem ad CE & CG. His igitur consideratis, & demonstratis concludimus, impossibile esse creatam trabem ponderi cedere, & frangi.

Dicet autem quispiam, hæc si vera sunt, quo gracilius fuerit fulcrum, eo validiùs sustinebit, & frangetur minus, quod oppido falsum est. Respondemus, id non ex proportionum natura, sed ex materia ipsius infirmitate fieri. Ita quoque in vecte non materiam, quatenus ad vim pertinet, sed proportionem partium consideramus. Vt cumque igitur requiritur ad fulcri validitatem proportio longitudinis ad crassitudinem debita, & materia ipsius robur & fortitudo. Præterea, quoniam pondus, cui fulcrum restit, vel ex natura premit, vel ex violentia, illud quidem per lineam perpendicularem, quæ ad mundi cætrum, hoc autem lateraliter & diversimodè, varia fit fulcrorum dispositio. Cuius rei summa hæc est, ut semper contra impetum supponantur.



Esto enim horizontis planum AB, eidè perpendiculares CADB, itaque si naturaliter pondus premitur ex C, fulcrum supponetur AE. Si autem ex F ipsum GE, si vero ex H, supponatur iuxta BE, si vero secundum I ponderi opponatur KE. Hæc nos de arrectarijs fulcris;

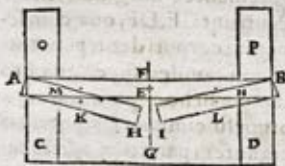
nunc de transversarijs, & inclinatis agemus, & primum de transversarijs, quatenus ad tectorum trabearum spectat.

Esto transversaria trabs AB, muris utrinque fulcra CD, cuius



## EXERCITATIONES.

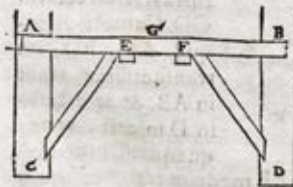
101



cuius grauitatis centrum E, in perpendiculari FEG, quæ quidem ad mundi centrum vergit. Itaq; eodem tendente grauitatis centro, si pondus quod premit in E, non præualeat vnioni partiu ipsius

materiæ quæ est in E, resistet trabs suomet ponderi, nec frangeretur. Si autem vel infirmitate materiæ, aut vitio, vel maxima existente proportione AF ad FE, fractio fiet in E, & secuta partium separatione duæ fient vtrinque trabses AH, BI, quorum grauitatis centra KL. Erunt igitur duo vectes AE, BE, quorum fulcimenta MN, quamobrem si proportio EM ad MH ita præualeat, vt pondus quod est in E, superet pondus muri O superimpositi, & item muri P, corruent quidem trabses, & murorum fiet hinc inde dissipatio. Si autem non præualuerit ea, quam diximus, proportio, suspensæ remanebunt vtrinque trabses vt AHBI.

Huic difficultati egregiè occurrunt Architecti, aliquando autem hoc modo:

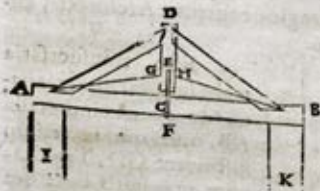


Esto transversaria trabs suâ gracilitate, aliaue de causâ imbecilla AB, muri quibus vtrinque sustinetur CD, Trabs ipsius grauitatis centrum G. Itaque ad pactis trabi lignis EF, capreolos addunt muro vtrinque ful-

ros CE, DF, eorum capita ad pactis lignis admoventes EF, sed & tunc validissima fit colligatio, si inter E & F capreolorum capita integrum lignum trabi supponatur EF. Ra-

tio autem validitatis patet; premente enim grauitatis cetro in G, fulcra hinc inde succurrunt CE, DF, quæ cum se ipsis fieri non valeant breuiora, ne corpori detur penetratio, resistunt & robustissimè ipsi ponderi superimposito contrahuntur. Videntur autem in hoc opere duo considerari vectes, GH, GB, quorum fulcimenta EF, potentia premens vtrinque G. Pondera autem parietum partes capitibus trabis impositæ in A & B. Quoniam igitur parua est proportio GE ad EH, parua potentia premens in G, maximè autem pondus in A, fieri non potest trabem frangi aut muros vtrinque dissipare in AB. Possunt etiam totius trabis tres partes considerari AE, EF, FB, quarum fulcimenta quatuor A, E, F, B, Diuisio igitur pondere & multiplicatis fulcimentis impossibile est trabem conuelli & vitium facere.

Sed & tectorum contignationes imbecillaq; transversaria Mechanici corroborare solent, additis nempe arrectaria trabe atque cauterijs.



Esto enim transversaria trabs AB parietibus vtrinque fulca I, K, arrectariū CD. Cauterij vtrinque AD, BD, ita transversariæ trabi in AB, & arrectario in D inserti, vt nequaquam inde elatrabem AB, à parte inferiori ipsi arrectario connectens. Debet autem arrectarij pes vbi C, aliquantulum à transversaria trabe distare, ne deorsum ex pondere vergente paululum arrectario ipsam transversariam premat. His igitur

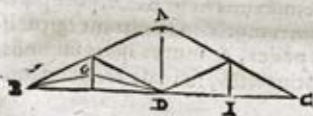
bi valeant. Tum ferrea fascia EF mediam transversariam Debet autem arrectarij pes vbi C, aliquantulum à transversaria trabe distare, ne deorsum ex pondere vergente paululum arrectario ipsam transversariam premat. His igitur

## EXERCITATIONES.

103

gitur ita constitutis pondus quidem transversariz trabis, quod suapte naturā premit in medio vbi C, ferrea fascia, arrectariz trabi affixa distinctetur, Arrectariam cauterij sustentent, hos verò transversariz capita AB, quibus induntur. Tota igitur eiuscemodi operis vis in eo consistit, vt probè cauterij transversariz & arrectariz trabi inferantur. fixis enim cauteriorum pedibus in AB, non descendēt à partibus seu capitibus D, ijs verò stantibus stabit & arrectarium, quo inde suspenso transversaria trabs ei ex ferrea fascia alligata nequaquam pendebit. Stabit ergo compages tota & suapte vi robustissimè connexa totius tecti pondus sustinebit.

Quoniam autem usu venire solet, cauterios nimia longitudine debiles, aliquando tum proprio tum extraneo cedentes ponderi deorsum vergentes pandare, Archedicti capreolis hinc inde suppositis, ceu fulcris, huic medentur infirmitati.



Sint enim cauterij debiles hinc inde AB, AC, media trabs arrectaria, quam Monachū dicimus AD. Cauteriorum mediæ partes E, F,

in punctis igitur EF, vtpote maximè ab extremis distantibus debiles cauterij valde laborant. Itaque suppositis vtrinque arrectariolis EH, FI, eorum capitibus E, F, duos cauteriolos sibi ipsis ad pedem arrectarij in D, resistentes apponunt. quibus ita constitutis nec E, nec F ad partes H, I, descendere valent. Capiatur enim inter EH, quo dicitur punctum G, & BG, DG, connectantur, erunt autem BG, DG ipsis BE ED breviores ex 21. primi elem. Tunc igitur punctum E fiet in G cum BE, ED fient in BG, DG, quod non cedentibus B, D, & sibi ipsis brevioribus factis partibus

bus BE, ED, prorsus est impossibile. stabunt igitur in eorum rectitudine cauterij AB, AC, nec pandabunt, quod fieri querebatur.

Hic autem damnandi veniunt ij, qui transversariz quidem trabis capitibus cauteriorum pedes non inserunt, sed ea vice transversariolo quodam medios cauterios vtrinque connectunt ad instar elementi A, quam compagem, capram, appellant. Sint enim cauterij hinc inde AB, AC, quorum medias partes connectit transversariolum DE. Dico igitur colligationem istam magnopere improbandam. Sunt enim AB, AC vectes, quorum commune fulcimentum A, potentiz hinc inde diuariantes B, C, pondera inter fulcimentum & potentias DE. quoniam igitur ut DH ad AB, ita potentia in B, ad pondus in D, parua quidem potentia, pondus in D distrahet & superabit: facillimaq; inde fiet transversarioli à capreolis ipsis vtrinque reuulsiō: Et quoniam centrum quidem est A, facta in D, E, parua diuaricatione, maxima fit in BC, utpote partibus ab ipso centro A quam remotis. Calcitrant igitur liberi prope cauteriorum pedes, & muros ipsos summos, non sine magno operis totius vitio, sua calcitracione pro-

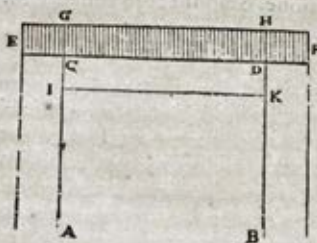
Hæc nos de trabeationibus, modò ad fornicum camerarumq; naturam stilum transferemus; id enim suadet vtilitas, imò & necessitas ipsa. Pauci enim ante nos hæc tractarunt, & sanè his probè non cognitis aut neglectis, Architecti fabriq; ingentes per sepe incurrunt, & inexplicabiles difficultates. Dicimus igitur primò, coctiles lateres, & non cuneatos lapides ad rectam lineam dispositos, non stare.

Sint enim muri vtrinque AC, BD. Ducatur horizonti æquidistans CD, iuxta quam lateres lapidesue non cuneati, seriatim collocentur EF. Dicimus amoto arma-

mento,

## EXERCITATIONES.

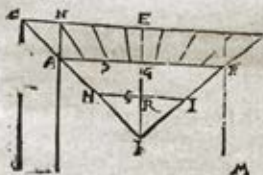
105



mento, hoc est, prohibente ipso lateres ructe. Producantur enim AC in G, BD verò in H, cum ipsis CG, DH, æquales fiant CI, DK, & recta IK iungatur, erit igitur GD spatium ipsi CK spatio simile quidem & æquale, quod

cùm ita sit, nihil prohibet quin tota laterum GD moles in spatium CK transferatur, & corruat.

Si autem cunei ipsi lateres sue, cuneatim dispositi, ita sint ut ad vnum centrum tendant, licet ad rectam lineam collocentur, non delabentur, sed stabunt; quod ita ostendemus.



Sint cunei lateres sue cuneatim dispositi ABCD, tendentes ad centrum, seu commune punctum E, Ducantur CAE, DBE, sintque muri vtrinque ponderi resistentes CL, DM, Demittatur perpendicularis, quæ ad

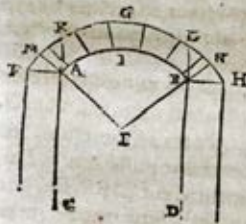
mundi centrum FGE secans AB, in G, Tum fiat GK equalis GF & per K ipsi AGB parallela ducatur, HKI claudens spatium AHIB. Quoniam igitur ut EC, ad EA, ita CD ad AB per 4. propos. lib. 6. maior erit CD ipsa AB, & eadem de causa maior AB, ipsa HI, & ideo maius ABDC spatium, spatio AHIB. Non igitur potest linea CD, fieri in AB, neque AB, in HI, neque spatium totum CABD, transferri in spatium AHIB non data (quod naturæ ipsi repugnat)

O

gnat) corporum penetratione. Stabunt ergo cunei, quod fuerat demonstrandum.

Verumenimvero, debilis hæc structura est, & eo debilior, quo vana latitudo fuerit maior, cuneorum verò altitudo minor. Idem enim patitur quod epistylia in specie Aræostyla, quæ, vt scribit Vitruuius lib. 3. c. 2. propter interuallorum magnitudinem franguntur. Id quoque habet vitij, quod cunei ita dispositi tuo pondere incumbas vtrinque violentissimè pellant. Vtilis tamen esse potest ad portarum & fenestrarum, quæ in medijs muris sunt, & mediocri vano aperiuntur, superliminaria.

Si verò ad minorem circuli portionem curuetur Camera, vtilior quidem erit structura ea ipsa, de qua locuti sumus: non tamen omninò sine vitio.



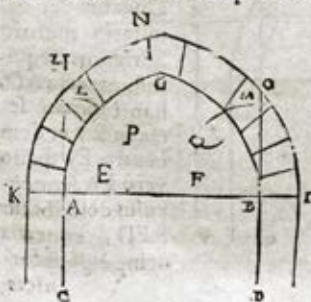
Esto fornix ex minori circuli portione AB, cuius incumbæ AF, BH muris fultæ AC, BD. Constet autem vel ex lapidibus cuneatis, vel ex coctilibus lateribus ad E centrum tendentibus. Sitq; fornicis linea exterior FGH, interior AIB. Ducantur EA, ED, & producantur in M, N.

Quoniam igitur vt EM ad EA, ita MGN ad AIB, maior erit MGN linea ipsa AIB, quam obrem fieri non potest vt aptetur lineæ AIB, & in eius locum descendat. Stabit igitur, incumbis vtrinque non cedentibus. Validè autem speciem hanc, loca quibus incumbit, propellere, ita ostendemus.

Producat in eadem figura CA in K, & DB in L. Partes igitur quæ muris ad perpendicularum fulciuntur, sunt AKF, BLH, minimæ illæ quidem, maxima verò pars est

est extra fulcimenta, nempe tota AKLB quæ idcirco suo-  
pre pondere deorsum vergens & in incumbas vtrinque pel-  
lens aperitur, & facillimè vitium facit. Eiusdem ferè na-  
turæ ea species est, quæ vel ex media, vel ex minori ellipsis  
secundum maiorem diametrum sit segmento. Vtilior ta-  
men hæc est, præcipuè circa incumbas, propterea quod  
partes habeat erectiores, & circulari illa de qua egimus,  
magis fultas. circa medium autem potest videri debilior,  
quippe quod ellipsis ibi circulo curuetur minus.

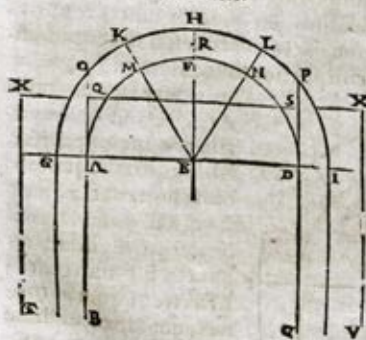
Ea verò formâ, qua mirum in modum delectati sunt  
Barbari, qui declinante imperio Italiam inuaserunt, &  
bonam emendatissimamque antiquorum ædificandi ra-  
tionem deturparunt, ex duobus constat circuli portioni-  
bus, quamobrem Albertus lib. 3. hosce arcus, compositos,  
appellat. Circinantur autem hoc pacto, diuisa nempe  
subtensa, in partes tres, easque æquales, ponitur circini  
pes in altero diuisionum puncto & pars circuli describi-  
tur, mox in altero puncto circini pede collocato alia cir-  
culi portio lineatur, quibus arcus ipse integratur. Appel-  
lant autem tertium acutum, eo quod ex subtensa in tres  
partes diuisa, arcus non fiat rotundus, sed in acutum an-  
gulum ex duabus circuli portionibus desinens.



Sint igitur muri  
AC, BD, in quibus v-  
trinque incumbæ KA,  
BL. Ducatur itaque sub-  
tensa horizonti æquidi-  
stans AB, quæ in tres æ-  
quales partes diuidatur  
punctis E, F, tum centris  
EF, circularum portio-  
nes describantur hinc  
AG, HK, inde verò BG,  
O L IH,

IH, ex quibus arcus totus integratur. Vtilis hæc quidem species est, licet inuenusta, propterea quod haud violenter incumbas vtrinque repellat, & in summo magnis sustentendis oneribus sit apta. Producantur CH in N, DB verò in O, sitque centrum grauitatis AG in L, partis vero BG in M. Quoniam igitur centra hæc ob elatam portionum constitutionem quam proxima lineis AN, BO, fulcimentorum fiunt, maximè sustentur, & deorsum potius quam lateraliter incumbas ipsas premunt. Si quid tamen habet vitij, illud est quod grauitatis centra momentum habentia ad interiorem partem versus PQ vim faciant, & nisi partes magno superimposito pondere comprimantur, partes quæ sunt circa HG, sursum pellentes aliquali sibi rectitudine comparata corruunt, facta nempe circa L, M, coniunctarum partium separatione.

His hoc pacto explicatis de semicirculari fornice agemus, quæ cæteris omnibus vtilior est, & longè pulcherrima, quamobrem Antiquis Architectis omnibus in primis admodum familiaris:



Esto vanum ABCD, muris vtrinque clausum. Ducatur per summitates murorū horizonti æquidistans recta AD, hac bifariam secta in E, eodem centro E, spatium verò EA semicirculus describatur AFD, concava nempe ipsius fornicis



## EXERCITATIONES.

109

nici pars; tum eodem centro, spatio verò EG, circinetur  
 GHI eiusdem fornici pars conuexa. Post hæc productis  
 lineis BH, CD, in OP, secetur fornix tota in tres æquales  
 partes AGKM, MNLK, NDIL, & KME, LNE iungantur,  
 sunt autem partium ipsarum grauitatis centra QRS. Est  
 autem R in ipsa perpendiculari HE. Quoniam igitur  
 partium AGKM, DILN, quæ vtrinque sunt grauitatis cen-  
 tra QS, in ipsis sunt fulcimentorum lineis OH PD, suâ  
 sponte fulcimentis eas sustentibus partes ipsæ stabunt.  
 Pars autem media KMNL deorsum vergente per ipsam  
 HE lineam grauitatis centro, si parumper vel incumbæ  
 vel partes vtrinque AGKM, DILN cedant, vtpote quæ à  
 fulcimentis est remotissima, magno impetu suo pte pon-  
 dere deorsum feretur. quæ igitur in his semicircularibus  
 fornibus partes stabiliores sunt, quæ verò casibus obno-  
 xiæ, ex his quæ diximus, clarè patet.

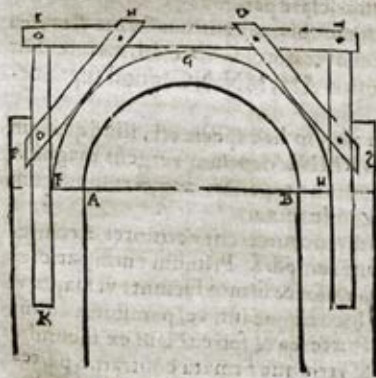
Cæterum cur incumbis manentibus fornix stet, ea  
 causa est, quod partes exteriores GK, KL, LI, maiores sunt  
 inferioribus & oppositis AM, MN, NG; quod supra de-  
 monstrauimus.

Si quid autem vitij in hac specie est, illud quidem  
 est, quod summa pars KMNL deorsum vergens magnâ vi  
 partes, quæ vtrinque sunt, repellat, ex quare solidarum  
 partium fit solutio, & inde ruina.

Huic difficultati vt occurrerent peritiores Archite-  
 cti, plura excogitarunt remedia. Primum enim parietes  
 hinc inde ita solidos, crassos & firmos faciunt, vt suapte vi  
 resistentes dimoueri loco nequeant, vel parastatas addunt  
 vt in figura TX, VY. Præterea & ferrea clauis ex incumba  
 in incumbam ductæ & vtrinque firmata contrarias partes  
 validissimè connectunt, quæ calcitrantes (ita enim lo-  
 quuntur nostrates *Architecti*) fornibus pedes cohibent, &  
 solidum ne soluantur impediunt. qua in specie dubitandū  
 esset,

esset, an optimo loco sita sit clavis, quæ per centrum? Et sanè videtur, quippe quod circa incumbas impetus fiat maior. Ego autem vtilius ibi poni arbitror, vbi puncta q. s. hoc est, in medio tertiarum illarum partium, quæ vtrinque incumbis insistant, propterea quod primus impulsus ex media parte quæ impendet, ibi fiat. Rarò tamen boni Architecti eo loco aptare solent, eo quòd eiusmodi claues vel pulcherrimis & difficijis minuunt gratiam. Vnde fit vt nunquam satis laudetur Lucianus ille Benueardus Lauranensis Dalmata, qui nullibi apparentes eas posuit in admirabili illa Urbini Aula, quam Federico Feltrio, felicissimo & inuictissimo Duci, & edificauit.

Tertio denique modo huic infirmitati medentur, vt videre est in sequenti figura, in qua vanum ADBC, muri vtrinque AF, BH, fornix verò FGH. Itaque dum muros



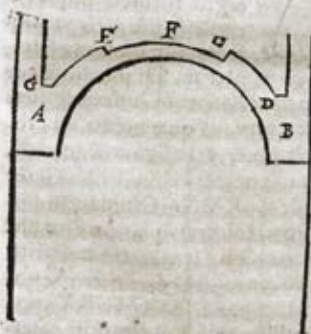
extruunt, arrectarias traves, robore aliaue materia firmissima, illis inserunt, quales sunt IFK LHM, ea proceritate vt futuri fornixis superent summam. Consummato enim fornico, nondum tamen exarmato, transfuersariam trabè à summo fornixis dorso parumper eminentem in punctis I, L, arrectarijs trabibus validissimis clauibus connectunt, tum punctis NP, Oq. capreolos trans-

## EXERCITATIONES.

III

transuersario, & arrectarijs ferreis, clavis affigunt. Quibus ita concinnatis, facta fornici validâ prellione in G, incumbisq̃ue F, H, ad exteriora repulsis, AB spatium non fit maius. Repulsis enim incumbis & muros propelli necesse est, & cum muris ipsas infertas trabes, I, K, L, M. At varicari non possunt, nisi secum trahant puncta P, Q, quod fieri non potest, propterea quod in punctis N, O, validè distineantur. Itaque spatium AB non dilatato nulla fit ipsius fornici dissolutio, quod utique à principio ceu propositus finis quærebatur. Sed dicet quispiam, Nonne pendebit transuersaria trabs in ipsa distractione arrectariorum, pressa in punctis N, O? aut parum dicimus, aut nihil. Cum enim P, Q proxima sint punctis F, H, quæ cum arrectarijs à muro distinentur, magna in ijs fit utrobique resistentia.

Rebus igitur ita se habentibus cum obseruassent Architecti, ob enormitatem ponderis fornices in tertia illa

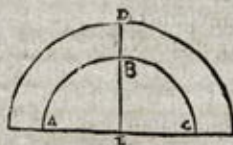


parte quæ summa est laborare, quârum tertijs utrinque partibus soliditatis addunt, tantundem ex illa parte suprema demere solêt, ut videre est in subiecta figura, in qua partes A, B, solidæ & crassiores, quibus hærent partes, quæ CE, DG crassæ quidem & illæ, tum vero summa EFG, alijs subtilior. Minus igitur grauantur ponde-

re in F, minor sit ad incumbas pressio, aut si qua sit, à partijs ACE, BDG soliditate haud inualidè sustinetur.

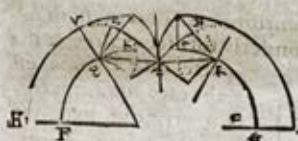
Cæte-

Cæterum admonet nos locus, vt aliquid de fornium dissolutionibus in medium atteramus: caussis enim morborum cognitis, facilius periti medici adhibere solent remedia,



Est enim semicircularis fornix ABC, cuius centrum E, perpendicularis vero quæ per centrum DBE, semicirculi ABC, diameter AEC, incumbat vtrinque A, C. Itaque si nulla sit incumbarum repulsio, stabit fornix; si vero fiat, ruina faciet.

Pellantur itaque ad exteriores partes, vt in secunda



figura, H in F, & C in G, ex qua pullione cum maius fiat spatium quod integro fornice implebatur, iam distractis vtrinque fornix partibus non impletur. Diuiditur igitur locus maior factus in tres partes, quarum hinc inde duas replent fornix partes, tertiam vero quæ media est, replet insertus, ne vacuum detur, aer, vt in figura videre est, in qua soluta vtrinque fornix partes HIKF, PMNG, aer autem medius spatium replens IKMN. Diuidantur singuli quadrantes FK, GN, in partes tres, quarum duæ sint hinc inde FQ, GR, & à centrâ, quæ separatis quadrantibus facta sunt in ST, rectæ ducantur SQV, TRX. Quoniam igitur tertie partes vtrinque VIKQ MNRX propria grauitate depressæ, nullum quo sustineantur fulcimentum habent, corruent quidem. Ducantur autem rectæ QV, RM, constituentes cum ipsis QV, RX pares angulos VQI, MRX. Itaque centrâ QR partes QIRM ad inf-

## EXERCITATIONES.

113

inferiores partes deuoluentur, sicut que  $QI, RM$ , ubi  $QZ, RZ$ . Si autem  $QI, RM$  perpendicularibus quæ à punctis  $QR$  ad perpendicularem  $DE$  ducuntur, fuerint maiores conuenient alicubi in ipsa perpendiculari, & altera alteram sustinebit; si autem æquales tangent se & nihilominus fiet ruina, si minores nec se inuicem tangent, & nullâ re prohibente deorsum corruent. tangant autem se in puncto  $Z$ . quo pacto igitur fornices incumbis cedentibus in medio aperti, dissoluâtur & ruinam faciant, ex istis patet.

Ex demonstratis quasi ex consecratio habemus fornices quo fuerint crassiores dato pari incurbarum secessu, ruina minus esse obnoxios quam tenuiores, hoc est, maiori aperature indigere ad ruinam crassiores quam tenuiores, quod licet ex iam dictis resulter, nos tamen clarius ex subiecto schemate demonstrabimus.



Esto enim crassioris fornices pars quidē  $ABCD$ , tenuioris  $EFCD$  circa idē centrum  $R$ . Ducatur autem  $RM$ , secans  $CD$  in  $G$ .  $EF$  in  $H$   $AB$ , in  $M$ . Centro igitur  $G$  fiet euersio portionum fornicum.  $MD$ ,  $HD$ ,

Ducantur  $GA, GE$  & producta  $AD$  in  $N$  ipsi  $AN$  perpendicularis ducatur  $GN$ . quoniam igitur  $GE$  cadit in triangulo  $AGN$  erit ex 21. propof. lib. 1. elem.  $GA$ , maior  $GE$ . Corruente igitur maioris fornices portione  $MD$ , recta  $GA$  centro  $G$  punctum  $A$  describet portione  $AI$ , minoris interim ex  $GE$ , describente  $EL$ , at cadenti angulo  $A$  occurrit in perpendiculari  $IK$  in puncto  $I$  angulus oppositæ portionis,  $O$ , ipsi autem  $E$  cadenti per  $EL$  non occurrer punctum  $P$ , cadens per  $Pq$  eo quod neutrum eorum pertingat ad perpendicularem  $Ix$ . Tenuioris ergo fornices

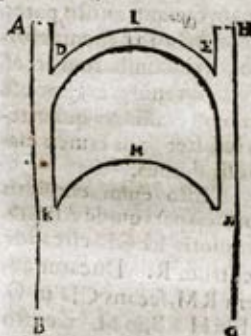
P

cis

cis partes è suis locis auulsæ ex eadem aperitione ruinam facient, quod non cõtingit partibus crassioris. quod sanè fuerat declarandum.

Quæritur adhuc, quare grauiores fornices in summis ædificijs non sine vitio fiant?

Esto ædificium ABGH, cuius vtrinque muri ABCD, EFGH, maiorum summitates AD, EH, mediæ murorum partes KL, fornicum summus quidem DIE, medius verò



KL. Dico, magis cedere pul-  
 sos muros summos circa DE,  
 quam in medio circa KL. Sunt  
 enim muri BA, GH ceu vestes  
 quidam, quorũ extremis par-  
 tibus à fulcimentis BG remo-  
 tissimis potentia admouetur,  
 hoc est, ipsius fornicis DIE ad  
 DE incumbans repulsio; lon-  
 gior est autem pars à fulcimẽ-  
 to ad potentiam AB, ipsa BK:  
 Data igitur paritate potentia-  
 rum plus operabitur ea quæ in  
 D, illa quæ K. facilius ergo re-  
 pellentur muri in DE quam in

KL. Ana quoque ratio intercedit, siquidem pondus muri  
 superioris ADK, premens inferiorem murum KBC, cum  
 sua grauitate firmiorem, & pulsionibus minus obnoxium  
 reddit. Difficilius enim propellitur id quod graue est quã  
 quod leue, vt nos quæstione 10. demonstrauius.

#### QVÆSTIO XVII.

Quærit Aristoteles, Cur paruo existente cuneo magna scindantur  
 pondera & corporum moles, validaq; fiat impressio?

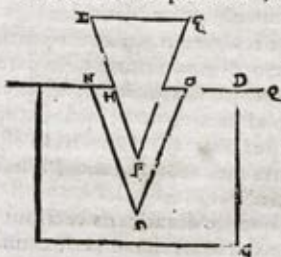
IN parua re magnum negotium. Etenim quæstio hæc  
 clarif;

## EXERCITATIONES.

115

clarissimorum virorum ingenia magnopere fatigauit. Ex quibus Aristoteles inter veteres, Guid. Vbald. inter recentiores ad vectis naturam (ne quid in Mechanicis ad vectem non reduci putaretur) cuneum ipsum trahere conati sunt. Nos autem pro

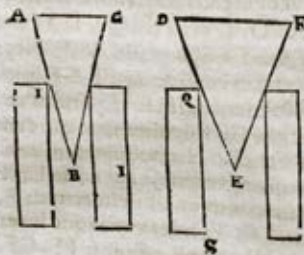
veritate certantes, si in horum sententiam vltro non transferimus, multa venia digni à non iniquo iudice existimabimur. Aristotelis mentem clarè & fusè explicat G. Vbald. in Mechan. vbi de Cuneo peculiariter agit.



Esto igitur scindendum quippiam ABCD, Cuneus EFG, cuius pars HFI scissuræ inserta HI, facta igitur valida percussione in EG, fiet vt cum EG fuerit in NO, H sit vbi N, A vbi P, itemque I vbi O, D verò vbi Q & facta erit scissio NSO, toti nempe cuneo EFG, æqualis. Vult igitur Aristoteles, duos in cuneo vectes considerari EF, GF, quorum alterius, nempe EF, fulcimentum sit in H, pondus vero in F; alterius autem, hoc est, GF fulcimentum quidem sit in I, pondus verò itidem sit in F. His nequaquam consentiens G. Vbald. aliam viam ingreditur. Ait enim EHF vectes quidem esse, quorum commune fulcimentum F, potentias verò mouentes in EG. Pondera vtrinque inter fulcimenta & potentias, vbi HI, idemq; esse ac si EF, GF, teorsum à cuneo considerati in puncto F, adiuicem fulti atque distracti; pondera pellerent H in NP, I verò in O, Q. Verum enim verò quoniam cunei angulus non mutatur, nec vertex ipse centri vllum prorsus præbet vsuum, nec eius latera vtrinque distracta ad contrarias partes diducuntur,

cuntur, vectes in cuneo hoc pacto considerare videtur à veritate alienum. Aristotelis autem solutionem falsam esse, clarè patet. quo pacto enim F pellet ex fulcimento Hippisam ligni partem OS, & idem F ex fulcimento I pellet oppositam partem NS, si inuicem contendentes extremæ vectium partes in F, altera alteri ne quicquam operentur, est impedimento? Et sanè opinionis falsitas inde patet, quòd videamus materiæ partes scissas, in ipso scissionis actu facta distractione à cunei vertice nequaquam tangi. At eiusmodi operationes per contactum fieri nulli est ignotum. Solutio igitur ista meo iudicio, tanto Philosopho prorsus videtur indigna.

Porro G. Vbald. ijs quæ de diuicatis vectibus in medium adduxerat non acquiescens alias quærit causas, cur cuneus minoris anguli validius scindat. Idq; ex quodam lemmate demonstrare conatur, figura autem eius ita ferè se habet.



Esto cuneus ABC, item alius DEF. Demonstrat igitur ex assumpto, quo acutior fuerit angulus BIM, eo facilius pondera moueri, & ideo facilius ceu vecte AB moueri pondus I quàm vecte DE pondus Q. Ingeniosè quidem. At magnam hæc apud me habent difficultatem. Si enim ita se habet AB, ad BI, vt DE, ad EQ (ipsæ enim DE, EQ supponuntur æquales) ergo eadem æqualiter potentia æqualiter mouebit pondera I & Q, quod ipsi eiusdem demonstrationi prorsus concludit contrarium. Nec meo quidem

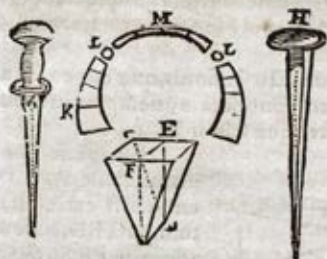


quidem iudicio id sequi videtur, propterea quod ex Pappo ea quæ in planis inclinatis mouentur, redigantur ad libram. Ratio enim valde est diuersa, siquidem pondera quæ in planis inclinatis mouentur, certa habent fulcimenta & determinatas tum brachiorum tum ponderum proportiones, quæ omnia in cuneo, nec quidem mente concipi posse, clarè patet.

His igitur difficultatibus consideratis, Nos cuncti vim, ad alia esse principia referendam pro comperto habemus. Ordinum igitur hoc pacto. Cuneo quidem res diuidi certum est. Cæterum quæ natura diuidere apta sunt, tria sunt, punctum, linea, superficies. Puncto enim linea, lineâ superficies, superficie autem corpus ipsum diuiditur. quæ omnia à Mathematico absque materia considerantur. De diuisione autem quæ fit ex puncto, nihil agit Mechanicus, qui corporibus quidem vritur, ad cuius naturam non trahitur punctum, cuius partes sunt nullæ. At non lineis & superficiebus modò corpora diuiduntur, sed etiam corporibus, quod verum est, at ea corpora ad linearum & superficialium naturam quodammodo aptari facile docebimus. Dicimus igitur, duplicem esse Cuneorum speciem, linearem vnâ, superficialem alteram. linearem appello, quæ ad lineæ naturam magnopere accedit. Tales sunt orbiculares illæ cuspides, quibus ad perforandum vtitur, & ideo vernaculè Pantirolos vocamus. Acus item futuri, & cætera quæ non secus ac linea in punctum desinunt, & imaginariam quendam lineam ceu axem in eo puncto desinentem continent. Ad lineam quoque referuntur lateratæ cuspides oblongæ, & subtiles ceu subulæ, clauis, enses, pugiones, & his similia, quæ cum adacta validam faciant partium separationem ad cunei naturam nõ referre magnæ videretur dementia. Et tunc quanto magis corpora hæc ad linearem naturam accedunt, eo magis

gis penetrant. Sed & hoc idem in rebus non ab arte, sed ab ipsa natura productis facile est cognoscere. Quis enim non experitur, quàm validè culex, infirmissimum animal, & ea paruitate qua est, hominum & cæterorum animalium, cutes aculeata proboscide penetret? Id utique non alia de causâ fit, quod ad imaginariæ lineæ subtilitatem quam proximè accedat. Vespæ quoque, Apes, Scorpiones aculeis istis ceu linearibus cuneis utuntur. Nec refert, ut diximus, utrum laterati sint, ceu subulæ, & clavi, vel rotundi & utrum plura paucioraue latera habeant, dummodo in punctum & aculeatam aciem desinant. Altera porro cuneorum species superficiæ naturam sapit, acie siquidem in lineam desinit, quæ superficiæ est terminus, quæ obrem huc ea omnia referuntur, quæ acie ipsâ scindunt, ceu sunt cunei propriè dicti, de quibus hoc loco est sermo, cultra, enses, ascie, secures, scalpra lata, & cætera eiusmodi, quibus corpora acie scinduntur. Quidam his addunt ferras, quibus haud prorsus assentimur. Etenim alia ratione diuidunt, sicut & limæ solent, deterendo enim, non scindendo ferri, ligni, & marmorum duritiem diuidunt & domant. His igitur cõsideratis, si daretur ex materia quæpiam infrangibili cuneus, qui maximè ad superficiæ naturam accederet, vel paruo labore tenacissima ligna validissimè scinderet, & ideo optimè res gladijs illis diuiditur, qui magis ad superficiæ naturam accedunt. Ex quibus omnibus, ni fallimur, clarè patet, cur acutiores angulo cunei obrusioribus facilius scindant, quæ quidem ratio longè ab ea distat, ex qua cæteri ferè omnes Cuneum ad verè naturam referre hæctenus contenderunt.

Cæterùm utramque eorum quos diximus, cuneorū speciem solertissima cognouit Natura, & ideo quoniam res vel contusione vel perforatione, vel scæatione conficiuntur, triplicem dentium qualitatem dentatis animalibus



bus dedit, Molares, qui & Maxillares appellantur, quibus cibus contunditur, Canini, quibus fit perforatio, Anteriores, quibus cibus scinditur, quos ideo *μηρικὸς*, id est, secantes appellant Græci.

Molares KK,

Canini L, L, Terni-

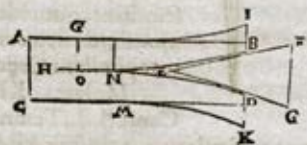
ciseu secantes M. Cuneus orbicularis linearisque AB, in quo axis linea est, ad cuius naturam accedit AB cuneus superficialis CD, accedens ad superficiem naturam, quam vitro imaginamur EFGD, in aciem cunei desinentem GD, Lateratus linearisque cuneus, clauus HI.

Cunci autem omnes dupliciter sunt efficaces, vel enim malleo, ut in ijs fit, quibus ligna scinduntur & scalpris fieri solet, adiguntur, vel impulsu & pressione, ut in gladijs fit, pugionibus, cælatorum scalpris, subulis, & cæteris eiusmodi. Quidam etiam sunt, qui licet mallei ictu non adigantur, malleum coniunctum habent, ceu sunt securæ, ligones, Ascix, & his similia, quæ ex percussione semetipsa scindendis rebus inserunt & validè penetrant. De vi autem & efficacia ictus seu percussione hic supersedemus aliquid, ea de re, in sequenti quæstione verba facturi.

Multa hæc addere potuissemus ad Cochleam spectantia, quippe quòd Cochlea cuneus sit Cylindro inuolutus, qui quidem ad mallei, sed vectis virtute sibi adiuncta, validissimè operatur, & sexcentis inseruit vlibus. Veruntamen cum de hac specie egregiè differat G. Valdis, con-

consultò hanc disputationem omittimus; idque hac quoque de causa, quod nihil de cochlea, ac si eam non nouisset, locutus sit Aristoteles.

Possumus autem in actu scissionis, quæ cuneo fit, aliam tamen rationem vectem considerare, nempe non in cuneo quidem, sed in ipsa re quæ scinditur.



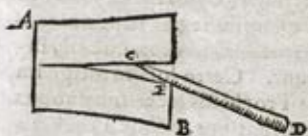
Esto enim quippiam scissile ABCD, cui alteri extremitatum, puta BD, cuneus adigatur EFG, fiatque scissio per longitudinem secundum lineam EH. facta igitur ex

cunei ingressu partium separatione B, expelleretur in I, D uero in K. sient igitur materiae scissae partes AIBH, CKDH, seu duo uectores, quorum hinc inde in corpore ipso fulcimenta L, M potentiae utrinque dilatantes BD, pondus uero materiae resistentia, in separationis loco ubi N. Ducatur NL, quanto itaque BN maiorem habebit proportionem ad LN, eo facilius resistentia quæ in N, superabitur. Mutatur autem assidue in ipsa scissione fulcimentum, & cum fulcimento ipsa proportio. Pertingente enim scissione in O, fulcimentum fit in P. quo casu scissura est facilior, quippe quod maiorem habeat proportionem BO ad OP, quam BN ad NL. Hoc autem experiuntur materiarij, qui primis ictibus, securiculam nondum probe adactam, & nondum factam notabili scissione difficultatem sentiunt, mox factam iam separationem facillima paulatim fit materiae totius separationi. Hoc idem & nos absque cunei usu experimur, cum baculum aut quippiam tale manibus diductis scindimus. à principio enim difficultatem sentimus, deinde ex ea quam diximus proportionem scissio ipsa fit apprimè facilis. Virmur

## EXERCITATIONES.

127

mur etiam vecte cuneato ad scindendum & aperiendum: adacto enim scissuræ cuneo, idque manu malleoue, tum ab altera extremitate presso, valida fit ex vectis vi cōtinui



corporis separatio. Materia scissilis AB scalprū ceu vectis cuneatus CD, cuius fulcimentum E, pondus verò vbi C, potentia vbi D, quo casu quo maior est proportio

DE ad EC, eo est ipsa scissio leuior & facilior.

## QVÆSTIO XVIII.

*Quærit hic Aristoteles, Cur per Trochleas ab exigua potentia ingentia moueantur pondera?*

**D**E Trochlea Pappus, & veteres: inter recentiores egregiè admodum, ut omnia examinavit in Mechanicis G. Vbaldus. Nos tamen interim post clarissimos illos viros aliquid quod nouitatem & subtilitatem sapiat, de nostro penum promemus. Et sanè inuentis quidem addere res est facilis, at quod inuentis addas inuenire haud adeo facile. Sed nos primum Philosophi ipsius dicta ad trutinā reuocemus. Ita autem quæstionem proponit; Cur si quispiam Trochleas componens duas, in signis duobus, ad se inuicem iunctis contrario ad Trochleas modo circulo funem circumdixerit, cuius alterum quidem caput tignorum appendatur alteri, alterum verò Trochleis sit innixū & à funis initio trahere cœperit, magna trahit pondera, licet imbecillium fuerit virium?

Obscurissima expositio, & nī res esset vulgò per se nota, de que ea Vitruuius & Mechanici non egissent, difficile vtique esset ex eius verbis sensum assequi.

Q

Tigna

Tigna sanè vocasse videtur ea ligna, quæ à Vitruuio Rehami dicuntur, in quibus nempe ipsi inferuntur orbiculi. Et si de tignis eiusmodi aliud quippiam sentire videatur Picolomineus. Græca lectio pro tignis habet  $\xiύλα$ , id est, ligna; item vbi Leoniceni versio legit, ad se inuicem iunctis, textus habet  $συμβαίνουσι αὐτοῖς ἐναυτίως$ , hoc est, inuicem ex opposito concurrunt. Certè locum totum ita redderem: Cur si quis duas Trochleas fecerit, in duobus lignis sibi ex opposito concurrentibus, eisque Trochleis circumposuerit funem, cuius alterum caput alteri lignorum sit annexum, alterum verò Trochleis cohercat, vel apponatur. Si quis alterum funis principium trahat, magna trahat pondera, etsi trahens potentia sit exigua? Nos verbis figuram, & figurâ verba ipsa elucidabimus.

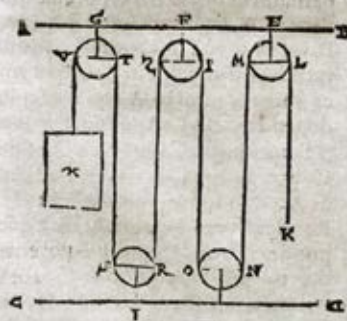


Sint duo ligna ex opposito concurrentia, in quibus Trochleæ, hoc est, orbiculi AB, funis ductarius DABC, cuius alterum caput religatum est ligno trochleæ A, vbi est C. Trochlea A loco stabili commendata, vbi E. Ponderus alteri ligno Trochleæ appensum F. Tracto itaque fune DABC, eleuatur & trahitur pondus F. Ex quibus clarè patet, Philosophû proposuisse Trochleam duobus tantum orbiculis munitam, quod vtrique satis erat ad explicationem. Inquit autem, faciliùs vecte quàm manu pondus moueri. Trochleam verò (id est, orbiculum; ita enim est intelligendum) esse vectem, aut vectis virtute operari. Ita autem videtur argumentari. Si vnica Trochleâ plus trahitur quàm manu, multo facilius & velocius id fiet duobus, quibus plus, vt ipse ait, quàm in duplici velocitate pondus leuabitur. Summa dictorum est, ex multiplicatione orbiculorum pondus ipsam imminui, & minori difficultate

## EXERCITATIONES.

123

tate leuari, quod sanè verum est. Nos tamen nonnulla cōsiderabimus. quod ait, vecte facilius moueri pondera quam manu, semper non est verum. Si enim vectis pars quæ à fulcimento ad manum breuior fuerit illâ, quæ à fulcimento ad pondus difficilius vecte pondus mouebitur quam manu. Idem quoque accidet, si eo modo vecte utamur, quem obseruat Guidus Vbald. Tract. de Vecte prop. 3. Posita nempe inter fulcimentum & pondus sustinente potentiâ. Præterea quod asseruit Aristoteles, Trochleas ad vectem reduci, verum quidem est, sed aptius dixisset ad libram, etenim vectis vtrunque à fulcimento diuiditur. Libra verò quod & orbiculis ex centro accidit, semper bifariam. Ad hæc videtur ille ad orbiculorum multiplicatam Trochlearum vim referre. Si enim, ait, vnicâ Trochleâ pondus facile trahitur, id multo validius pluribus fiet. Veruntamen non absolute ex orbiculorum multiplicatione id fieri ita ostendemus,



Sint duæ oppositæ linee rectæ, vtpote traves AB, CD, inuicè æquidistantes & ipsæ stabiles: superiori tres appendantur orbiculi ex punctis E, F, G, nempe ML, PQ, TV, inferiori autè duobus punctis IH, nempe NO, RS. Erunt igitur inuicem sum

quinque, indatur per eos funis ductarius KLMNOP QRSTVX, ex cuius extremitate pendeat pondus X.

Q

Tra.

Trahatur funis in K. Dico ex multiplicatione orbiculorū, trahenti pondus nequaquam minui. Sint autem orbiculorum diametri, LM, NO, PQ, RS, TV, applicetur potentia in S. Erit igitur ad hoc ut sustineat æqualis ponderi X, orbiculi enim TV semidiametri sunt æquales. Transferatur potētia in q, & ita deinceps donec perueniatur in K, ubi funis ipfius est principium, Idem est igitur seruata semper semidiametrorum æqualitate ac si potentia quæ est in K, applicata intelligatur in T vel in V. vbicunque enim collocetur, ponderi erit æqualis. Nihil igitur rebus ita dispositis, orbiculorum multiplicatio ad facilitatem operatur. Alia itaque ratio querenda est, quam non satis explicasse videtur Aristoteles. Probabimus autem, nullam ex superioribus orbiculis fieri ponderum imminutionem, sed totam vim in inferioribus consistere. At nos interim quippiam quod ad rem faciat, proponamus.



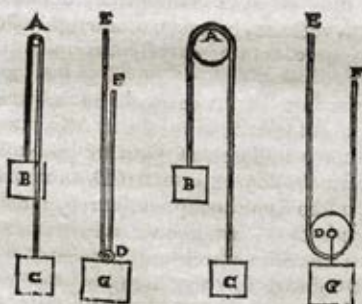
Esto punctum A, cui rectæ appendantur lineæ BAC, diuise quidem in A, sit autem lineæ BA caput B, ipsius verò CA caput C. Modò intelligantur vnitz in A, sitque vnica linea à puncto A eeu funiculus dependens BAC: Appendatur capiti B pondus B. Capiti vero C, pōdus C, inter se æqualia. Potentia igitur in A, duo sustinebit pondera BC. Pondera verò ex æqualitate æquponderabunt. Quod si B potentia dicatur sustinens pondus C, aut C potentia sustinens pondus D, vel duæ potentiz inter se æquales, nihil refert. Vt cunq̄ enim id sit, fiet æquilibrium. Habemus igitur existis ad sustinendum pondus ex superiori parte appen-



## EXERCITATIONES.

125

appensum potentiam requiri ipsi ponderi æqualem. Animo posthæc concipiatur alia recta linea DEF, cuius integra longitudo si extenderetur, esset DE, EF. Appendatur in E pondus E æquale alteri ponderum B vel C, sint autem duæ potentia pondus E sustinentes D, F. Vtraque igitur dimidium sustinebit ponderis E, sed potentia quæ sustinebat pondus B, in C erat ipsi B æqualis, ubi appensio ponderis erat in superiori parte in A, hic autem, ubi appensio est in parte inferiori, vtraque potentia dimidium sustinet appensi ponderis. Videmus igitur illam appensionem quidem pondus nullatenus imminuere, hanc verò pondus ipsum, bifariam diuisum, sustinentibus potentijs impartiri. Hæc in lineis, Mathematicâ vsi abstractione, considerauimus, nunc verò eadem mechanicè perpendamus.



Sic igitur punctum A, vt in sequenti figura clausus paxillus, cui appensus funiculus BAC, & funiculi capitibus pondera BC, sit quoque anulus D, per quem traiectus funiculus EDF. Anulo autem cõiunctum

pondus G. His igitur ita constitutis, eadem demonstrabuntur quæ superius, nempe oportere vt fiat æquilibrium B, C, esse æqualia, tum potentias, quæ sunt in EF pondus G inter eas diuisum sustinere. Porrò volentes Mechanici

Q 3

funi-

funiculos circa paxillum, & anulum ad attollenda & deprimenda pondera mouere incommodè illis utique succedebat, clauo & anulo motum difficilem facientibus. Quamobrem ut difficultati occurrerent, ad locum clauo clauo ipsi orbiculum circumposuerunt, & anuli itidem loco orbiculum aptauerunt. Hæc autem agentes reipsius naturam non mutauerunt, sed sibi, ut diximus, ex orbiculis maximam commoditatem atq; facilitatem comparauerunt.

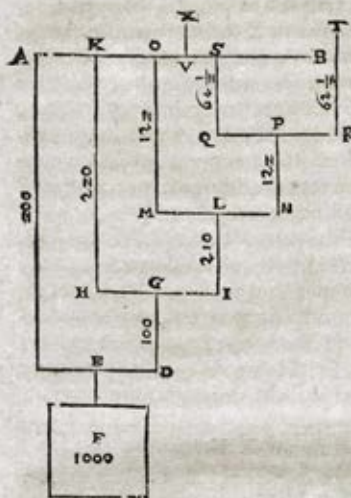
Ex his principijs tota Trochlearum ratio pendet, quæ tamen alia quoque consideratione in idem tendente examinari potest, quod quidem fecere veteres, & ipse, qui veteres optimè imitatus est, Guid. Vbaldus.

Vidimus utique nos, à potentia quæ est in B, pondus par sustineri in C, Potentiam autem quæ est in E dimidiū sustinere ponderis quod est in G. Nos igitur iisdem insistentes adiecta libra, vecteue, bifariam diuiso rem ipsam ex subiecto diagrammate lucidiorem faciemus.

Esto linea quædam stabilis seu trabs horizonti æquedistans AB, cui in A funiculus annectatur AC, cuius extremum C vecti cuidam alligetur CD, in medio diuiso vbi E, tum alteri vectis eiusdem extremitati D, funiculus nectatur DG, & à puncto E pondus appendatur F. puta librarum mille, Tum puncto G in medio vectis HI, funis religetur DG, & ex altero vectis extremo alligato fune HK commendetur loco stabili in K, & ab alio capite vectis vbi I ad medium vectis MN, vbi L, funis annectatur IL, tum ex vectis capite M, funis commendetur MO, loco stabili in O, & alteri capiti N, funis NP, qui alligetur medio vectis QR in P, & ex Q, funis QS. Commendetur loco stabili in S, & alteri vectis extremo R funis alligetur RT, cui quidem potentia sustinens applicetur in T. Dico igitur, rebus

## EXERCITATIONES.

127



rebus ita dispositis, potentiam in T ita se habere ad pondus F, vt vnum ad sexdecim, hoc est, in proportione esse subsexdecupla. Sunt autem hic veetes quatuor inferiorum cubiculorum loco, CD, HI, MN, QR, quorum centra E, G, L, P. quoniam enim A hoc est, C, vna cum potentia G, hoc est, D, sustinet pondus F alterum ponderis dimidium sustinebit C, alterũ vero D. erunt igitur vtrinque librę quin-

gentz. Tum potentia in K, hoc est, in H, vna cum potentia in L, hoc est, in I sustinebunt quingenta. Quare vtraque ducenta quinquaginta, sed hoc totum bifariam diuiditur inter potentias, O, id est, M, & P, id est, H. erunt igitur vtrinque centum viginti quinque. Ea autem summa iterũ bifariam diuiditur, hoc est, inter potentias S, id est, Q & T, id est, R, quare vtraque sustinet sexaginta duo cum dimidio. Sed numerus iste ad Millenarium ita se habet vt vnum ad sexdecim. Hinc colligimus, pondus totum inter loca stabilia diuidi, nempe A, K, O, S, & ipsam potentiam quę sustinet in T, & locis ipsis stabilibus quindecim partes integri ponderis, potentia verò T sextam decimam tantum

tantum commendari. Itaque si ex puncto V appendetur AB, in X potentia, quæ in X sustineret mille, minus sexaginta duo cum dimidio, quod quidem à potentia in T sustinetur; quod si alius adderetur orbiculus, & fierent quinque, potentia in T sustineret trigessimam secundam partem integri ponderis, hoc est, dimidium librarum sexaginta duarum cum dimidio, nempe triginta & vnam cum quarta parte, si item textus adderetur, potentia in T sexagesimam partem sustineret integri ponderis, hoc est, libras quindecim &  $\frac{1}{2}$  libræ vnus. Vnde patet clarè ponderis diminutionem fieri ex orbiculis inferioribus, non autem ex superioribus, superiores autem addi non necessitatis quidem, sed commoditatis gratiâ: neque enim ab quo superioribus vnico ductario fune fieri posset attractio & ponderis ipsius eleuatio. Hactenus igitur nobis isthæc de Trochleæ natura & vi post alios, considerasse sit satis.

## QVÆSTIO XIX.

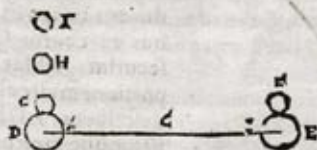
*Dubitat Philosophus, Cur si quis super lignum magnam imponat securim, de superg, magnum adiciat pondus, ligni quippiam quod curandum sit, non diuidit, si verò securim extollens percutiat, illud scindit, cum alioquin multo minus habeat ponderis id quod percutit, quam illud quod superiacet  
& premit?*

**P**OTerat Aristoteles, ni fallimur, rem breuius & vniuersalitus proponere. Scilicet cur motus ponderi addat pondus & efficacius ex motu quam ex immoto pondere mota res operetur. Soluit autem. An, inquiens, ideo fit, quia omnia cum motu fiunt, & graue ipsum grauitatis magis assumit motum, dum mouetur quam dum quiescit. Incumbens igitur connatam graui motionem non mouetur, motum verò & secundum hanc mouetur & secundum

## EXERCITATIONES.

179

dum eam quæ est percutiētis? Hæc præclarè quidem, cætera autem, quæ de cuneo iterat, nempe ad vectem eius operationem referri superius confutauimus. Porro effectus huius, de quo agitur, disputatio illuc spectat, videlicet ad cadentium atque proiectorum naturam. Ad maiorem autem rei euidentiam hæc addimus.

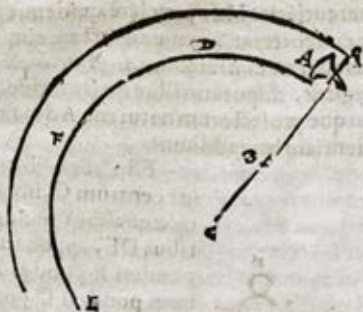


Esto libra AB, cuius centrum C, libra ta æqualibus ponderibus DE, apponatur ponderi E pondus F, item ponderi D pondus G ipsi ponderi F æquale, æquilibrabit

itidem, Modò non apponatur simpliciter pondus G sed ex H in lancem A dimittatur, tunc sanè non æquilibrabit, sed libram deprimet. Duo enim in pondere dimisso considerantur pondera, naturale scilicet, & quod motu ipsi moto, ponderi est acquisitum. Itaque quo motus fuerit maior, puta si cadat ex I, grauitas ex maiori motu fiet maior. quod vtrique efficacius fieret si pondus G non dimittetur modo remoto prohibente, sed proijceretur. Tunc enim tria concurrerent, grauitas naturalis, grauitas acquisita ex naturali motu, & ea quæ naturali adijcitur ex violentia. Pondus igitur securi impositum & securis ipsius naturalis grauitas naturali tantum grauitate operantur, & ideo minus efficaciter. Huc autem ea ferè pertinent quæ nos à principio de duobus centris retulimus, naturalis nempe grauitatis, & acquisitæ.

Cæterùm cur mallei & securis ictus sit violentissimus, ideo fit quod non ex vnico neque duplici, sed ex triplici grauitate operetur. Esto enim securis A, cuius manubrium AB, brachium vero securi vtentis BC, erit igitur C

R locus



locus vbi humero  
brachium iungi-  
tur, motus ipsius  
centrum, attollit  
autem securim is  
qui percutit, & re-  
tro ad scapulas re-  
ducens totis viri-  
bus ex centro C  
securim vibrat,  
portionem circuli  
describens ADE  
ictumque faciens

in E. Vires igitur acquirit securis, tum ex naturali grauitate, cadens ex D, in E tum ex proprio pondere, tum etiam ex violentia eidem à percussente impressa. Fiant autem motus tam naturalis quàm violentus eo validiores, quo maius est spatium, quo res mota mouetur, idque præcipue cum violentia ipsam secundat naturam. Itaque maior sit ictus in E quàm in F, & in F maior quàm in D. Item violentius feriret percussiens, si manubrium esset longius, puta BG. Tunc enim maior esset circulus GH, & motus tum prolixior, tum velocior. quo igitur longiora habet brachia is qui securi malleo utitur, data virium paritate, ex eadem ratione validius percellit. Est autem securis, vel malleus cuneatus, vel cuneus malleatus manubrio insertus. An autem operetur efficacius cuneus malleo percussus, aut cum manubrio motus, vt fit in securi, data aciei & ponderis æqualitate, difficile est determinare. Certè validius, & certius fieri scissionem ex cuneo & malleo, ratio est, quod cuneus adactus, nec inde remotus eam in terram seruat, quam antea fecerat partium separationem, quod

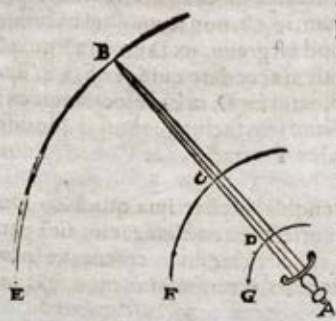
quod quidem securi non accidit, quæ adacta ad nouam percussionem faciendam extrahitur.

Hoc etiam consideramus, securis in circulo motum, ex A in D, esse videndum, id est, non secundum naturam, sursum enim fertur quod est graue, ex D verò in F mixtū: magis autem ad naturalem accedere qui fit ex F in E. Tardior ergo ex A in D, velocior ex D, in F, velocissimus ex F in E; quædam quæ ad hanc rem faciunt, egregiè considerat Guid. Vbald. in calce Tractatus, De Cuneo; ipsum consule.

Ad hæc succurrit nobis pulcherrima quæstio. Dubitari enim potest, vtrum ictus ex ense efficacior sit à parte quæ est circa aciem, aut circa medium ensẽ, vel prope manubrium capulumue; etenim hinc inde sunt rationes.

Esto quidem ensis AB, cuius capulus A, spiculum verò B, centrum grauitatis C, pars capulo proxima D. Librato itaque gladio tres sunt circulorum portiones BE, CF, DG, quæritur quo loco ictus sit validior, nempe in E, in F, vel in G. Videtur validiorem futurum in E, quippe quod ex maiori semidiametro AB, maioris sit circuli portio BE, & ideo velocior motus ex B in E. Contra efficaciorẽ futurum apparet in F, propterea quod ibi ex centro C totius fiat grauitatis impressio, fieri autem validissimum in G, licet ibi motus sit tardior inde videtur, quod si consideretur ensis vt vectis, cuius fulcimentum est A, potentia premens in B, ponderis vero loco resistentia rei quæ percutitur in D. Maior est autem proportio BA, ad AD, quam BA ad AC, & ideo violentior fiet pressio ex ictu in D, quàm in C. Hæc hoc pacto consideratis, putarem ictum efficaciorẽ fieri in F ex medio C, quam ex extremis & oppositis partibus EG. Licet enim in B velocitas sit maior, deest ibi pondus. Si enim ensis iterum vt vectis consideretur, e-

runt AB, duo fulcimenta sustinentia pondus in C, ubi grauitatis est centrum. Si igitur paria fuerint spatia BC, CA,



in B erit dimidium ponderis C, quantum ergo velocitate præualet ictus in B, tantum ponderis amittit. D verò plus quidem de pondere participat, sed velocitatis habet minimum, in C verò velocitas est mediocris, tota tamen ipsius ex grauitatis centro ponderis fit impressio.

Quidam, quod huc pertinet, vt ex acie ipsa quæ longius à capulo abest, violentissimum facerent ictum, Argentum viuum, quod sui naturam grauissimum quidem est & mobilissimum in canali à manubrio ad verticem excauato infundunt, quo in gladij descensu ad verticem velocissimè delato illuc transfert grauitatem totam, quare tum velocitate tum grauitate concurrentibus ictus fit violentissimus & longè validissimus.

#### QVÆSTIO XX.

*Dubitatnr, Cur statera qua carnes ponderantur, paruo appendiculo, magna trutinè onera, cum alioqui tota, dimidiata existat libra, altera vero parte sola sit statera?*

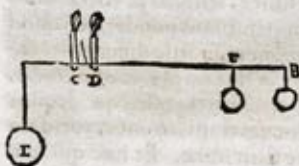
**S**oluit Philosophus, inquiens, stateram simul, & vectem esse & libram, ipsius verò libræ centra seu fulcimenta esse



## EXERCITATIONES.

133

esse ibi ubi fit suspensio. Pondera verò hinc inde in lance & appendiculo, loco scilicet æquipondij, appendiculo succedente. Reducit autem demonstrationem ad ea quæ statuit ipse Mechanica principia; nempe ad circulum & circuli virtutem. Ait igitur, appendiculum licet parui ponderis sit, ideo maiori ponderi virtute æquari, quod longius à centro, hoc est, ab ipso fulcimento sistatur. quicquid tamen sit, stateram esse vectem, res est exploratissima.



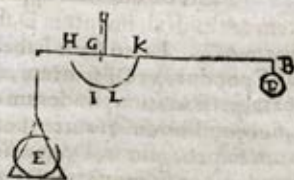
Esto igitur statera AB, cuius appendiculum currens F, fulcimentum centrumve C, lanx quæ catena suspenditur E spatium à loco fulcimenti ad appendiculum CF, quod verò à fulcimento ad catenam, ex qua lanx appen-

ditur AC. Intelligatur autem & aliud fulcimentum D, sitque maius spatium AD, quam AC. Porro ita se habeat pondus in E ad appendiculi F pondus, ut CF spatium, ad spatium AC, quo casu servata, permutatim, ponderum & brachiorum proportione, fiet æquilibrium. Si autem ponderibus ita constitutis iterum suspendatur in D, non fiet æquilibrium, propterea quod minor sit proportio DF ad DA, ea quæ est FC ad CA. Minor ergo est proportio FD ad DA, quam ponderis E ad pondus F, & idcirco facta suspensione prævalebit pondus E ponderi F. Itaque ut iterum fiat æquilibrium, necesse est iterum proportionibus brachiorum seu spatiorum proportionibus ponderum æquare. Transferatur igitur (lancis interim immoto pondere) ipsum appendiculum in B, fiatque ut FC ad CA, ita BD ad DA. Stabit autem iterum statera ad eam redacta quam

R 3 dixi.

diximus brachiorum & ponderum permutatam proportionem.

Nos stateris utimur ex duplici fulcramento, altero propiori, altero à lance seu loco, ubi lanx appenditur, remotiori, illa grauiora appendimus pondera, & non per uncias & libras, sed per libras tantum & selibra ponderamus; & hoc stateræ latus eo quod minus minutè sit diuisum, vulgo nostrates Grossum, hoc est, rude & crassum appellant. Aliud verò, cum fulcimentum est loco appenditionis lancis vicinius, & per libras, selibras & uncias diuiditur, quo quidem minora appendimus pondera, eò quod exquisitiore contineat diuisionem, subtilè dicunt. Re & igitur dicebat Philosophus, in statera plures esse libras, quanquam & ea quoque de causa dici possit, quòd, quot sunt appendiculi, e loco in locum translationes, totidem ex proportionum variatione fiant libræ. Et hoc quidem sensisse videtur Aristoteles.



Possemus & alio modo statera uti, nempe stabili appendiculo, mobili autem fulcramento. Esto enim statera AB, cuius lanx C appensa in A, appendiculum verò stabile D, appensum in B, Apponatur ipsi lanci C, pondus E. Vnicum ergo fiet corpus CEABD constans ex lance, libra & ponderibus. Habet ergo hoc totum grauitatis suæ centrum, quod quidem ubi sit est ignotum. Ex illo autem inuento si corpus totum appendatur, partes æque ponderabunt. Appendatur autem, puta in G, sit autè grauitatis centrum in H. Quoniam igitur H est extra fulcimentum G, declinabit stateræ pars GA, centro G per  
cir-

## EXERCITATIONES.

135

circuli portionem HI, à centro grauitatis in ipsa descensione descriptam. Si autem grauitatis centrum fuerit vbi K, eo quod ibi quoque sit extra fulcimentum G, descender pars GB, describente interim grauitatis centro K, circuli portionem KL. Itaque si stateram totam eum ponderibus trahamus peilamusq; vltro citroq; immoto appendiculo erit aliquando fulcimentum in ea linea perpendiculari vel loco ipso, vbi est grauitatis centrum, quo casu statera stabit, & tunc ita erit diuisa, vt fiat brachiorum & ponderum eadem ratio, ordine permutato. Hic autem modus ideo non est in vsu, quod molestum sit libram seu stateram cum ponderibus vltro citroq; transferre, quæ difficultas commodè appendiculi mobilitate vitatur.

## QVAESTIO XXI.

*Quæritur, Cur facilius dentes extrahunt Chirurghi, denti forcipis onere adiecto, quam si sola manu vtantur?*

**R**esponde tPhilosophus, An quia ex manu, magis quam ex dentiforcepe lubrius elabitur dens? An ferro id potius accidit quam digitis, quoniam vndique dentem non comprehendunt, quod mollis facit digitorum caro: adhæret enim & complectitur magis. Hæc secunda ratio videtur primam destruerè, & contrarium prorsus sententiæ, quæ in problemate proponitur, asserere. Si Græca ad verbum reddas ita habent: An magis ipsa manu labile est ferrum, & ipsum vndique (dentem nempe) non complectitur, caro autem digitorum cum mollis sit, adhæret magis, & vndique congruit. Certè vt sententia non sit contraria propositioni, Græca versio ita videtur concinnanda: Vel magis è m. n. c. l. bitur, mollis enim est digitorum caro, ferrum autem circumplectitur, & heret magis, quicquid sit, Græcam lectionem contrarium ei quod quæritur,

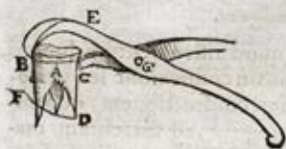
tur, affirmare certum est. Pico-lineus, Idco, inquit, digitorum caro mollis minus aptè extrahit, quod dentem comprehendere non potest, quod ferrum ob suam duritiem & constantiam commodissimè facit. Sensus ex mente reddidit, quod ex verbis non poterat. Subiungit denique Aristoteles, An quia dentiforcipes sint duo contrarij vectes vnicum habentes fulcimentum, ipsam scilicet instrumenti partium connexionem. Hoc igitur ad extractionem vtuntur \*\*, vt facilius moueant. Figuram hoc pacto proponit Philosophus.



Esto dentiforcipis alterum quidem extremum vbi A, alterum autem quod extrahit B, vectis vbi ADF, alter vectis, vbi BCE, fulcimentum verò CGD connexio vbi G. Dens autem pondus: utroque igitur vecte B, & F simul comprehendentes mouent. Hæc ille. At tamen rem ipsam subtilius considerantibus aliter videtur habere, ac ipse asserat. Et sanè dentisforcipis brachia vectes esse, quorum commune fulcimentum est in ipso centro vbi vertebra, nemo negauerit. Dentem autem pondus, ego quidem absolute non dixerim. Pondus autè hic proprie est ipsa dentis durities, cuius resistentia eo facilius superatur, quo maior est proportio brachiorum à manu ad vertebram, ad partem illam quæ à vertebra est ad dentem. At dentis ex constrictione fractio nihil facit profus ad extractionem: id tamen operatur brachiorum longitudine dentiforceps, quod valide ex vectrum oppositorum vi dentes constringit & extractioni commodum reddit & facilem. Neque enim totus Dentiforceps hic ceu vectis vnicus operatur, quod fit in forcipibus quas Tenaleas vocamus, quibus è tabulis clauis reuelluntur, qua de re nos questione 6. verba fecimus. Quo pacto autè

dentis ex Dentiforcipe extractio ad vectem reducatur, subtilius est perpendendum, neque enim res est in propatulo.

Dicimus igitur, tum dentem ipsum, tum dentiforcipem vectes esse, varia tamen ratione & satis sane diuersa. Dens enim fit vectis eius nempe naturæ quæ fulcimentum habet in angulo, quo casu ipsius Dentiforcipis partiū, quibus Dens apprehenditur, ea quæ longior est potentia mouentis loco succedit, breuior vero fulcimentum facit, Dentis vero resistentia ponderis vices refert.



Esto enim dens quidem A, cuius diameter BC, longitudo vsque ad extremas radices CD, pars dentiforcipis breuior CG, longior BG. Fit ergo vectis BCD, habens fulcimentum in C. Den-

te igitur apprehenso in BC, & manu dentiforcipe ceu vecte ad inferiora compresso C, fit fulcimentum centrum. Stante enim puncto C, trahente autem potentia quæ est in B, fit motus ipsius B, per circuli portionem BE, radice vero D, fit motus per DF, & inde ipsius dentis extractio facilis. Quibus consideratis vt rem ad proportiones quatenus fieri potest reducamus, dicimus, quo maior fuerit proportio BC, ad CD, hoc est, partis vectis, quæ à fulcimento ad potentiam ad eam quæ à fulcimento est ad pondus, eo facilius fieri dentis auulsionem, quod vtrique demonstrandum fuerat.

Porro quod in calce quæstionis addit Philosophus, Dentes commotos facilius manu extrahi quam instrumento, nulla ratione probat. Ego autem arbitror, huc pertinere ea verba, quæ superius habentur, videlicet fer-

rum quidem non vndique dentem comprehendere, quod mollis facit digitorum caro, quæ idcirco adheret & completitur magis. An autem ita sit, alij videant, nobis enim digito rem ostendisse fuerit satis.

QVÆSTIO XXII.

*Hic quaerit Aristoteles, Cur nuces absque ictu facile confringantur instrumentis quæ ad eum faciunt usum, & hoc licet multum auferatur virium, cessante motu & violentia, quod accidit dum malo confringuntur. Addit præterea, citius fieri confectionem graui, & duro instrumento ferreo videlicet quàm ligneo.*

**S**oluit, inquit, id fieri quod instrumentum duobus vectibus constet, coeuntibus in connexionione seu vertebra, & idcirco eo violentius fieri confectionem, quo minus est spatium à nuce, quæ frangitur, ad vertebra. magis verò quod à vertebra ad extremitates, quæ confringentis manu comprimuntur. Ait igitur, & id quam opposite, vim ex vectibus ictus loco succedere & idem operari.

Est igitur instrumentum, de quo agimus CDBF, ex duobus vectibus constans, quorum alter CAF, alter verò DAB vertebra seu connexio A locus ubi nux frangitur K, manubria vero BF. quo igitur prolixiores erunt AB, AF, breuiores vero ACAD, violentius fiet confractio. Erit autem nucis resistentia loco ponderis A, fulcimentum BF loco potentia. Itaque nō maior sit proportio potentia ad resistentiam, quam brachij à potentia ad fulcimentum ad eam partem quæ à fulcimento est ad nucem, non fiet confractio. eo autem magis superabit, quo maior



## EXERCITATIONES.

139

maior fuerit pars vectis quæ à potentia ad fulcimentum.

Quod autem addit Aristoteles, eo maiorem fieri vectium eleuationem, hoc est, instrumenti a peritionem, quo magis nux quæ frangitur, fuerit propior fulcimento, hoc est, ipsi vertebræ, facile ostenditur ex conuersa 21. propos. lib. 7. Elem. si enim ab extremitatibus vnius lineæ ad easdem partes constituantur duæ lineæ maiores concurrentes in angulo, & ab iisdem extremitatibus duæ alix minores, quæ intra triangulum à maioribus constitutum cadant, maiorem angulum continebunt. At talis est angulus qui fit in instrumento, cum partes vectis à vertebræ ad nucem fuerint breuiores. magis ergo dilatantur vectes, & magis dilatati magis comprimuntur, magis autem compressi validius frangunt, quod dixerat Aristoteles.

Cæterum & illud quod scribit, ex grauiori & duriori materia instrumentum citius fractionem facere, quam ex leuiori & minus dura, ex parte quidem materiæ verum est, nec pertinet ad proportionem, quæ sane in huiusmodi instrumentis formæ ferè habent rationem. Nos hisce instrumentis non vtimur. Sunt autem similia instrumentis illis, quibus figuli cretaceas pilas ad chirobalistarum vsum facere & efformare consueuerunt.

## QVÆSTIO XXIII.

**P**vlcherrimam proponit hoc loco Philosophus contemplationem, eamque ad mixtos motus pertinẽtem. Mixtorum autem motuum speculationem antiquis Mechanicis fuisse tum vtilẽ tum etiam familiarem, norunt ij qui norunt quæ de lineis spiralibus Helicisue, cylloidibus, conchoidibus & alijs eiuscemodi scripta & contemplata reperiuntur, quibus tum ad duarum mediarum pro-

140

## IN MECHAN. ARIST. PROBL.

portionalium inuentionem, tum ad circuli quadratio-  
nem uti solent. Quod autem hic quaerit Aristoteles, ita te  
habet.

*Cur si duo extrema in Rhombo puncta duabus ferantur lationibus,  
handquaquam aequalem utrumque eorum pertransit rectam, sed  
multo plus alteram? Item cur quod super latus fertur, minus per-  
transit quam ipsum latus. Illud enim diametrum pertransire  
certum est, hoc vero maius latus, licet hoc unica, illud au-  
tem duabus feratur lationibus?*

Difficile hoc intellectu prima fronte, & sane admi-  
rabile, itaque intentam contemplationem requirit. Nos  
primo cum Aristotele, rem totam explicabimus, tum ali-  
quid fortasse non pœnitendum nostro de promptuario  
proferemus.



Esto itaque Rhombus ABCD,  
cuius latera AB, BD, DC, CA, diame-  
trorum maior AD, minor BC, secan-  
tes se inuicem in puncto seu figuræ  
centro K. Sunt autē ex ipsius Rhom-  
binatura latera æqualia & parallela,  
Angulorum vero qui maiori diame-  
tro opponuntur, recto maiores, qui  
vero minori minores. His igitur con-  
sideratis, intelligatur punctum A mo-  
ueri peculiari & simplici motu, per li-  
neam AB, ab A versus B, & eodem tē-

pore moueri totam lineam AB, versus lineam DC, hac ta-  
men lege, ut semper eidem DC, feratur parallela, & eius  
alterum extremorum fecatur per AC, alterum vero per  
BD. Intelligatur etiam punctum B moueri eodem tem-  
pore proprio motu, eoque simplici, per eandem rectam  
BA, versus A, & cum eadem, ut dictum est, mota ferri ver-  
sus



## EXERCITATIONES.

141

fus CD. Erunt autem semper AB puncta in eadem linea  
 quæ mouetur, sibi inuicem ex contrarijs partibus occur-  
 rentia. Itaque cum ex duobus motibus semper propor-  
 tionalibus, hoc est, laterum proportione seruata, recta  
 producat, vt demonstratum est à principio, vbi produ-  
 ctio circuli ex Philosophi mente est declarata, vtraq; pun-  
 cta quæ eandem laterum proportionem seruantia mouen-  
 tur, rectas lineas producet A quidem AD, B autem ipsam  
 BC. Feratur igitur A, tum mixto tum simplici motu per  
 diametrum AD. B vero quoque tum mixto, tum proprio  
 per diametrum BC, supponitur autem motus omnes sim-  
 plices, tum punctorum, tum etiam lineæ, à qua puncta ipsa  
 feruntur, æquali velocitate fieri. Illud igitur mirabile est,  
 cuius etiam ratio queritur, quo pacto eodem tempore ea-  
 demque velocitate latum A quidem totam percurrat AD  
 maiorem, B vero totam BC, eamque longe minorem.  $\epsilon$   
 Porro necesse fuit rem in Rhombo speculari, non autem  
 in quadrato & altera parte longiori rectangulo, in quibus  
 diametri (quod Rhombo non accidit) sunt æquales. Ima-  
 ginemur igitur A, proprio motu percutisse spatium AE,  
 nempe ipsius AB lineæ dimidium. Erit igitur in E, item li-  
 nearum totam AB eodem tempore pertransisse dimidia op-  
 positarum linearum, ACBD, & esse translata, vbi FKG.  
 Quoniam igitur æquali celeritate lineæ AB extremitas  
 A, translata est in F & A, punctum per eam motum in E, e-  
 rit spatium AE, æquale spatio AF. Ductis igitur lineis  
 FKG, EF, H lateribus AB, AC & quidistantibus, erit figura  
 AEKF. Rhombus similis quidem Rhombo ABCD, recta  
 igitur FK æqualis erit oppositæ AE. quare A punctum,  
 translatum erit ex mixto motu in K. Eodem pacto quoniã  
 punctum B. eadem velocitate mouetur versus A, & lineæ  
 AB versus CD, cum B fuerit in E extremum lineæ motæ  
 BA, nempe B erit in G, æquales ergo sunt BE, BG & Rhom-  
 bus

bus EBGK, circa diametrum BKC ipsi Rhombo ABCD similis, & ideo GK æqualis oppositæ BE & BG æqualis EK. Cum ergo B confecerit spatium BE, erit ex mixto motu in K, superato nempe spatio BK, idque eodem tempore quo A percurrerat totum spatium AK. Ex æquali- gatur simplicium motuum velocitate, in æqualia spatia AB puncta pertransierunt, quæ res miraculo, cuius dilu- tio quaeritur, præbet occasionem.

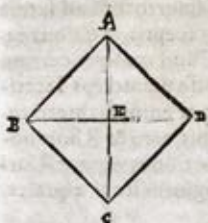
Porro quod de dimidijs diametris demonstratum est, possumus & de totis eadem ratione concludere, quippe quod eadem sit proportio partium ad partes, quæ totius ad totum. Hæc igitur prima est pars propositæ qua- stionis. Secunda vero dubitatio ita habet; Nempe mirum videri punctum B, cum peruenerit in C, extremum lineæ BA, videlicet ipsum B, translatum esse in D, licet æquali- ter moueantur lineæ BA, per lineam BD, & punctum B per lineam BA. sitque BC ipsa BD maior. Primam dubitatio- nem hoc pacto soluit Philosophus; A fertur tum proprio, tum alieno motu, hoc est, lineæ AB versus oppositam par- tem CD, itaque cum vterque motus deorsum vergat, mo- tus sit velocior. Contra vero B proprio quidem motu fer- tur versus A, hoc est, sursum, alieno vero, hoc est, lineæ BA versus D, hoc est, deorsum, qui motus cum inuicem aduer- sentur, motus ipse sit tardior, non igitur est mirum, A eod- em tempore maius spatium pertransire quam B.

Hæc solutio non modo vera videtur, sed mirabilis & ipsomet Philosopho dignissima, cui quidem temerariū iudicaremus contradicere, nisi in genere versaremur, in quo non probabilia quaeruntur, sed demonstrata, sed vera. Futilem igitur esse rationem hanc ipsius Aristotelis pace, hoc pacto ostendemus.

Esto quadratum ABCD, cuius diametri AC BD se- cantes sese in E, moueatur eodem pacto BA, versus CD,  
item

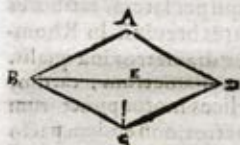
## EXERCITATIONES.

143



item A, versus B, & B versus A, itaque punctum A tum proprio tum alieno, hoc est linea illud deferentis motu deorsum truder, hoc est, versus CD. Motus ergo velocior erit motu puncti B, quod latioribus fertur ferè contrarijs, hoc est, ex B versus A sursum, cum linea autem BA versus C deorsum. Velocius tamen non mouetur, quippe quod æquali tempore æquale

spatium vtrumque punctum conficiat. Stante igitur causa sequi debuisset effectus; non sequitur autem, Aristotelis igitur causa non est causa. Rhombo quoque inuerso idem clarius ostendemus hoc pacto: Sit Rhombus ABCD,



cuius diametri AC, BD secantes sese in E. Mota igitur linea AB versus CD, nempe deorsum & A quoque deorsum versus B, contra vero B quidem sursum versus A, deorsum vero versus C, erit B tardior A, sed

contrarium fit, quippe quod longior sit BD, per quam mouetur B ipsa AC, per quam mouetur A.

His igitur non satisficientibus veriorum si perimbecillitatem nostram licuerit, huius effectus causam inuestigabimus. Rationibus igitur & veritate contra auctoritatem & probabilitatem est nobis pugnandum: quod & intrepide faciemus.

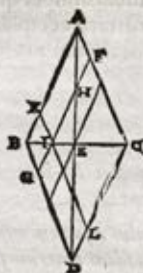
Dicimus igitur, in quouis parallelogrammo sit illud quadratum aut altera parte longius, vel idem Rhombus Rhomboisue semper mixtos motus proportionem seruata fieri

fieri per diametros. Cæterum diametrorum ad latera proportionones esse varias (quadratis exceptis, in quibus eadem est semper) exploratissimum. Illud quoque certum est, in rectangulis nunquam dari posse diametros lateribus utcunque captis æquales, semper enim diametri rectis angulis subtruduntur. In Rhombis vero & Rhomboidibus diametrorum ad latera proportionones variant. Dari enim possunt diametri lateribus longiores item æquales, & lateribus quoque ipsis breuiiores.

Itaque diametrorum & laterum varia adinuicem ratione se habentibus, attentis proportionibus, mixtorum & simplicium motuum diuersa fiet, & varia comparatio. in quadratis motus mixtus, qui per diametros semper velocior erit simplici qui per latera, Idem quoque in altera parte longiori, in quo mixti quidem motus per diametros erunt velociores, simplices vero qui per latera, tardiores quidem, sed ex illis tardior qui per latera breuius. In Rhombis autem mixtus motus qui fit per diametros inæqualis. Velocior enim qui per longiorem diametrum, tardior qui per breuiorem. Itaque simplices motus punctorum per latera ad eum qui fit per diametros, non eodem pacto se habent. Porro cum Rhomboides varix sint diametrorum ad latera habitudines, varia quoque dari potest proportio. aliquando enim diametri dari possunt lateribus maiores quandoque, alter eorum minor. Si autem Rhombus in duos soluaturs triangulos, alter diametrorum datur æqualis æqualibus lateribus æquicurium triangulorum; itaque in istis mixti motus per diametros æque veloces erunt simplicibus, qui per latera longiora, velociores autem illis qui per latera breuiora. His igitur hoc pacto non perfunctione consideratis, facile ex proprijs causis, nisi fallimur, hocce Aristotelicum & mirabile Problema soluitur. Esto

## EXERCITATIONES.

145



Est enim Rhombus  $ABDC$ ,  
 cuius diameter longior  $AD$  maior sit  
 tum lateribus, tum etiam altera dia-  
 metro  $BC$ . secent autem se inuicem  
 diametri in  $E$ . Ducaturque ipsis  $AB$ ,  
 $CD$ , parallela  $FG$  secans longiorem  
 diametrum  $AD$ , in  $H$ , breuiorem vero  
 $BC$  in  $I$ . & per  $I$  ipsis  $BD$   $AC$  paral-  
 lela ducatur  $KIL$ , Cum ergo  $B$  mixto  
 motu per diametrum  $BC$  erit in  $I$  &  
 $A$  per diametrum  $AD$ , mixto simili-  
 ter motu erit in  $H$ , & quia motus mix-  
 ti fiunt per diametros, vt dictum est,  
 vt se habet  $AD$  ad  $BC$ , ita  $AE$  ad  $EB$ , per 15. propos. 5. elem.  
 item vt  $AE$  ad  $EB$ , ita per 4. propos. 6.  $AH$  ad  $BI$ . est enim  
 $IH$  ipsi  $AB$  parallela. Longior est autem  $AH$  ipsa  $BI$ , quip-  
 pe quod  $AE$  longior sit ipsa  $EB$ . motus igitur mixtus pun-  
 cti  $A$  per diametrum  $AD$  vsque ad  $H$  velocior est motu  $B$ ,  
 per diametrum  $BC$  vsque ad  $I$ . Mota igitur linea  $AB$  mo-  
 uebuntur communia eius & diametrorum  $BC$ ,  $AD$  pun-  
 cta, quibus secantur semper diametrorum proportione  
 seruata. Quibus ita se habentibus, nil mirum est punctum  
 $A$  motum per  $AD$  velociorem esse mixto motu puncti  $B$ ,  
 quod per minorem diametrum fertur  $BC$ . quod fuerat  
 demonstrandum, quatenus vero ad secundam problema-  
 tis partem pertinet, dicimus Propositionem non esse vni-  
 uersalem. Si enim Rhombus detur, ex duobus æquilateris  
 triangulis constans, breuior diameter lateribus erit æqua-  
 lis, quare non mouebitur citius motu simplici punctum,  
 per latus ac faciat mixto per minorem diametrum, quod  
 vt mirum proposuerat Aristoteles. Si autem latus ipsum  
 breuiori diametro sit longius, nec mirum quoque erit sim-  
 plici motu moueri velocius quam mixto, quippe quod, vt  
 dictum

T

dictum est, motus isti à proportionibus linearum, per quas mouentur, legem velocitatis atque tarditatis accipiant. Hæc igitur nos circa hoc mirabile Aristotelicum problema considerare sit satis.

QVÆSTIO XXIV.

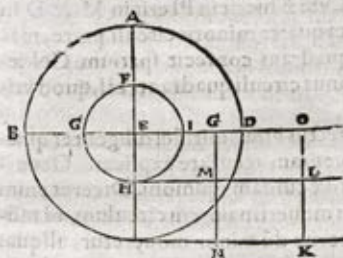
**M**irabilem aliam quæstionem proponit Aristoteles, quæ itidem ad mixtos motus pertinet.

*Dubitatio est, quam ob causam maior circulus aequalem minori circulo circumuoluitur lineam, quando circa idem centrum fuerint positi. Scorsum autem reuoluti quemadmodum alterius magnitudo ad alterius magnitudine se habet, ita & illorum adinueniuntur lineæ: Præterea uno etiam & eodem utrisque existente centro. Aliquando quidem tanta sit lineæ, quam conuoluuntur, quantum minor per se conuoluitur circulus, quandoq; uero quantum maior.*

Hæc ille, qui ut probet maiorem circulum in sua rotatione maiorem lineam pertransire, minorem uero minorem; ait sensu cognosci angulum maioris circuli, id est, eius qui maiorem habet circumferentiam, esse maiorem, eius uero qui minorem, minorem. Ita autem se habere circumferentias ut se habent anguli, & eandem proportionem habere per quas tum maior, tum minor circulus circumuoluitur. Ad quorum clariorem intelligentiam ea reuocare oportet in memoriam, quæ dixit de maiorum circulorum ad minores circulos nuntio. Hic enim, quod ibi quoque fecerat, sectorem ipsum angulum appellauit, angulum uero maiorem maioris circuli sectorem, & minorem angulum minoris ipsius circuli sectorem dixit. Claudit igitur dicens: quoniam circumferentiæ se habent ut anguli, hoc est, ut sectores, maior erit circumferentia maioris circuli, & ex consequenti maior lineæ, per quam cir-

## EXERCITATIONES. 147

cumuoluitur, ea per quam minor. Démonstrationem vero ex sensu petijt. Satautem erat si dixisset, ita se habere circumferentias vt se habent diametri seu semidiametri, & ideo lineas in rotatione descriptas inuicem se habere vt diametros. Obscuriusculè, hæc sua figura ostendit Aristoteles. Nos igitur claritatem amantibus, nostram aliquanto, ni fallimur, clariorem, proponemus.

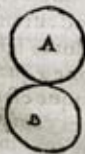


Esto circulus maior ABCD, minor FGHI, circa idem, & commune cœtrum E. Circumuoluitur maior ad partes D. Sint autè diametri, maioris quidè AEC, BED, minoris verò FEH, GEI, sitque CD, quadrans maioris,

HI vero minoris circuli. Moto igitur maiori circulo secundum absidem, cum D fuerit in K erit CK ipsi CD æqualis, fietq; DE ex puncto K perpendicularis ipsi CK, eritq; vbi KO, & quia punctum I est in linea DE, erit I facta quadrantis rotatione in linea KO vbi L, centrum vero E in ipsa KO, vbi O. Reuoluto igitur quadrante maioris, & confecto spatio CK minoris circuli quadrans HI conficiet spatium HL, quod ipsi CK spatio est æquale. quod autem in quadrantibus fit, in totis etiam fit circulis. Motus igitur minor circulus circa centrum E, vnica rotatione æquauit spatium rotationis maioris circuli. Mirabile itaque est minorem circulum eodem tempore & circa idem centrum circumuolutum, lineam pertransisse æqualem circumferentiæ maioris circuli. Nec secius admirationem facit rotato

tato minori circulo, maiorem vna circumuolutū lineam metiri circumferentiæ minoris circuli æqualem. Rotetur enim minoris circuli quadrans HI per rectam HL. erit igitur punctum I vbi M, æquali existente recta HM, ipsi curvæ HI. Tunc autem facto motu centrum E erit vbi P, existente EP, ipsi HM æquali, demittatur autem ex P per M, ipsi HL CK perpendicularis PMN. Et quoniam in eadem linea sunt DIE, vbi E fuerit in P erit in M, & D in N. quā obrem rotata quarta minoris circuli parte, maioris interim circuli quadrans confecit spatium CN æquale ipsi HM, hoc minus circuli quadranti HI, quod vti- que est admirabile.

Porro causam effectus huius mirifici diligenter quærit Philosophus, & inuentam accurate explicat. Occurrit autem primo absurdæ cuidam opinioni. Diceret enim quispiam, ideo tardius moueri maiorem circulum, ad motum minoris, quod interim dū minor moueretur, aliquas inter rotandum moras interponeret, minor vero ad motum maioris spatia aliqua transiliret, & ita spatiorum fieri ad æquationem. Porro demonstrationem aggressurus hæc assumit principia. Eandem æqualemue potentiam, aliquā magnitudinem tardius quidem mouere, aliquam vero celerius. quod autem natum est aptum moueri, tardius moueri, si simul cum non apto nato moueri, moueatur, quam si separatim moueretur, celerius autem si non simul cum eo moueatur. Esto enim corpus A leue quidem & aptum natum moueri sursum, cui connectatur B, aptum natum moueri deorsum, Si quis igitur mouere conetur corpus A sursum difficilius mouebit, & tardius iunctū nempe ipsi B, quam si ab ipso esset seiuictum. Præterea quod non suo, sed alieno motu mouetur, impossibile esse plus eo moueri qui mouet.

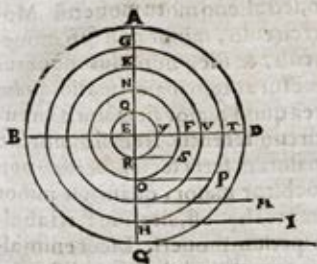




mo uet, si quidem non suo, sed alieno motu mouetur. Moto igitur suo motu maiori circulo, minor non suo mouetur, sed motu maioris circuli, & ideo non plus mouetur quam ille moueatur, mouetur autem maiori spatio quam ex se moueretur, propterea quod maior sit maioris circuli, à quo simul defertur, circumferentia. Item si minor suo motu circumuoluatur, maiorem feret secum, & ideo non plus in sua rotatione mouebitur maior, quam ipse minor circulus moueatur. Summa rei hæc est, alterum ferri ab altero & latum ad ferentis spatium moueri. Licet enim altero moto, alter interim moueatur, nihil refert. Est enim ac si is qui fertur, nullam habeat motionem, aut sic eam habeat, ipsa nequaquam utatur. quod non fit si uterque separatim circa proprium centrum moueatur, tunc enim magnus magnum, paruus uero paruum spatium conficit. Hinc decipit ait Aristoteles illum, qui putat utrumque circum per se super idem centrum in rotatione moueri, licet enim uideatur, re uera non est. Id enim utique certum est, cum à maiori circulo minor fertur, circa maioris centrum motum fieri. Si uero maior à minori feratur circa minoris circuli centrum motum fieri. Hæc ferè Philosophi est ueniens, cuius solutionem esse certissimam, & ex ueris causis non dubitamus.

Hinc ad aliam eamque certam assertionem transimus. Dicimus enim, nullam materialem rotam circa axem eidem affixum, dum rotatur, posse eundem locum seruare, nisi cauum fiat, quod axem ipsum recipiat, in transuerfarijs quibus rota sustinetur & progressiuum axis motum, impediatur.

Esto enim rota ABCD, cuius centrum E, diametri AEC, BED, esto alia minor rota GH, item minor KL, tum minor NO, & adhuc minor QR, circa idem centrum E. Rotetur itaque secundum ablidem integri quadrantis



spatium CD, eritque D, in F, item si ex rota GH, ex quadrante HT, erit T in I. Ex alijs item minoribus in M, P, S, erit itaq; longissimū spatium CE, breuissimū vero RS. Mota igitur rota circa circulū seu axem, QR, maior rota spatium mouebitur RS, quod si intra QR, circa centrum E alij infiniti imaginentur circuli, quo propiores centro fuerint, eo maioris rotæ progressus erit minor, donec ad centrum deueniatur, ubi cum non sit circulus, nullus fiet progressius motus, sed circa ipsum centrum nulla facta loci mutatione rotabitur. At cum nulla materialis rota circa lineam punctumue imaginarium conuerti possit, ideo axi ferreo alteriusue materię circa quem & cum quo circumuoluatur rota, eorum semitotundum incidere oportet, in quo insertus axis dum conuertitur à loco in quo conuertitur, non recedat.

#### QVÆSTIO XXV.

*Queritur, Cur lectulorum spondas secundum duplam faciunt proportionem, hanc quidem sex pedum, vel paulo ampliorem, illam vero trium. Item cur veētes funes non secundum diametrum extendantur?*

**P**rimam quæstionis partem ita diluit Philosophus, fortasse tantæ fieri solitos magnitudinis lectulos ut corporibus sint proportionem habentes, & ideo fieri secundum spondas dupli longitudine nempe cubitorum quatuor, latitudine vero duorum.

Nostra.

## EXERCITATIONES.

151

Nostres alia vtuntur proportione, sesquialtera, videlicet, quam Græci Hemioliā dicunt; communiter enim pedes quatuor latos faciunt plus minusue, longos vero circiter sex. quod ideo fit vt in eis duo corpora commodius cubare possint. Lectuli autem, de quibus loquitur Philosophus, ad vnum tantummodo sustinendum facti videntur, quicquid tamen sit, nullam ferè habet res ex hac parte dubitationem.

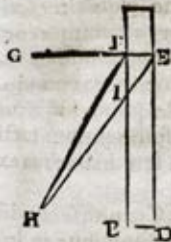
Secunda quæstionis sectio ea erat, Cur non secundū diametros funes extendantur? Restium funiumue in lectulis muniendis vsus non est apud nos. etenim feretra tantum, seu sandapilas, quibus defunctorum corpora effeferuntur, funibus ad ea sustinenda inteximus.

Cæterum lectos tabulis seu asseribus sternimus, quibus saccos paleis plenos imponimus, saccis vero culcitrās, & tormenta, ne tabularum durities cubantes offendant. Atqui in re facili multum laborasse videtur Aristoteles, tum etiam obscure & inuolute nimis quæstionem tractasse. Difficilē enim apud eum habet hæc explicatiōem, tum ea quæ diximus de causa, tum etiam quod Græca lectio & Latina versio corrupta, vt apparet, præ manibus habeantur. Vnde vt veritatem hoc loco vindicaret in lucem, egregie laborauit Picolomineus nec parum profecit. Cæterum cur restes non secundum diametrum extrudantur, triplicem affert Philosophus rationem. Prima est vt spondarum ligna, minus distrahantur. Secunda, vt pondus inde commodius sustineatur. Tertia, vt in ipsa textura minus restium funiumue absumatur.

Ad primam, cur extensis diametraliter funibus spondæ ipsæ distrahantur discindanturue, nec ille nec alij doceat. Ego autem demonstrarem hoc pacto.

Esto sponda ABCD, cuius longitudo AB, crassitudo AC, in ea foramen vtinque pertinens EF, restis per foramen

IN MECHAN. ARIST. PROBL.



men inditus GFE, sitque E pars seu caput exterius, quod nodo in E distinetur. Sit autem spondæ lignum iuxta longitudinem vt natura assolet scissile. Vis quædam, fune ita extento applicetur in G, quæ funem ipsum ad se violenter trahat, non discindetur idcirco sponda eo quod non diametraliter funis extendatur. Modo facta capitis G translatione in H, trahatur valide funis, fiet autem pressio valida in F. ibi enim impedimentum facit angulus, ne funis ipsa dum trahitur, rectitudinem assequatur. Itaque vi prævalente, ligno vero scissili, minus resistente, funis, assecuta rectitudine, fiet in HIE scissa sponda ad quæritatem trianguli FIE, quod fuerat demonstrandum.

Cur autem funes ab angulo in angulum extensi minus commode pondus sustineant, satis patet. quo enim funis longior, eo debilior, & pressio quæ in medio fit, ea videlicet parte quæ ab extremis est remotissima, magis funem fatigat. Longiores autem funes sunt quæ diametraliter extenduntur.

Quatenus ad tertiã rationem pertinet, hoc pacto funes intexit Philosophus. Esto lectulus cum suis spondis AB CD, cuius sponda AD, sit pedum sex, AB vero triu, Diuidatur AD bifariam in E & BC in F. item AE in tres AG, GH, HE & in totidem ED, nempe EL, LM, MD. Similiter medietas alterius spondæ BF in tres partes distinguatur BN, NO, & FC



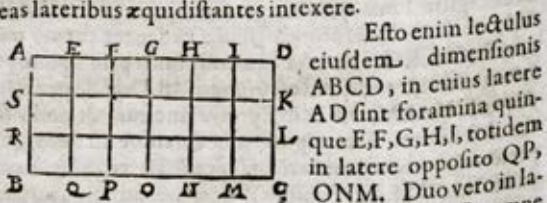
Quatenus ad tertiã rationem pertinet, hoc pacto funes intexit Philosophus. Esto lectulus cum suis spondis AB CD, cuius sponda AD, sit pedum sex, AB vero triu, Diuidatur AD bifariam in E & BC in F. item AE in tres AG, GH, HE & in totidem ED, nempe EL, LM, MD. Similiter medietas alterius spondæ BF in tres partes distinguatur BN, NO, & FC

## EXERCITATIONES.

153

& FC similiter in tres FI, IK, KC, tum altero funis capite inducto per foramen A, ibique probe firmato, indatur per F, inde per I, postea per GHK CE, & in E probe alligetur: Erunt igitur funis quatuor partes æquales AF, IG, HK, EC, quibus adjiciuntur particule cadentes extra, quæ sunt FI, GH, KC. Post hæc alterius funis principium per foramen traicitur, quod est in angulo B. Deinde per E, inde per L, N, O, M, D, F & in F probe vincitur, & nodo factò obfirmatur. Erunt igitur aliæ quatuor alterius funis partes, tum inter se, tum etiam suprascriptis æquales, nempe BE, NL, OM, FD, quibus illæ pariter adjiciuntur particule, quæ cadunt extra, videlicet EL, NO, MD. quoniam igitur quadratis ex BA, AE æquale est quadratum BE, erit BE quadratum 18. cuius latus radice 4 $\frac{1}{2}$  quam proxime. Sunt autem huius longitudinis funes æquales octo. Earum igitur simul sumptarum longitudo erit pedum 34 $\frac{1}{2}$  vel circiter, quibus si addantur pedes sex funium qui cadunt extra, erit restis totius longitudo expansa pedum 40 $\frac{1}{2}$  plus minusve. Picolomineus vero ait 34 $\frac{1}{2}$ , omisit enim particulas illas sex, quæ, ut diximus, cadunt extra. Idem rationem funium diametraliter extensarum in idem, ait esse longitudinis pedum 40 $\frac{1}{2}$ . Hic autem eas quoque particulas prætermittit, quæ extra cadunt. Itaque his additis clare patet, plus restium in sumi diametraliter ipsis, quam lateraliter extensis. Cæterum ratio, qua Philosophus hæc probare conatur, adeo est mutila, involuta, obscura, ut Delio prorsus, ut aiunt, indigeat natatore. Huius loci inexplicabilem difficultatem, vidit Picolomineus, qui idcirco attestatus est, interpretes in hac exponenda fuisse hallucinatos. Certe Græca lectio versione ipsa Latina non est clarior. Nos interim ne inutilem ferè speculationem nimia diligentia, eaque fortasse frustranea prosequamur, alijs difficultatem hanc dissoluendam aut ceu Gordij nodum

dum gladio scindendo relinquemus. Sed interim subit  
mirari, cur veteres vtiliori modo prætermisso, in utiliorē  
fuerint amplexati. Poterant enim reticulatim hoc per li-  
neas lateribus æquidistantes intexere.

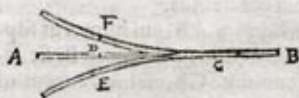


Est enim lectulus  
eiusdem dimensionis  
ABCD, in cuius latere  
AD sint foramina quin-  
que E, F, G, H, I, totidem  
in latere opposito QP,  
ONM. Duo vero in la-  
tere breviori AB, nempe  
RS, & totidem in opposito KL incipiatur extensio à for-  
amine E, per QP, F, GON, HIM & in M funis obfirmetur,  
tum alterius funis caput indatur si libet per K, & inde per  
S, R, L & in L constringatur. Sunt autem omnes EQ, FP,  
GO, NN, IM, pedum quindecim, quibus si addantur KS,  
RL, singuli pedum sex erunt pedum xxvii. quibus adiectis  
particulis extra cadentibus QP, FG, ON, HI, & RS, erit  
integra summa pedum xxxi. Vide igitur quantum hinc  
minus infumatur restium quam eo modo, quem proba-  
uit, & ceu vtiliorem proposuit Aristoteles. Præterea vali-  
dissimum est hoc textura opus nec ex eo fit vera sponda-  
rum distractio scissioe, quibus haud parum obnoxia est  
ea ratio, quam præfert ipse Philosophus. Concludimus i-  
gitur, aut nos eius verba & sensum non intellexisse, aut  
veteres ipsos, quorum usum ipse explicat, rei, quam nos  
proponimus, naturam & commoditatem (quod ta-  
men vix credibile est) igno-  
rare.

## QVÆSTIO XXVI.

*Proponitur à Philosopho examinandum, Cur difficilius sit, longa ligna ab extremo super humeros ferre, quam secundum medium, aequali existente pondere?*

**D**Vo hic considerat, vibrationem, & pondus. Ait enim primo fieri posse, procora ligna vibratione impediente, difficilius ferri. Quæreret autem quispiam, (ipse enim id reticet) cur vibratio hæc ferenti sit nocua. Nos itaque id explicare conabimur.



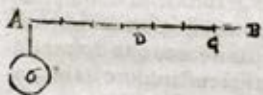
Esto igitur lignum oblongum, flexile, & vt ita dicam, vibrabile AB, imponatur humero, cique hæreat in C,

manu vero sustineatur facta compressione in B. Nutet igitur & vibretur, in ipsa vibratione, ad partem A. Sit autem centrum grauitatis eius D, Lignum igitur in ipsa vibratione descendet sua pressus grauitate in E, tum facta ligui constipatione in ea parte quæ est inferius inter C & D, & inde resistentia, eodem fere impetu quo descendat, repulsum per D, nec enim in sua reëtitudine stabit, ascendet in F, facta iterum materiæ constipatione inter C & F. Mouebitur igitur lignum sua grauitate, motu frequentissimo, sursum deorsum, & is interim qui lignum humero fert, procedit antrosum, impedit igitur morus iste, qui fit sursum deorsum lationem, quæ fit ad anteriora; Latorem ipsum quod ammodo retrahens. Si autem medio ligno supponatur humerus, eo quod vibratio sit minor breuioribus enim partes sunt, quæ à medio ad extrema minus à vibratione remorabitur ferens.

Quoniam autem non sola vibratio in hoc lationis modo, nempe ex ligni extremitate difficultatem facit, ait

Philosophus, forte id fieri, quoniam licet nihil inflectatur, neque multam habeat longitudinem, difficilius tamen sit ad ferendum ab extremo, eo quod facilius eleuetur ex medio quam ab extremis, & ideo sic terre sit facilius. Cur autem ex medio facilius eleuetur, causam esse ait, quod eleuato medio ligno extrema sese inuicem suspendant, & altera pars alteram bene subleuet. Medium enim fieri velut centrum, vbi is supponit humerum qui eleuat aut fert. Extremorum autem interim altero depresso alterum sustolli. Nos interim Mechanicis principijs, quod ipse non fecit, rem clariorem efficiemus.

Esto enim oblongum lignum AB, cui humerus supponatur in B, manus vero premendo sustinens in B. sit autem ligni pars maxima AC, minima CB, maioris autem ad minorem proportio exempli gratia sit sexcupla. Ad hoc igitur ut fiat æquilibrium inter potentiam sustententem in B, & pondus comprimens in A, ita se habere oportet potentiam in B, ad pondus in A, ut se habet pars ligni AC ad



partem CD. Esto igitur pondus in A, puta librarum sex. Erit igitur potentia quæ in B ad hoc ut sustineat librarum tringinta sex, quas si addas ponderi in A, fiet humerus in C

sustinens pondus librarum quadraginta duo. Si autem humerus medio ligno, hoc est, in D supponatur, ad hoc ut fiat æquilibrium, necesse erit potentiam in B esse æqualem ponderi in A, quod est sex, quare humerus sustinebit duodecim. Vnde patet, longe difficilius portari lignum ex C extremo, quam ex D medio; quod Mechanice fuerat demonstrandum.

Possumus & aliter idem ostendere. Intelligatur enim iisdem suppositis, vectem quidem esse AB, cuius fulcimentum




## EXERCITATIONES.

157

cimentum quidem B, pondus A, potentia sustinens in C, nempe inter fulcimentum & pondus. Res igitur ad eum vectis vsus reducitur, de quo G. Vbaldus tractatu de Vecte, propof. 3. Quare vt ille ostendit, ita se habere oportet potentiam sustinentem ad pondus, vt totus vectis ad partem eius quæ à potentia ad fulcimentum. Ita igitur se habebit pressio, quæ fit in C ad pondus in A, vt totus vectis AB ad partem eius CB, quæ à potentia ad fulcimentum. Erit igitur potentia septupla ponderi, & ideo sustinebit pondus librarum quadraginta duarum. quod fuerat ostendendum.

Hinc alia quæstio huic affinis soluitur, Cur hasta sarissæ solo iacens manu ad alteram extremitatum aprensæ difficillime extollatur?

Esto igitur sarissa ha-

 B stauæ iacens AB, cuius extremitati A manus ad sustollendum applicetur, sit

autem pars quæ digitis capitur AC, quaeritur cur pars reliqua CB difficillime sustollatur? Facile dubitatio ex prædemonstratis soluitur. Est enim C fulcimentum, supponitur enim loco, pugno ad sustollendum clauso, digitus index, potentia autem premens in A, vt superet grauitatem CB, est manus ipsius carpus, hoc est illa manus ipsius pars, qua pondus facta suppressione sustollitur. Est igitur AB vectis, cuius fulcimentum C, pondus B, potentia A, Itaque quoniam maxima est proportio BA ad AC, maximam esse oportet potentiam pondus sustollentem in C.

Huc etiam illud pertinet, Cur hasta solo iacente, si alterum extremorum manu sustollatur, alterum vero velocissime sursum vibretur, & eodem tempore manus hastæ sic vibratæ supponatur, haud magna difficultate hastæ ad perpendiculum sit erectio.

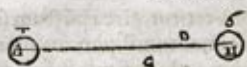
V 3

Sit



## EXERCITATIONES.

159



dio loco sustineatur in C.  
nutabunt ergo extrema AB,  
à centro C, valde remota,  
cadent autem simul A in D.

& B in E trahere secum conantes medium C, quare is qui in C sustinet, non modo ligni sustinet pondus ex grauitatis centro quod est in C, sed impetum quoque in ipsa extremorum depressione acquisitum ex ipsa violentia. Illud autem subtiliter consideramus, portantem ex vibratione per interualla deprimi & subleuari. fiat enim vibratum lignum ex contrario motu, vbi FCG. alleuabit igitur eo casu portantem, siquidem impetus ex motu ipso acquisitus, medium C trahat ad superiora. Itaq; cum est in DCE portans plus sustinet in ACD, æquale, in FCG minus, quod vtrique demonstrandum fuerat. Est autem quæstio hæc illi familiaris, quam 16. loco explicauimus.

## QVÆSTIO XXVIII.

*Queritur, Cur iuxta puteos celonia faciunt eo quo visuntur modo? Ligno enim plumbi adiungunt pondus, cum alioquin vas ipsum & plenum & vacuum pondus habeat.*

**R**espondet optime Philosophus, hauriendi opus duobus temporibus diuidi, nempe dum vas ipsum vacuum demittitur, dumque extrahitur plenum: Contingere autem, vacuum facile demitti, plenum autem difficulter extrahi. Expedire nihilominus tardius, hoc est difficilius demitti vt facilius extrahatur, plumbo nempe coadiuuante, & sane Philosophi solutio est lucidissima. Nos autem lucis ipsi lucem aliquam adhuc afferre conabimur.

Esto Celonium (Latine Tolenonem appellant) ABC, cuius arrectarium BD, transfuersum lignum AC, quod con-



conuertitur, circa p̄ctum seu  
fulcimentum B, pondus, plum-  
bumue, vbi A, situla E, funi ap-  
penſa CE. Dico rebus ita con-  
ſtitutis difficilem quidem eſſe  
vacuæ ſitulæ demiffionem, fa-  
cile vero eiufdem extrahcio-  
nem. Vectis diuiſi, ſitulæ, ac  
ponderis, ad hoc vt fiat æquili-  
brium, ea debet eſſe propor-

tio, vt quemadmodum ſe habet AB ad BC, ita ſe habeat  
plenæ ſitulæ pondus E ad ipſum pondus A, ſuperabit ergo  
pondus in A ſitulam vacuam in E nec fiet æquilibrium, ita-  
que vt vacua ſitula demittatur, tanta viſ adhibenda eſt  
quantum eſt ipſius aquæ, qua ſitula impletur pondus, quæ  
viſ dum apponitur difficilem, vt dicebamus, efficit ſitulæ  
vacuæ demiffionem. Plena vero ſitula fit æquilibrium, vn-  
de quantumuis puſilla vi adhibita, ſitula extrahitur, quaſi  
ex ſemetipſa ponderis appenſi virtute aſcendens. Quan-  
tum igitur pondus dum vacua demittitur impedit, tan-  
tundem plena dum extrahitur, adiuuat. Quæ cum ita ſint,  
ſi paria ſunt difficultas in demittendo, & facilitas in ex-  
trahendo, quæ ratio hoc in negotio vtilitatis? Sane ſitula  
vacua, manu per funem facile demittitur, plena vero dif-  
ficile extrahitur, vſu autem Celonij res permutatur. Cor-  
poris enim proprii pondere, dum premit, adiuuat de-  
mittens, qui per funem ſimplicem extrahendo, ab eodem  
proprii corporis pondere impediēbatur. quod quidem ex  
corporis pondere, auxilium, ingentem parit in extrahen-  
do commoditatem.

Quippiam ſimile accidit, aquas è puteis extrahen-  
tibus vſu trochleæ. Sit enim trochlea puteo imminens  
ABCD, cuius centrum E ſuſpenſa quidem in A, funis, cui  
ſitula

## EXERCITATIONES.

161

fitula suspenditur FCABG, fitula vero G. Est igitur diameter CED, instar libræ, quare vt fiat æquilibrium necesse est capiti funis F, potentiam applicare, quæ sit æqualis pondere fitulæ aqua plenæ, itaque extrahens proprijs viribus corporis pondus adijciens facile fitulam aqua plenam extrahit, ex qua re magna extrahentibus fit commoditas. Pater autem diuerso modo extrahentes iuuare Celonium. & Trochleam, ibi enim corporis mole adiuuatur demittens vacuum, hic vero qui extrahit plenam aqua fitulam.



Cæterum Celonij partem BC, qui à fulcimento, ad funem longe maiorem esse oportet, ipsa AB, vt fitula in profundum possit demitti, quam ob rem ita se debet habere pondus in A, ad pondus fitulæ plenæ, vt se habet brachium seu pars BC, ad partem BA. Tunc enim ex permutata proportione efficitur æquilibrium.

Illud addimus, nouum non esse Archirectis Mechanicisque, tum hominum tum animalium vt commodius machinas moueant, adhibere pondera corporum. Nec enim alia ratione mouentur Rotæ illæ, quas ob hanc causam ambulatorias vocant; quarum vsus ad Mangana, ad extrahendas è puteis aquas, & ad farinarias quoque molas agitandas adhibetur.

Porro Tollenonem bellicam Machinam à Celonio tum forma tum potestate nihil differre, videre est apud veteres Mechanicos, Heronem Byzantium, & alios, apud neotericos vero hac de re agunt Daniel Barbarus in Vitruuium, & Iustus Lipsius in librum quem de bellicis machinis edidit, elegantissimum.

mum.

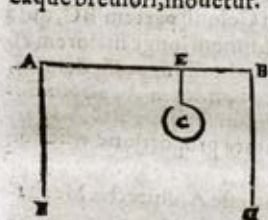
X

QVAE.

## QVAESTIO XXIX.

*Dubitatw, Cur quando super ligno, aut huiusmodi quopiam, duo portauerint homines, idem pondus non aqualiter premuntur, sed ille magis cui vicinior fuerit pondus?*

Soluit Aristoteles, inquiens, lignum esse vectem, pondus vero fulcimentum; res quæ mouetur is qui pondere est proximior: mouens vero qui remotior. Itaque quo magis remotus est à pondere, hoc est, à fulcimento is qui mouet, eo violentius is premitur qui altera vectis parte

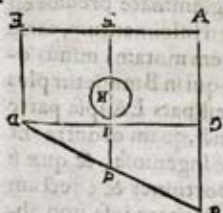


Est lignum AB, pondus C appensum in E, vicinior extremo B quam ipsi A, sit autè portatium alter quidem AE, alter vero BE, Imaginemur itaque locum E à pondere ita figi & deprimi, vt sursum quidem ferri nequaquam possit, circa vero punctum E, cen  
ne ipsum vectem conuerti. Lignum ergo AB vectis: mouens potentia A, pars vectis à fulcimento ad fulcimentum AE pars eiusdem quæ à fulcimento ad rem motam EB, & quoniam quanto longior est pars vectis EA ipsa EB, eo facilius potentia quæ est in A, operatur in id quod est in B, si res ad proportiones redigatur, erit potentia in A, ad id quod mouetur seu premitur in B, vt pars vectis EB ad partem EA, sed maior est AE ipsa EB, ergo maiorem partem sustinet ponderis, & plus premitur is qui in E, & qui mouet in A. Hæc fere Philosophi est sententia: Pico lomi-  
neus vero Paraphrastes apposite duos vectes in vnico li-  
gno

gno considerat, alterum AB, alterum BA, in primo A est mouens B, motum in secundo B, mouens A vero motum in quibus vectibus semper idem & commune fulcimentum E. Et quoniam in proposito diagrammate breuior est pars vectis EB, quæque à mouente ad fulcimentum, parte illa quæ ab eodem fulcimento ad rem motam, minus operatur B in A, quam A in B, & ideo qui in B mouetur plus premitur, contra vero quia maior est pars EA ipsa parte EB, magis operatur qui in A in ipsum B, quam e contra. Et sane consideratio hæc subtilis est & ingeniosa, & quæ si recte intelligatur, quatenus ad proportionem & effectum ipsum demonstrandum pertinet, à veritate ipsa non abhorret, Quicquid tamen sit, Mechanice magis hoc pacto quæstio diluetur. Dicimus enim, pondus quidem vere esse pondus, non autem fulcimentum, vt sibi fingebat Aristoteles: lignum vero vectem, duo autem qui pondus sustinent pro duplici fulcimento haberi, vtrisque enim vectis cum appenso pondere innititur. Potest etiam alter eorum pro potentia mouente, alter vero pro fulcimento, & sic vicissim. Est autem, quomodo cunque res accipitur, pondus inter fulcimentum & potentiam. Quare ex ijs quæ demonstrauit G. Vbald. de hoc vectis genere loquens, vt se habet AE pars ad AB vectem totum, ita potentia quæ sustinet in B, ad pondus appensum in E, & vt BE ad BA ita potentia quæ sustinet in A ad pondus quod in E. At minor est proportio BE, ad BA, quam AE ad AB, quare magis superatur pondus in E à potentia quæ in A, quam à potentia quæ in B, & ideo plus ponderis sustinet ferens in B, quam ferens in A, quod fuerat demonstrandum.

Hinc colligimus, pondere in medio vecte appenso ferentes æqualiter sustinere, propterea quod totius vectis ad partes ipsas proportio sit eadem, vel æqualis.

Pulchre autem dubitari potest, an idem prorsus contingat, si alterum eorum qui sustinent, sit statura quidem procerior, alter vero humilior.



Sit enim vectis AB, in cuius medio pondus H libere appensum ex C, alter portantium procerior AD, humilior vero BE. sit autem horizontis planum DE, demittatur à puncto C ad horizontem perpendicularis, ipsis vero AD, BE, æquidistans CF. Transibit autem per ipsius ponderis, gravitatis centrum H. Dico igitur,

nil referre quatenus ad pondus sustinendum pertinet, utrum portantes sint statura pares vel ne. Ducatur enim horizonti æquidistans GB, secans perpendicularem CF in I. Quoniam igitur AG æquidistans est ipsi CI erit ut AC ad CB per 4. sexti elem. ita GI ad IB. Sunt ergo GI, IB inter se æquales. Intelligatur itaque pondus H, solutum à puncto C appensum esse libere ex puncto I, hoc est, ex medio vectis GB, æqualiter ergo diuisum erit pondus inter portantes, licet alter procerior, alter vero statura humilior, quod fuerat demonstrandum.

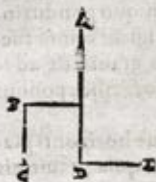
Si autem pondus ita vecti alligatum sit ut libere non pendeat, vecte ex vna parte eleuato, ex altera vero depresso, gravitatis centrum ad eam partem verget quæ magis ab horizonte attollitur, & ad eam ipsam partem vectis à pondere ad sustententem sit breuior.

Esto enim vectis AB, cuius medium C, pondus vecti in C alligatum CFG, cuius gravitatis centrum H eorum qui portant procerior AB, humilior BE, horizontis planum DE. Demittatur per centrum H horizonti perpendicularis IHK, secans vectem quidem in I, horizontis vero planum



## EXERCITATIONES.

165



num in K. Post hæc intelligatur pondus solum quidem à puncto C, appensum vero ex puncto I. Stabit igitur ex definitione centri grauitatis nec situ suo mouebitur. Dico autem partem AI ipsa lB esse breuiorem, hoc est, punctum l cadere inter C & A. Si enim non cadat, vel cadet in C, aut inter C & B, cadat autem si fieri potest in C. Erit igitur CHK horizonti perpendicularis, sed eadem perpendicularis AD. Erunt igitur BCK BAD anguli inter se æquales, sed ipsi BAD angulo æqualis est CIH, quare & BCH ipsi CIH æqualis erit. Producto igitur latere IC trianguli ICH erit exterior angulus æqualis interiori ex opposito, quod est absurdum. non ergo l cadet in C. Eadem autem ratione monstrabitur non cadere inter CB, cadet ergo inter CA, & ideo minor AI ipsa lB. Itaque vt se habet Bl ad BA, ita potentia in A ad pondus in l, sed maiorem proportionem habet Bl ad BA, quam IA ad AB. Ergo minor potentia requiretur in B quam in A, & sane pars lB respondet potentia sustinenti in A, at IA potentia sustinenti in B, minor est autem AI ipsa lB, ergo maior potentia requiretur in B, quam in A, quod fuerat demonstrandum.

Hoc item concludetur, si portantes statura quidem pares fuerint, sed per planum ambulent horisonti accliuæ aut decliuæ. Si enim pondus libere pendeat, vctis partium proportio non mutabitur; si autem libere non pendeat, is magis laborabit qui in ascensu præbit, minus vero qui in descensu.

Hinc quoque Carrucarum ratio pendet, quæ duplici manubrio vnica rota vulgo sunt in vsu, pro vctis enim habentur, cuius fulcimentum ad contactum plani & rotæ;

tz; potentia vero ad extremitatem duplicis manubrij. Reducitur enim ad idem genus vectis, in quo pondus inter fulcimentum est & potentiam. quo igitur minor fuerit proportio partis vectis quæ à centro grauitatis ad ipsum fulcimentum, ad totum vectem eo facilius pondus eleuabitur.

Cur autem difficilime hæ per accliuæ horizonti planum pellantur, duplici fit de causa, tum quia grauitatis centrum ad ipsum portantem seu pellentem vergit, & id eo pars quæ à fulcimento ad centrum grauitatis ponderis fit maior, tum etiam quoniam ipsum graue contra suam naturam sursum pellitur ferturque.

Querere ad hæc quispiam posset, Cur Baiuli magna ferentes pondera, curui incedant? Dixerit autem aliquis, ponderis grauitate eos deprimentis id fieri. Nos autem duplici item de causa id fieri putamus, tum ea quam considerauimus, tum etiam alia, nempe vt grauitatis centrum ipsius ponderis quod sustinent, in perpendiculari collocent, ne si extra ponatur is qui fert à centro extra fulcimentum posito, ad eam partem ad quam vergit trahatur, & pondere ipso opprimatur.

Eadem de causa fit quoque vt ij qui magna pondera sinistro ferunt humero, in dextram partem inclinentur, qui vero dextro, contrario modo se habeant, æquatur enim pondus eo pacto, & grauitatis centrum in ipsa perpendiculari collocatur.

#### QVÆSTIO XXX.

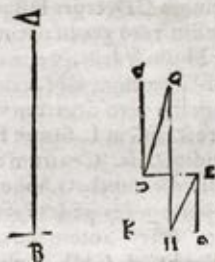
*Cur assurgentes omnes femori tibiæ ad acutum angulum constituamus & pectori thoracine similiter femur, quod ni fiat haudquam surgere poterunt?*

**A** It Philosophus, forte id fieri, quod æqualitas sit omnino quietis causa, rectum vero angulum quietis angu-

## EXERCITATIONES.

167

angulum esse, & stationem facere, nec alia de causa stantem ipsi terræ esse perpendicularem, & ideo caput & pedes in eadem linea habere, sedentem vero non item. Tunc autem à sessione surrectionem fieri, cum caput & pedes in una linea collocantur, quod sane fit cum pectus & crura acutum cum ipso femore angulum faciunt.



Esto enim stans AB horizonti IBK perpendicularis, cuius caput A, pedes vero B, sedeat modo sitque eius cum capite Thorax CD, femur DE, crura EF, sintque CDE, DEF anguli recti, quibus ita constitutis non sunt in eadem linea caput C & pedes F. Surgere itaque non poterit sedens, propterea quod partes omnes corporis non sint horizonti perpendiculares. Ad hoc autem ut surrectio fiat, necesse est ut sedens retrahat quidem pedes in H, & pectore inclinato acutum cum femore angulum constituat GDE, quo casu sicut in eadem recta linea, eaque horizonti perpendiculari caput in G, & pedes in H, ex cuius situs natura commoda fiet ab ipso sedente surrectio. Hæc fere, licet alijs ab eo verbis explicata, ipsius est Philosophi sententia; quæ licet vera sit, non tamen ex proprijs, hoc est, Mechanicis principijs est petita, quod quidem nos facere conabimur.

Dicimus autem primo, sedentem non ideo quiescere, ut sentit Aristoteles, quod rectus angulus quietis sit causa, sed propterea quod eius thoracis tum etiam femorum pondus ab ipsa sede sustineantur; crura vero & pedes ideo non laborent, quod partim suspensa sint, partim solo ipsi innitantur. Quare cum corpus totum nec se susti-



## EXERCITATIONES.

169

surrectio, propterea quod in eadem linea facta sint, grauitatis centrum P, & fulcimentum ipsum M. Acutum vero angulum in surrectione necessarium esse clare patet, non autem effectus ipsius esse causam, vt videtur sensisse Aristoteles; nisi dicamus, causam esse causam, siquidem acuti qui fiunt anguli centrum & pedes in eadem linea collocant, quicquid tamen sit, nos ideo surrectionem fieri dicimus, quod immutatis angulis centrum grauitatis supra fulcimentum, fulcimento vero sub ipso grauitatis centro collocetur, & hæc est causa proxima. Hæc nos ad Aristotelem. Modo quasdam alias quæstiones, nec inutiles sed & eas non iniucundas quoque proponemus.

Primum igitur quærimus, Cur hominum & cæterorum animalium, quæ aliquando erecto corpore incedunt, pedes non quidem breues sint & rotundi, sed longiores potius, & in inferiorem partem porrecti? Item cur magis ad digitos quam ad calcaneum porrigantur?

Esto homo animalue quodpiam stans AB, cuius pes CD, pedis pars quæ ad digitos BC, quæ vero ad calcaneum BD scemoris vertebra E, centrum vero grauitatis ipsius corporis F. Primum igitur statuendum est, hominem & cætera tere animalia à Natura facta esse vt ad anteriora moueantur, & ideo omnes fere quod in senioribus manifeste apparet, ad anteriora ex ipsa corporis dispositione vergant. Itaque dum qui stat horizonti prorsus est perpendicularis, grauitatis centrum F in ipsa perpendiculari constituitur quæ ad mundi centrum A B, & ideo corporis moles pondusque fulcitur puncto B. Modo fiat ex vertebra E thoracis A E, inclinatio in anteriora, in GE & grauitatis centrum D diluetur in H, & per H perpendicularis demittatur HI, non erit \*\* extra pedis fulcimen-



cimentum BC. Stabit ergo qui ita inclinatur, nec corruet: si autem adhuc propendeat magis, fiatque in KE, centro grauitatis constituto in M, ducatur per M perpendicularis ML, quare quoniam linea ML extra pedis fulcimentum cadit, corruet qui eo pacto inclinatur nec sustinebitur. Curigitur natura animalibus que erecto corpore ambulat, pedes in anteriora porrectos fecerit, hinc clare patet.

Hinc etiam ceu coniectarium habemus, cur homines si impellantur, magis ad casum in posteriora quam in anteriora sint proni. Necnon etiam cur simiæ, ursi, & si quæ cætera eiusmodi animalia diutius erecto corpore ambulare nequeant, nempe ideo quod eorum corporum moles valde in anteriora propendeat, nec ita commodo, vt humanis euenit corporibus, pedum ipsorum basibus fulciantur.

Quære item haud importune possumus, Cur grallatores non stent erecti, nisi assidue moueantur? Solutio facilis. grallæ etenim duobus tantum punctis solum tangunt, nec porrecti beneficio, quod ambulatibus accidit, vti possunt. quamobrem grauitatis centrum sit extra fulcimentum, & ideo coguntur grallatores assiduo motu grauitatis centro fulcimentum supponere, quod dum fit, a casu prohibentur.

Potest autem id quod fulcitur, tripliciter fulciri, nempe aut puncto, aut linea, aut superficie.

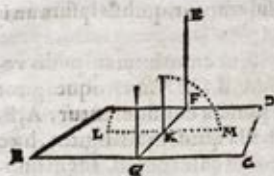
Quod puncto fulcitur, nulla re impediente ad quamuis partem cadere potest, centrum siquidem, motus, punctum est.

Quod linea fulcitur ad duas tantum partes, easque oppositas, habet casum. sit illud superficies, corpusue in latus constitutum.

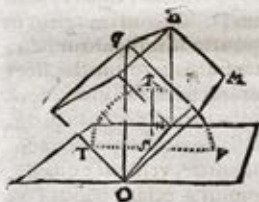
Esto

## EXERCITATIONES.

171



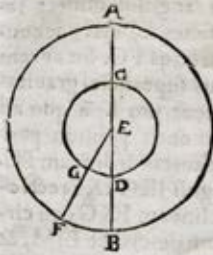
Esto horizontis planum ABCD, cui ad rectos angulos insitat superficies EFGH, secundum latus FG. Sit autem ipsius superficiei grauitatis centrum I. à quo ad horizontis planum perpendicularis demittatur IK. Caderet autem in lineam FG. per propof. 38. vñdecimi elem. & anguli IKG IKF recti erunt. Itaque superficiei EFGH circa lineam FKG ceu circa axem mota punctum I peripheriam describet LIM, & siquidem cadat ad partes CD, grauitatis centrum erit vbi M. Si vero ad partes AB, fiet vbi L. Sunt autem LKM puncta in recta LKM, quæ quidem communis sectio est plani horizontis, & plani per IKLM, transeuntis.



Idem quoque de corpore dicimus in latus collocato. Est enim cubus LO, cuius grauitatis centrum R, latus vero quo fulcitur, NO. Si enim ita collocetur, vt interna superficies LNOQ ad rectos angulos horizonti sit constituta, demissa perpendicularis à puncto R, caderet in S, in ipsa linea NSO. Cadente igitur corpore fiet motus circa lineam NO, centro grauitatis interim peripheriam TRV, describente.

Hinc animaduertere licet, Cur prouidissima Natura nulli animantium vnicum dederit pedem, sed aut quaternos, aut saltem binos, & binos quidem ipsos virtute quaternos, siquidem in quolibet animantium bipedum

pede duo saltem puncta considerantur, quibus ipsum animal fulcitur.



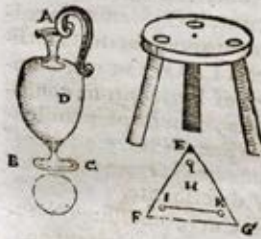
Sint enim humani pedis vestigia A, B, C, D, in vitroque igitur duo puncta considerantur, A, B, C, D, illa quidem ad digitos, hæc autem ad calcaneum. Idem quoque in avium pedibus observatur, ex quibus concludimus, bipedum omnium fulcimentum esse quadruplex. Porro quadrupedia eo quod tota corporis mole ad inferiora vergant, quatuor ful-

cimenta, eaque distincta, & commode ab invicem remota eademmet Natura præparavit.

Eadem quoque in artificialibus consideramus. Sit enim vas quoddam ABC, cuius pes vnicus, isque rotundus BC, gravitatis vero centrum D. Quoniam igitur in pedis ipsius peripheria, infinita puncta intelligantur, dici quodammodo potest vas ipsum infinitis fere punctis, licet

pes vnicus sit, sustineri. Nonnulla autem corpora artificialia quatuor pedibus sustinentur, ut mensæ quædã, nonnulla etiam tribus, ut tripodes, qui nomen ab ipso pedum numero sortiuntur. Sit enim triangulum EFG, cuius centrum gravitatis H, nitatur autem tribus punctis I, K, L, stabit igitur. Si

autem duobus tantum non stabit, ducta enim IK si punctis tantum IK innitatur, constituto gravitatis centro extra





## EXERCITATIONES.

173

extra fulcimentum IK, verget cedens versus partes, L; Si autem innitatur punctis IL, cadet ad partes K. Si vero ipsis KL, cadet ad partes I. Ex quibus apparet, inanimata corpora aut vnico pede plurium virtutem habente, aut saltem tribus actu, vt sustineantur, indigere.

Hinc etiam patet, cur senes, imbecilles, curui, & pedibus capti, baculi baculorumue fulcimento egeant, etenim cum hi debiles sint, & in anteriorem partem magno pere propendeant, ne grauitatis centrum extra fulcimentum fiat, baculo vel baculis indigent, quibus centrum ipsum fulciatur.

Cæterum cur duplici genu ingeniculati difficile in eo situ permaneant, ea causa est, quod grauitatis centrum in thorace constitutum, duobus genibus fulciatur, eoque premat. quæ quidem genua eo quod natura apta natura non sint, veluti pedes, ad sustinendam corporis molem laborant, idque eo magis, quod cum ossea sint, cutem inter ossium & plani duritiem constitutam, accidit arctari, & ideo dolorem & molestiam ingeniculatis facere.

Si autem vnico tantum genu quispiam nitatur, difficultatem sentiet longe minorem. Triplici enim fulcimen-

to eo casu ingeniculatus fulcitur. Sit enim ingeniculatus ABCDE, cuius grauitatis centrum F. dextrum vero genu, cui ninitur D, sinistrum vero, quod eleuatur B. Tribus ergo fulcimentis ingeniculatus vt diximus, sustinetur, CDE. Diuiditur itaque pondus in tres partes, & ideo singula minus fatigantur. Magis tamen laborat punctum D, vt pote illud, cui ad perpendicularum F grauitatis centrum innititur.

Vtique illud quoque mirabile est, & quod magis mirum est, dormientes vnico tantum pede fulciri, & quod magis mirum est, dormientes

mientes posse, quod vel ipsis vigilantibus est difficile. Cur id Natura docente faciant, eam puto esse causam, quod dum dormiunt, caput sinistrae alae, ut naturali calore iuuentur, supponunt, quia propter ad eam partem declinantes, ut interim æquilibrium faciant, pedem subleuant, & eo casu ceu inutilem retrahunt atque suspendunt: addita item alia causa, nempe ut pedem ipsum dormientes nativo calore confoueat.

Quæritur etiam, Cur ij qui inclinantur, ut rê quampiam à solo sustollant, alterum crurium ad anteriora, nêpe versus manum ipsam, quam porrigunt, extendant?



Esto enim quispiam ABCD, cuius crura BC, BD, grauitatis centrum E, vel ita autem quippiam à solo tollere quod sic in F. sit perpendicularis, quæ per grauitatis centrum GEH. Dum igitur ad anteriora inclinatur, centrum amouet à perpendiculari, quam obrem docente Natura, crus BC ad centrum ipsum fulciendum ad anteriora, hoc est, versus rem

sustollendam porrigitur.

Huius quoque speculationis est inuestigare, Cur quadrupedia dum gradiuntur, pedes diametraliter moueant. Cuius rei verba fecit ipse quoque Philosophus lib. de animalium incessu cap. 12. Nos autem ad maiorem declarationem, quod ipse Phisicis principijs fecit, mechanicis demonstrabimus.

Sint duæ in plano parallelæ AB, CD, in quibus quadrupedis pedes E, F, B, D, quorum EF, anteriores, BD vero posteriores. iungantur BDEF, eritque EBDF parallelogrammum altera parte longius, cuius diametri ducantur ED,

## EXERCITATIONES.

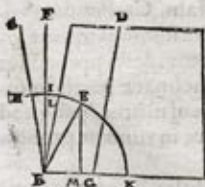
175



ED, BF, secantes sese in G, vbi & gravitatis centrum. Moto igitur posteriori sinistro pede B in K, si anteriorem E, eodem tempore moueret in I, stantibus interim DF, ceu fulcimentis, centrum G extra fulcimenta fieret ad partes BE. Caderet igitur ad partes BE. Si autem eodem tempore moueret dextros eodem pacto centrum extra fulcimenta positum caderet ad partes ipsas DF. Si autem moto pede B in K, & eodem tempore F in L, & D in H, E, in I, centrum erit in diametris HI, KL, hoc est, vbi M, fultum quidem ab ipsis pedibus K, L, H, I. Hoc igitur pacto transfertur vicissim cum gravitatis centro simul translatis fulcimentis sese diametraliter respondentibus; quod vtiq; demonstrandum fuerat.

Sane & bipedia quoque alternatim gradiendo gravitatis centrum transferunt. Dum enim dextrum crus eleuatur, centrum sinistro fulcitur, & e contra.

Naturalia isthæc sunt; in artificialibus autem queri posset, Cur Architecti, Arcium muros non ad perpendicularum erectos, sed introrsum inclinatos constituent?



Vtiq; hoc faciunt, vt minus sint ad ruinam proni. Esto enim murus ad interiorem partem vergens ABCD, Cuius gravitatis centrum E basis BC erigatur à puncto B horizonti perpendicularis BF, & ad eundem à centro gravitatis E demittatur EM, tum BE iungatur. Post hæc à puncto B angulum

cum linea horizontis BK faciens recto maiorem. Itaque murus hoc pacto constitutus ad interiorem partem suo pondere vergit, cadere autem non potest, vel quod viux ru-

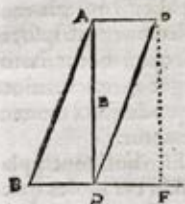
rupi, cui forte hæret, fulciatur, vel antistatis, quos nostrates sperones & contra fortes appellant, innitatur. Sed nec in anteriora corruet, quando quidem ruinam facturus, necesse est vt grauitatis centrum secum trahat in perpendiculari BF, & demum in eam quæ vltra perpendicularem est BG, facta nempe circa B, seu circa centrum, conuersione. Moueatur autem & ex semidiametro BE centro B portio circuli describatur EH, quæ secet BG in H, & BF in I; Et quia EM semidiametro BK perpendicularis per B, centrum non transit, erit EM ipsa BK, hoc est, BI breuior. Abscindatur ex BI, ipsi EM æqualis LB. Erit igitur punctum L infra punctum I, hoc est, ipso I, mundi centro propius. Necesse igitur erit ad hoc vt murus corruat, centrum grauitatis E facta circa B, conuersione aliquando fieri in I, vt demum transferri possit in H, sed I remotius est à mundi centro ipsis E, L, ascendet igitur graue contra sui naturam ex E in I, at hoc est impossibile; quod fuerat demonstrandum.

Ex his iisdem principijs alia soluitur quæstio, Cur scilicet Campanaria turris quæ Pisis visitur, nec non alia Bononiz in foro prope Afellorum turtim, quam à nobili olim Carisendorum familia exstructam, Carisendam vocant, cuius meminit & Dantes Poëta summus in sua Comœdia. Propendet autem hæc in latus, & ita propendet vt perpendicularis, quæ à summo inclinatur partis in solum demittitur, longe cadat ab ipsa, cui nititur, basi, quod sane mirabile videtur, muros nempe, in ruinam pronos, ruinam non facere.

Esto enim turris ABCD, basi sulca BC, horizontis planum BCF latera AB, DC, centrum vero grauitatis totius molis E. Propendat autem ad partes DC ex angulo DCF. Ita autem constituta intelligatur vt perpendicularis ab A, in planum horizontis demissa per grauitatis centrum

## EXERCITATIONES.

177



trum E extra basim BC, non cadat, cadat autem in C. Quoniam igitur ABCD moles per E grauitatis centrum diuiditur, in partes secatur æqueponderantes, sed & centrum grauitatis extra fulcimentum non cadit, quare nec pars ACD, trahet partem ABC, nec centrum extra fulcimentum positum locum petet centro mundi viciniorem. Cur igitur Carisenda stet, & egregia illa turris campanaria quæ Pisis prope summum Templum marinoribus præclare exstructa videtur, licet ruinam minentur, stent æternum, nec cadant, ex his quæ considerauimus, liquido patet.

## QVAESTIO XXXI.

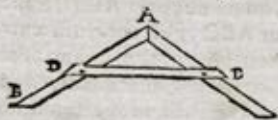
*Cur facilius moueatur commotum quam manens, veluti curru commotos citius agitant, quam moueri incipientes?  
Hoc queritur.*

**P**roblema hoc est merè Physicum: verumtamen quoniam ad localem motum pertinet, de quo ipse quoque Mechanicus agit, Hisce quæstionibus contemplatio hæc interseritur. Soluit autem Aristoteles inquiring, id fortasse ea de causa fieri, quod difficillimum sit pondus mouere, quod in contrarium mouetur. Demit enim quippiam de motoris potentia resistens, licet mouens ipso moto sit longe potentius atque velocius. necesse enim esse id tardius moueri quod repellitur. Hæc verba licet de ea potentia dicta videantur, quæ rem motam in contrariam partem repellit, nihilominus illi quoque aptantur quæ rem immobilem à principio mouere conatur. est enim resistentia rei quæ à statu ad motum transfertur ceu quidam

Z

con-

contrarius motus. Contra autem accidit illi qui rem motam mouet in ipso motu: eo enim casu mouens ab ipso rei motu magnopere iuuatur, cooperatur enim motus motori, in ipsam rem motam operanti. Auget autem res mota quodammodo mouentis potentiam. quod enim à mouente pateretur, ex se ipsa agit res quæ mouetur.



Esto horizontis planum AB, cui moles quædam insistat, CD. Modo potentia quædam applicetur vbi E, quæ molem in anteriora propellat, id est, versus B. Primum igitur, quoniam à quiete ad motum fit transitus, resistit sua quiete corpus graue, potentia impellenti, superata demum resistantia moles quæ moueri cepit, fertur in F & mouetur, quare potentia quæ à principio resistantiam rei non motæ superauerat, pellendo rem motam pergens facilius pellit: Duo enim sunt quodammodo motores, mouens videlicet ipse, & motus quo res mota mouetur. facilius ergo pelletur ex F in G, quam ex D in F, & ex G in B, quam ex F in G, & eo motus fiet in progressu facilius atque in ipsa velocitate velocius, quo magis in ipsa motione mouetur.

Hinc soluitur ea quæstio apud Physicos difficillima, Cur nempe in motu naturali velocitas vsque augeatur: etenim ibi Natura mouens est, atque eadem inseparabilis à remota, vrget igitur assidue, à principio quidem tardius, post hæc autem ea quam diximus, de causa vsque & vsque velocius. Motus ergo fit in motu, qui motus cum semper à motore, & motu ipso augeatur, crescit ex progressu in incrementum. Certe causam velocitatis auctæ eam esse, quod potentia mouens rem motam in motu ipso moueat, nemo vtarbitror, inficias ibit, acquirat enim corpus motum pōderosi-

derositate[m] quandam accidentalem, quæ cum ex motu perinde augeatur, ipsum motum faciliorem, eoque velociorem facit. Disputat hæc & Simplicius lib. 7. Physic. c. 11. Aristotelis de Natura libros exponens.

QVAESTIO XXXII.

*Quæritur hic, Cur ea quæ projiciuntur, cessent à latrone?*

**H**oc itidem problema est mere Physicum. Ad quod ea pertinent quæ à Philosopho tractantur libro Naturalium 8. & lib. 1. de Cælo. Tres autem affert subdubitando rationes, An quia impellens definit potentia, vel propter retractionem, vel propter rei projectæ inclinationem, quando ea valentior fuerit quam projicientis vires?

Quicquid dicat Philosophus, id utique exploratissimum est. Projecta ideo à motu cessare, propterea quod impressio, cuius impetu & virtute feruntur, non sit projectus quidem naturalis, sed mere accidentalis & violenta, at nullum accidentale & violentum quodque, non naturale est, perpetuum est. Cessat ergo accidentalis illa impressio, eaque paulatim cessante projecti motus clanguescit, donec quietem prorsus adipiscatur. Illud quoque notamus, quod à multis vidimus non observatum, nempe violentum motum violentia prævalente non differre à naturali, & ideo tardiores esse à principio post hæc, in ipso motu fieri velociorem, remittente demum paulatim impressa violentia, tardiores, donec impetus, & cum impetu motus evanescat, & res ipsa mota quietem adipiscatur. Vnde etiam experientia docemur, idem ex projectis violentius fieri, si fiat paullo remotior à principio, & tunc demum esse innocentissimum, cum ibi sit, ubi projectum ex motu plene acquisito, summam adeptum est velocitatem.

rem. Hinc videmus, vel pueros ipsos, docente Natura cū nuces, vel aliud quippiam, parieti allisum frangere conātur, à pariete moderato aliquo spatio recedere. Si autem eos interrogas, cur id faciant, respondebunt, vt inde ictus valentius fiat atque efficacius. Eleganter ex Simplicij & Alexandri Aphrodisiensis doctrina, quæ lucidissima est, quæstionem hanc in sua Paraphrasi explicat Picolomineus.

QVÆSTIO XXXIII.

*Dubidatur, Cur proiecta moueantur, licet impellens à projectis separatur; vel ut verbis Philosophi utar, Cur quippiam non potest sibi fertur latiorum impulsore alioquin non consequente?*

SOLUIT, inquit, an videlicet, quoniam primum, id est, impellens ipse, id efficit vt alterum, nempe projectum ipsum impellat, illud vero (hoc est projectum) alterum impellat, hoc est, aërem ipsum mediumue, quod à projecto repellitur. Cessare autem motum, cum res eo deuenit, vt motus eidem à proieciente impressus, non possit amplius rem projectam mouere, & itidem rem ipsam, aërem videlicet non possit amplius repellere. Vel etiam quando ipsius lati grauitas nutu suo declinat magis quam impellentis in ante sit potentia. Vtique res per se latis clara, etenim motus impressus accidentalis est, quod vero lationi violentæ resistit principium, naturale, & ab ipso motu inseparabile, vincente igitur quod natura est, paulatim remittitur quod ex accidenti est, & inde projecti fit quies. Est autem & hoc quoque Problema pure physicum, & superiori, de quo immediate egimus, perquam familiariore, quamobrem ex iisdem prorsus soluitur principijs.

QVÆ-



## QVÆSTIO XXXIV.

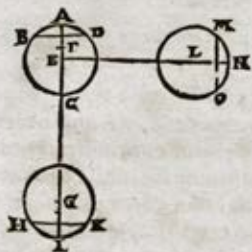
*Cur neque parua multum, neq; magna nimis longe proyici queunt, sed proportionem quandam habere oportet proiecta ipsa ad eius vires qui proyicit?*

**P**Uchre dubitationem diluit, inquiens, An quia necessesse est quod proyicitur, & impellitur contraniti ei vnde impellitur. Quod autem magnitudine sua nihil cedit, aut imbecillitate nihil contranitur, non efficit projectionē neque impulsione. quod enim multo impellentis excedit vires, haudquaquam cedit. Quod vero est multo imbecillius, nihil contranitur, & in impressionem non suscipit. Aliam quoque adiungit rationem, videlicet, Tantum ferri id quod fertur quantum aëris mouerit ad profundū (hoc est, ad eam partem aëris remotiorem, ad quam fertur) etenim proiectum à principio dum fertur aërem pellit, non pellit autem si nihil mouetur. Accidit igitur vt concludit Philosophus, proiecta isthæc contrarijs ex causis minus moueri. quod enim valde paruum est nihil mouet imbecillitate sua impediēte. quod vero valde magnum est, ex contraria causa nihil mouet, nempe quod ob magnitudinem suam nihil moueatur. Vnde fit proportionem inter proiectum & proyicientem esse in primis ad motum, necessariam. Hæc eadem præclare in sua Paraphrasi explicat Pico domineus.

Huic nos, de projectis quæstioni, hæc ad dimus.

Cur projecta corpora non sibimet ipsis secundum partes æque graua, si fuerint irregularis figuræ in ipso motu, secundum grauiorem partem antrorsus inuolento, & deorsum in naturali ferantur, & dum in latatione conuertuntur, sonitum edant.

Esto pila ABCD, cuius centrum E concinnata ex dispari materia leui, nempe BCD, & graui ABD. non ergo



erit centrū grauitatis & centrum molis, sit autem grauitatis centrum F. Descendat corpus prohibente remoto per rectam AG. Et quoniam grauiora deorsum tendunt magis, si à principio motus grauior pars fuerit supra in ipso descensu conuertetur pila, & situm non seruabit donec superior pars ea quæ grauior, deorsum fiat, vt videre est in

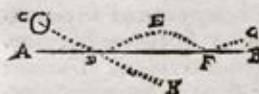
pila HIK, cuius centrum est G. pars grauior HIK. Si autem eadem pila, laterali motu violenter feratur versus N, ad eam quoque partem conuertetur pars grauior. factum enim molis seu magnitudinis centro vbi L, grauior pars fiet in MNO: quæcunque igitur sunt corpora ita constituta, vt in illis non sit idem molis & grauitatis centrum in ipsa latione conuertentur, & eorum pars grauior antorsus fiet. Sonitus porro in ipso motu editi ea est causa, quod irregulare corpus à principio incipit conuerti, & in ipsa conuersione dum fertur aërem verberat, & ab eodem vicissim reuerberatur, ex qua reuerberatione fit corporis rotatio dum fertur, & ipse sonitus, quem Græci *ποσειδων* Rhæzum appellant.

Ad hanc quoque speculationem pertinet, Cur lapides ad superficiem aquæ proiecti non statim demergantur, sed aliquot vicibus aquæ superficiem radentes, ab eadem resiliant.

Esto aquæ superficies AB, lapis proiectus C, tangens aquæ superficiem in D, & inde resiliens in E, mox iterum eandem tangens in F, & resiliens in G, donec violēto motu cessante demergatur. Vtique lapis C, proiectus in D,  
nisi

## EXERCITATIONES.

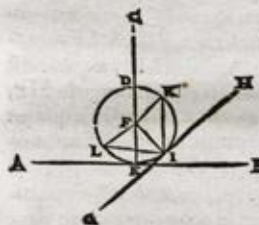
183



nisi medio densiori, aqua videlicet, repelleretur, penetraret per D, in H. At eo resistente, & adhuc vigente impetu, fertur in E ad angulos fere pares. Dico autem fere,

siquidem maior est ADC ipso EDF, propterea quod vis non sit eadem, sed minor ea quæ ex D pellit in E. Durante igitur impetu quo pellitur antrosum, fiunt ipsæ resilitiones, & eo cessante, resilitiones cessant, & lapis suapte gravitate demergitur.

Huc quoque spectat, Cur pila lusoria in horizontis planum proiecta ad pares resiliat, angulos nempe rectos?



Esto horizontis planum AB, in quod à puncto C per lineam perpendicularem CE cadat projiciaturue pila DE, cuius gravitatis centrum F. Tangit autem planum in puncto E. Perpendicularis ergo EC, circulum DE per centrū fecat, hoc est, in partes æquales & æqueponderantes, sed dum pila cadit projiciaturue,

agit in planum horizontis, vbi E, & in eodem puncto repetitur, quare cum cadens & agens diuidatur in partes æquales & æqueponderantes & item repatiens & resiliens diuidatur item in partes æquales & æqueponderantes, ita resilit repatiendo, vti egerat in cadendo, hoc est, ad angulos pares; quod fuerat demonstrandum. Modo sit planū aliquod ita ad horizontem inclinatum, vt GH, & in illud cadat projiciaturue eadem pila. Dico eam ab eodem inclinato plano ad pares angulos resilire, non tamen rectos.

Vti

Vtique pila cadens, planum non tanget in E. esset enim GH, vbi AB. Tangat autem in I, & a centro F ad contingentiz punctum I, recta ducatur FI. Erit igitur FI (prop. 18. lib. 3. elem.) ipsi GH plano perpendicularis. Ducatur item per I, ipsi EC, parallela IK, secans pilæ circumferentiam in K. Agit ergo & repatitur pila in puncto I non æqualiter in æquales. etenim sunt partes KDLEI, & IK, eo quod IK secet circulum non per centrum, repellitur ergo in repatiendo non æqualiter, sed iuxta inæqualitatem earundem partium. Ducatur autem recta in circulo LI æqualis ipsi IK. Erit igitur LEI, æqualis IK, & tota KDLEI æqualis toti IKDL. Vt igitur actio est per descensum iuxta rectam KI, ita est repassio per ascensum ex IL. Dico autem angulos KIH, LIG esse æquales & singulos recto minores. Connectantur FL, FK. Quoniam igitur IK portio æqualis est portioni IEL, & recta LI æqualis rectæ IK, & LF æqualis ipsi FK, & FI communis, triangulum LFI, æquale est triangulo IFK. Quare & angulus IL æqualis angulo FIK, sed GI F, HIF recti sunt, ergo residui LIG, KIH æquales sunt inter se comparati, & recto minores, quod fuerat ostendendum.

Hinc colligimus, quo magis planum ab æquidistantia horizontis recesserit, eo pilam in eo proiectam in partes inæquales diuidi & ad minores ipsi plano angulos resilire. Nihil autem refert, vtrum planum, in quod pila cadit, ad horizontem sit inclinatum, vel eodem horizonti æque distante pila non ad perpendiculas, sed iuxta aliquem angulum in illud projiciatur. Hæc sane ita ex demonstratione fieri ostenduntur. Veruntamen quoniam proiecta pila materialis est, & ideo nec æqualis, nec æque ponderans & sua grauitate resistens, non ad pares ex amulsi resiliret angulos, sed minores aliquantulum in resiliatione, remittente nimirum vi in ipsa reactione. Et sane fieri non potest,

## EXERCITATIONES.

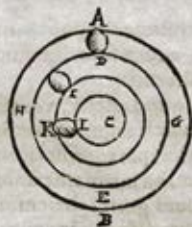
185

potest, pilam à plano resilientem eo peruenire vnde à principio discesserat; Id enim si daretur, æterna quoque pilæ ipsius daretur resilitio, & paullatim vi & impetu remittente per parua intervalla motus esset, donec res quæ mouebatur, omnino quiescat.

## QVÆSTIO XXXV.

*Querit hoc vltimo Problemate Aristoteles, Cur ea qua in vorticosis feruntur aquis, ad medium tandem agantur omnia?*

**T**Ribus rationibus soluit, quarum prima est: Quicquid fertur, magnitudinem habet, cuius extrema in duobus sunt circulis, hoc in minori, illud in maiori. Et quoniam maior velocior est, magnitudo media, non æqualiter fertur, sed à maiori quidem pellitur, à minori vero retrahitur, vnde transuersus sit magnitudinis motus, & ipsa magnitudo ad interiorē propellitur circulum, itaque eodem pacto, è maiori in minorem propulsa in centrum tantum fertur, & ibi quiescit.



Esto vortex AB, cuius centrum C, magnitudo quæ fertur AD, maior circulus AFB, minor DHEG. Velocitas igitur in A maior est velocitate quæ in D, magnitudinis ergo extremum A, velocius rapitur in A quam eiusdem extremum in ferius D, in D. Velocitas igitur maioris circuli pellit A versus F, tarditas vero minoris circuli D retrahit ad partes G.

conuertitur itaque magnitudo inter pellentem & retrahentem circulum, donec ex-

Aa

tremi-

tremitas A in circulo minori fuerit vbi H, D vero vbi I, & ita deinceps eadem ratione vbi KL, donec paullatim feratur in centrum C, facto nempe à maiori in minorem circulum transitu.

Secunda ratio ita habet, quia quod fertur, simili se habet modo ad omnes circulos propter centrum, hoc est, in quouis circulo, qui circa idem centrum fertur. Omnes autem circuli mouentur, centrum vero stat, necesse est à motu tandem id quod mouetur ad quietis locum, hoc est, in centrum ipsum peruenire.

Tertia, quoniam circulorum, qui in vorticibus sunt, velocitas, & ideo imperus non est æqualis, sed semper exterior est interiore velocior & violentior, Æqualis autem semper in mota magnitudine, grauitas, diuersimode se habet ad circulos, à quibus mouetur, & ideo modo vincitur, modo vincit: vincitur autem à velocioribus circulis, vincit autem tardiores. Itaque quoniam sua grauitate resistens, maioris circuli motum prorsus non sequitur, ad tardiores reijcitur, hoc est, interiore, & sic deinceps, donec tandem centrum ipsum nanciscatur, in quo nec superans, nec superata quiescit.

Hæ sunt rationes, licet obscurissime propositæ, quibus, vt diximus, vtitur Aristoteles. ac ut hæc sane illæ quidē, at tamen haudquaquam vltro admittendæ.

Primo enim falsum videtur, quod asserit, vortices circulos esse, & circa idem centrum fieri atque rotari. Spiræ enim potius sunt, quæ ab exteriori parte remotioreque incipientes spiraliter circumuolutæ, ad intimam tandem partem, quæ media est & centri vices gerit, deueniunt. qua veritate cognita, omnis prorsus difficultas tollitur, Cum enim ea quæ feruntur, ab aqua ferantur, aqua vero feratur spiraliter, ea quoque spiraliter ferri, est necessarium.

rium. Hæc autem clariora erunt si quo pacto vortices fiant, quispiam considerauerit.



Esto fluminis cuiuspiam curva eademque profunda ripa ABCD. Aquæ vero moles rapida EFDC, quæ quidem eo quod magno impetu deferatur in C, ripæ ipsius naturâ sequens turbinatim circumuoluitur, egressa autem extra locum seu ripam B rotationis principium secundans, in seipsam spiraliter contorquetur, & vorticem efficit GHFIK, cuius quidem centrum est vbi K.

Alia quoque de causa, ex quiescente nimirum, & mota aqua fiunt spiræ vortices. Esto enim fluminis ripa



ABC, sinum efficiens, qui aquam ex ripæ ipsius obiectu contineat quiescentem. Cursus vero fluminis liber & rectus, sit inter lineas AC, DE. Itaque dum aqua AC rapide fertur ad partes A, quiescentem ABC iuxta lineam CA lateraliter præpellit, & eius quidem partem quam tangit, secum rapit, puta ex F in G. Delata igitur aqua & currente ex F versus G quiescens lateraliter eidem sese aliquantulum

opponit, & currentem repellit ex G in H. Cæpto itaque spirali motu aqua circumuoluitur secundum lineam GHK, donec perueniat ad centrum I, vbi circumuolutæ aquæ partes sese inuicem tangunt. Porro vortices isti spiræ, quod nos per Padum, Abduam, & magna flumina nauigantes obseruauimus, non eodem permanent loco, sed rapiantis aquæ motum secundantes, paulatim in currentem aquam

delati euanescent, fiunt etiam eiusmodi vortices nau-  
tis quidem valde formidabiles etiam in mari, de quibus  
Poëta libro Æncidos primo.

--- *ast illam ter fluctus ibidem*

*Torquet agens circum, & rapidus vorat æquore vortex.*

Sed & idem quoque de vorticibus, qui in fluminibus  
fiunt libro 7.

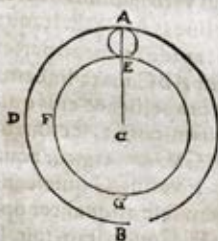
--- *hunc inter fluuio Tiberinus ameno*

*Vorticibus rapidis, & multa flauus arena*

*In mare prorumpit.*

Fiunt autem in mari partim occultis de causis, partim  
etiam ex violentia aquarum sibi inuicem obuiantium a-  
gitatione. Sed nos hisce explicatis commode ad ea quæ  
dixerat Aristoteles, reuertemur.

Dicimus igitur, primam eius rationem haud magni  
vberi ponderis, siquidem non per circulos actu distinctos  
aqua circumfertur, sed ipsamet sua mole tota simul.



Esse enim vortex AB, cu-  
ius centrum C, semidiameter  
CA, siatautem rotatio totius a-  
quæ CA ad partes D, in linea  
autem AC, sit corpus aliquod a-  
quæ rotatione circumlatu AE,  
inter circulos maiorem ADB,  
minorem EFG. velocius autem  
mouetur ADB, ipso EFG, citius  
ergo fertur pars superior ipsius  
corporis vbi A, quam inferior

vbi E. At id nec A repellit, nec E retrahit, siquidem eodem  
tempore quo A permeauit circulu ADB, eodem & E per-  
currit circulum EFG. Itaq; A reuerso in A & E, punctum  
reuersum erit in E, nulla facta corporis E quoad firmu,  
mutatione quod voluit Aristoteles.

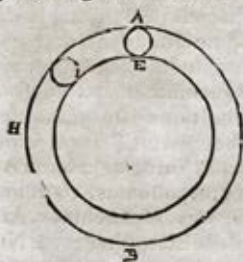
Ad



## EXERCITATIONES.

189

Ad secundam vero dicimus, non ideo quod omnes circuli aequaliter circa centrum ferantur, nisi alia quæpiã extranea vis intercesserit, quæ ea ab exterioribus circulis pellens agat in medium.



Tertia quoque ratio laborare videtur.

Esto enim vortex AB, cuius centrum C, sit autem corpus aliquod E, cuius natura apta sit rotationi aliquatenus resistere. Quoniam igitur eius resistentia aliquantulum ab aqua rapiente superatur in ipsa rotatione, partim aque impetum sequetur, partim suapte natura retardabitur. Quamobrem aqua quæ est in A, translata in H, corpus ipsum non erit in H, sed in G. Tardius igitur corpus quam aqua ipsa, rotationem complebit, non tamen propterea, nisi alia quæpiam adsit causa, feretur in medium.

Cæterum horum vorticum effectum & causam observare licet, si vase quopiam aqua pleno aquam ipsam baculo manue circulariter agitauerimus, fiet enim vortex, & si quippiam quod leve sit, in aquam motam proiecerimus, ea quam diximus de causa in motum ipsum, hoc est, vorticis spiræue, centrum feretur.

Hæc nos, vt vera proponimus, & fortasse decipimur. Certe Philosopho tantæ auctoritatis contradicere, magnæ videtur audaciæ, aut potius insanix. Quicquid tamen sit, pro pulcherrima veritate laborasse, à parte aliqua laudis non fuerit prorsus, vt arbitror, alienum.

## APPENDIX.

**M**odum inueniendarum duarum mediarum proportionalium non tantum utilem esse, sed profusum necessarium, illi norunt, qui in Mechanicis disciplinis vel parum fuerint versati. Nulla enim alia ratio est, qua corporum magnitudines seruata figura & similitudine augeri proportionaliter imminuiue possint. Quamobrem factum est ut in his inueniendis tum vetustissimo tum etiam inferiori æuo, clarissimi Viri magnopere laborauerint. Plato etenim, Eudoxus (cuius modum repudiavit Eutocius) Heron Alexandrinus, Philon Byzantius, Apollonius, clarissimi Geometrarum, Diocles, Pappus, Sporus, Menæchmus, Archytas Tarentinus, Platoni æqualis: Eratosthenes, & Nicomedes ad has inueniendas varias rationes excogitarunt, quorum omnium modos, & instrumenta, demonstrationesque diligentissime collegit, & in illos Commentarios coniecit idemmet Eutocius, quos elegantissimos in Archimedis libros de Sphæra & Cylindro scripsit. Nos autem ijs omnibus accurate perspectis, & diligentissime ponderatis, inuenimus eos fere omnes tentando negotium absoluerunt, quod sane laboriosum valde est & operantibus permolesum. Itaque cum modum proximè inuenissemus, ex quibus operatur tutissime & facillime ad quæ sitas ipsas medias manuducitur, hunc pulcherrimæ huius facultatis studiosis inuidere nefarium iudicauimus. Quod si quispiam dixerit, Ballistarum, Catapultarum, Scorpionum, & cæterarum eiusmodi Machinarum usum, olim apud nos desuisse, & ideo Problema hoc videri superuacaneum, Respondemus, nulla alia ratione æneorum tormentorum pilas augeri imminuiue seruata ponderis ratione posse, innumeraque esse, quæ ut rite perficiantur, hæc penitus indigent speculatione. Nos rem Mechanicis utilem, Mechanicis

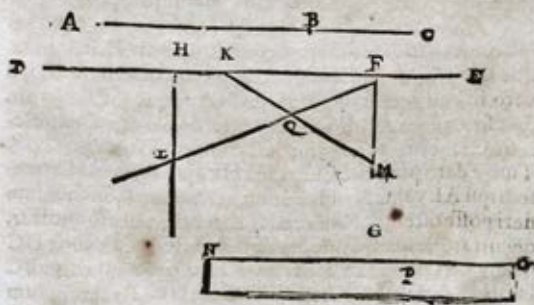
## EXERCITATIONES.

191

chanicis nostris Exercitationibus annectere, haud importunum iudicauimus. Sed tempus est, vthis breuiter præfatis, ad rem ipsam explicandã commode accedamus.

*Datis duabus proportionalibus prima, & quarta duas inter eas medias in continua proportione inuenire.*

**E**Sto prima datarum AB, quarta BC, inter quas secundã & tertiam oportet inuenire. Ducatur rectã DE, cui à puncto F, vtcunque sumpto, perpendicularis demittatur FG, Tum ab F versus D duplicetur quarta BC, fitque FH, deinde ab H ipsi FG parallela demittatur HI, & ab HF abscindatur HK, ipsius BC quartæ medietati æqualis. Posthæc puncto K spatio autem medietati, primæ datarum æquali, in linea HI notetur punctum L, & ipsi HL fiat æqualis FM, & KM iungatur. His ita constitutis paretur seorsum scheda regulae quæpiam NO, in cuius latere accipiatur OP, æqualis medietati primæ datarum seu ipsi KL. Tum regulae latus a pretur puncto L, extremum vero O, feratur assidue per rectã EK, versus K, nunquam



interina

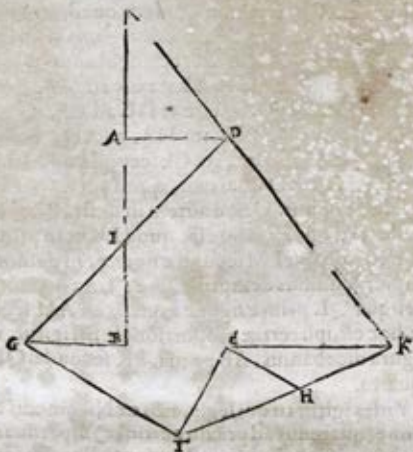
interim regulæ latere ON amoto à puncto L, idque donec punctum P, obuians incidat in lineam KM, puta ubi Q extremum vero O inueniatur in R, notato igitur in linea EK puncto R habebitur, quod quærebatur. Erunt igitur AB prima, RK secunda, QL tertia, BC quarta.

Hæc praxis ijsdem principijs demonstratur, quibus suam ex Conchoide ostendit Nicomedes. Conficit ille instrumentum, ex quo describit Conchoidem, ex qua postea duas medias venatur. Nos autem nec instrumentum construimus nec Conchoidem describimus, & duabus fere lineis rem absoluius, vt nemo fere non dixerit, hoc istud quod docemus, à Nicomede praxi esse prorsus alienum.

Sed nos, vt eius, quam ostendimus, operationis demonstratio habeatur; ipsius Nicomedis ex Pappi libro 3. propos. 5. desumptam in medio afferemus, quippe quod isthæc ea quam in suis in Archimedem commentarijs refert Eutocius, sit lucidior.

Datis duabus rectis lineis CD, DA; duæ medix in continua proportione hoc modo assumuntur.

Compleatur ABCD parallelogrammum, & veraque ipsarum AB, BC, bifariam secetur in punctis L, E, iunctaque LD producat; & occurrat productæ CB, in G, ipsi vero BC ad rectos angulos ducatur EF, & CF iungatur, quæ sit æqualis AL. Iungatur præterea FG & ipsi parallela sit CH, eritque angulus KCH, æqualis angulo CGF. Tum à dato puncto F ducatur FHκ, quæ faciat κH æqualem ipsi AL vel CF. Hoc enim per lineam Conchoidem fieri posse ostendit Nicomedes, & iuncta κD producat, occurratque ipsi BA, productæ in puncto M. Dico vt DC ad Cκ ita Cκ ad MA & MA ad AD. Quoniam enim BC bifariam secta est in E, & ipsi adijcitur Cκ. Rectangulum BκC per 6. secundi: vna cum quadrato ex CE, æquale est quadrato.



quadrato ex  $E\kappa$ . commune apponatur ex  $EF$  quadratum,  
 ergo rectangulum  $B\kappa C$  vna cum quadrato  $CF$   $\propto$ quale  
 est quadratis ex  $\kappa E, EF$ , hoc est, quadrato ex  $F\kappa$ . Et quoniam  
 ut  $MA$  ad  $AB$ , ita est  $MD$  ad  $DK$ , ut autem  $MD$  ad  
 $D\kappa$  per 2. sexti, ita  $BC$  ad  $C\kappa$  erit ut  $MA$  ad  $AB$ , ita  $BC$   
 ad  $C\kappa$ . Atque est ipsius  $AB$  dimidia  $AL$ , & ipsius  $BC$ , du-  
 pla  $CG$ , est igitur ut  $MA$  ad  $AL$ , ita  $GC$  ad  $C\kappa$ . Sed ut  $GC$   
 ad  $C\kappa$ , ita  $FH$  ad  $H\kappa$  propter lineas parallelas  $GF, CH$ .  
 quare & componendo ut  $ML$ , ad  $LA$ , ita  $F\kappa$  ad  $H\kappa$ , sed  
 $AL$  ponitur  $\propto$ qualis  $H\kappa$ , quoniam & ipsi  $CF$ , ergo &  $ML$   
 per 9. lib. 5.  $\propto$ qualis erit  $F\kappa$ , & quadratum ex  $ML$ ,  $\propto$ quale  
 quadrato ex  $F\kappa$ . est autem quadrato ex  $ML$ ,  $\propto$ quale re-  
 ctangulum  $BMA$  vna cum quadrato ex  $AL$  & quadrato  
 ex  $F\kappa$   $\propto$ quale ostensum est rectangulum  $B\kappa C$  vna cum  
 quadrato

Bb

## 194 IN MECH. ARIST. PROBL. EXERCIT.

quadrato ex CF, quorum quidem quadratum ex AL  $\propto$  quale est quadrato ex CF, ponitur enim AL, ipsi CF  $\propto$  qualis, ergo reliquum BMA rectangulum  $\propto$  quale est reliquo BkC. Vt igitur MB ad Bk, ita Ck ad MA. Sed vt MD ad Bk, ita DC ad Ck. quare vt DC ad Ck, ita est Ck ad MA. vt autem MD ad Bk, ita MA, ad AD. Ergo vt DC, prima, ad Ck secundam, ita Ck secunda ad MA tertiam, & MA tertia ad AD quartam, quod fuerat demonstrandum. Hæc Pappus. Quod autem in nostra Praxi diximus, QL esse tertiam, ea ratio est, quod LR vt in prima figura est, sit  $\propto$  qualis ipsi LM secundæ figuræ, in demonstratione Pappi, ex quibus demptis QR & LA, quæ sunt  $\propto$  quales, reliqua QL primæ figuræ  $\propto$  qualis est AM secundæ figuræ, hoc est, ipsi tertiæ proportionali: Est igitur, vt in prima figura dicebamus, AB prima, kR secunda, QL tertia, BC quarta.

Vides igitur tu qui legis, nos ex Nicomedis demonstratione (quatenus ad praxin pertinet) superflua rescalfecisse, & absque Conchoidis instrumento lineæ uerem ipsam confecisse, idque non tentantes, vt alij, sed progredientes, & quasi manu ductos quæ situm inuestigasse.

F I N I S.

## Typographus beneuolo Lectori.

*Amice lector, antequam ad libri lectionem adu, hac queso errata corrige.*

- Pag. 2. l. 4. ciffima l. ciffime. lin. 5. linearū l. planorum. l. 11.  
 Iedericus l. Federicus.  
 p. 4. l. 23. fecetur feretur. l. 25. violentia violentiz. l. 28.  
 DCD. per CD. lin. penult. Natura & Violentia.  
 p. 7. l. 20. quæ qua. l. 25. sparfum spartum.  
 p. 8. lin. 2. mouente l. manente. lin. 11. circumlacione. l.  
 22. moto mota.  
 p. 9. lin. 2. circumlacione. l. 6. vacua l. vnica. l. 12. defid.  
 confid. lin. vlt. B l. D.  
 p. 10. l. 7. notione motione.  
 p. 11. l. 1. & 2. semota seruata. in fig. infra D redintegra G.  
 p. 12. l. 25. circūlata. l. 26. egressa. lin. 29. AD, l. AB, in fig.  
 melius exprime literas. B. T. X. M. Q. S. F.  
 p. 13. l. 16. præfert profert.  
 p. 16. vlt. dum tum.  
 p. 17. l. 13. IS, IS.  
 p. 18. in fig. infra P repone Q. & inferius, ad sinistram, G.  
 p. 19. l. 8. HDH l. HDQ. l. 20. CH l. CA. l. vlt. FIGI.  
 p. 20. l. 21. gracilis l. grauitatis. in fig. centro appone C.  
 p. 24. l. 13. DLE l. DCE.  
 p. 25. l. 2. quædā quidē. l. 11. aduert. cōuert. l. 23. ad cōtra.  
 p. 26. l. 21. residua residuum l. 31. quam quarum. in fig. in-  
 fra B pone G. & inter H & G pone M.  
 p. 27. l. 13. propositio proportio. l. 20. detinent l. defineti-  
 bus. in 2. fig. infra B pone D.  
 p. 28. l. 14. imagunculæ, in fig. redintegra B, & infra ap-  
 pone E.  
 p. 29. l. 6. HBE l. HBL. in fig. inter H & E restaure G.  
 p. 31. l. 8. them. schem. l. 21. habet traher.  
 p. 32. l. 14. mouetur l. moueatur. l. 15. positam. in fig. supra  
 B pone G.  
 p. 34. l. 13. ICH l. ICA. l. 22. veçtes veçtis.

- p. 35. in fig. perfice lineam AD.  
 p. 36. l. 3. hypomochlio.  
 p. 38. infra A in quadrangulo fig. pone D. & infra F. pone  
 H & infra G pone K.  
 p. 39. l. 5. HC l. AC.  
 p. 42. l. 7. BA, l. B fiat A. l. 13. maxime intel. maxime, intel.  
 in fig. supra D pone G, & in angulo pone B.  
 p. 44. in fig. infra E, pone G, & supra A, D, & supra H, I.  
 p. 45. l. 25. fit l. fit.  
 p. 46. l. 27. in l. vi.  
 p. 47. l. 7. aluum l. alueū. in fig. supra B appone A, & su-  
 pra D, C. & ex A vt centro ducatur à nauibus ad lineam  
 CD, portio circuli punctata, eiq; apponantur M, L.  
 p. 49. in fig. 2. ad finem lineæ BC appone A, & iuxta H  
 due lineam oblique HI superiori parallelam. & in con-  
 curfu linearum ex A. C. B. appone F. & in earū medio G.  
 p. 51. in fig. vbi H & A fecerant pone D.  
 p. 52. l. 20. ipsi l. ad. l. vlt. ac l. AC.  
 p. 53. l. 14. ad hoc est l. ad pōdus, hoc est, in fig. 1. in verte-  
 bra forcipis pone A. in 2. fig. ex I fac E.  
 p. 54. l. 1. faburræ l. faburræ.  
 p. 55. in fig. ad sinist. lineæ rectæ pone G. & ex N fac H.  
 p. 56. in fig. infra B pductæ lineæ appone C, & infra E, F.  
 p. 57. in fig. centro pone C. & in contactu, B.  
 p. 60. in 1. fig. ad rectæ dextram pone C.  
 p. 61. l. 23. H l. EI.  
 p. 62. in fig. ad sinistrā D pone B. dele D & pone F. infra  
 K pone C. dele F & pone D. ad sinistram G pone A.  
 pag. 63. l. 17. secundam per lineam. l. secundum lineam. l.  
 25. perpendiculari. in fig. perfice rectam BK.  
 p. 64. in fig. angulo restaura B. & infra C pone F. & supra  
 C in circulo pone I. superius extra circulum restitue G.  
 p. 65. l. 3. eo l. & l. 22. FBC FBG. l. 23. mai<sup>o</sup> maioris. l. 24.  
 literam lineam. in fig. pro N pone H & inter B & E pone K.  
 p. 66.



- p. 66. l. 30. EG I. EQ. in fig. pró H fac N & iuxta O pro 7  
 fac P & iuxta S per fice Q.
- p. 67. l. 22. DEF I. BEF.
- p. 68. l. 16. circulo. in fig. infra E re pone F.
- p. 69. l. 11. & paralleli l. parallele. dele & in 2. fig. suprema  
 linea restitue A. F. D. in infima B. E. C. In 3. fig. sic restitue  
 literas, in suprema recta e. S. g. paulo infra ad lineam curuã  
 e. v. l. x. y. In 2. recta, Q. a. Z. Y. X. b. y. d. e. R. in infima curua,  
 π. ξ. μ. θ. T. σ.
- p. 70. l. 13. a v. l. a V. l. 30. DE I. DC. in fig. ad coní basin po-  
 ne superius, A, infra, E, inferius B. ad verticem coní C, in fi-  
 ne rectæ, l.
- p. 71. l. 13. AEBF.
- p. 73. in fig. ad sinistram pone B. & per fice curuam AD.
- p. 76. l. 3. FEG. l. 4. & 11. GF. l. G, F. l. 5. graui<sup>o</sup> l. grauitatis.
- l. 20. LK l. L, K. in fig. intra B pone C, supra B, G. infra D, F.  
 & inferius, l. inter L & A pone M & produc lineã KO vsq;  
 ad diametrum CA.
- p. 77. in fig. supra F pone A, in centro, C. iuxta B restaúra  
 H, in centro, K. infra D, C pone E. & supra K, L. & per fice  
 lineas.
- p. 78. in fig. per fice diametros.
- p. 79. l. 17. DI. l. D, l. 15. centra.
- p. 81. l. 7. FL, l. F, L, l. 9. axis rotæ l. axis G, rotæ. l. 20. locũ  
 l. lorũ. in fig. 1. ad centrum pone D, & supra, C.
- p. 82. l. 16. obliquũ. l. 23. AB, l. A. B, l. 26. F pondere l. F,  
 pondera. l. 28. & 31. S. l. 5.
- p. 83. l. 1. fecetur l. feretur. l. 2. & 18. IS. l. 15.
- p. 84. l. 12. BG B, G. l. 14. CH C, H. l. 15. ACPH AC, PH.  
 in fig. ad dextram A pone B. ad dextram F, G. & infra G, I  
 inter H & I per fice O. supra O pone K inter F & H pone M.
- p. 85. in fig. supra C pone A.
- p. 86. l. 16. fit l. fit. in fig. 1. ex C fac G. infra I adde A. supra  
 D ex E fac C. & ad latus per fice H. infra E per fice F. & B.
- Cc 2
- p. 87.

p.87.l.6. maior mat<sup>o</sup>. l.16. CD C, D, l.17. EFGHE.F.G.  
H in fig.1. supra N restaura K & superius, L. infra I, G & in-  
fra C adde A. In 2. fig. per face circellum & in centro Q.

p.88. passim male interpunctum. l.13. QR. QV.

p.89.l.17. CH CA.

p.90.l.26. serofulam serofulam.

p.91.l.29. & 30. DE ipsi FG l. D, E, ipsi F, G,

p.92.l.12. 20. 21. AB, l. A, B, l. 19. restituatur l. 28. IK l. I, K,

p.93.l.10. litterales littorales.

p.95. figuram inuerte, & in medio restaura D. ante D  
pone A. post D, B. iuxta B ad curuam adde C.

p.96. in 2. fig. ex I fac F. in 4. fig. medio adde Q.

p.97.l.10. QS. l. QP, l. 25 27. AB l. A, B, in fig. ad dextra  
pone B. inferius C. in 2. fig. iuxta D per face E.

p.98. lin. 15. 16. cauterijs, biscant. canterijs, biscant. l. 19.  
mera l. 29. C grauitatis centrum F. C, grauiratis centrū E.

p.99.l.14. KL, l. K, L,

p.100. figu a non quadrat,  
sed hæc l. 23. CADB CA, DB,

p.101.l.13 quorum ibid. KL,  
quarum K, L. l. 15. MH MA l. 19.

AHBI AH, BL l. 29. 31. EF E, F,

p.102 l. 3. corporum l. 6. GH.

ibid EF GA, E, F, l. 9. EH EA l.

11. 26. AB A, B, l. 18. 23. & seqq.

pag. pro cauter. lege canter,

p.103.l.4. 7. AB. A, B, l. 10. pē-

debit pandabit l. 24. EF E, F, in

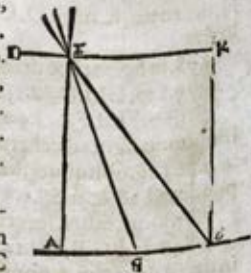
fig. inter BA pone E, inter AC  
pone F. & infra EG pone H.

p.104.l.13. DE D, E. l. 14. DH DA l. 18. BC B, C, hic de-

est figura quam ex pag. 178. huc transfer, & in ea re pone C.

p.105. lin. 5. cum tum. in fig. ad sinist. l. lineæ pone C, ad

dextram D. & infra, B, sup: a G ex B fac F. infra ex R fac K.  
& in-



& inferius pone E. infra A pone L. ex D demitte perpendiculararem versus M.

p. 106. l. 24. ED, E.

p. 107. l. 20. tertium verticē l. 31. EFL E, F, l. 33. HKI. NK.

p. 108. l. 1. IH. l. IN. l. 4. CH in NI. CA in HI. 7. ANI. AHL.

13. HG l. N, G, in fig. dextro pro X fac Y.

p. 109. lin. 3. BH, ibid. OP. BA, O, P. l. 5. QRS QR. S. l. 8.

QS. ibid. OH, QS. OA, l. 19. NG ND.

p. 110. in fig. dextro, infra H pone M, supra, perfee L. iuxta H dextrorsū perfee Q. infra A pone D. infra B pone C.

p. 111. in fig. ex C fac G & ex G, C.

p. 112. l. 13. H in F, A in F l. 28. ST. S, T, l. vlt. QR QIRM

Q, R QI, RM, ibid. in fig. iuxta F ad angulum pone S, inter F & Spone A. ex R & G produc lineas vt coneurant & ad concurrsum pone T & supra R pone X. in areu GRN perfee N. & supra N pone M. infra K & N perfee Z & inferius pone E, & superius D. supra K pone l.

p. 113. l. 3. QR Q, R, l. 13. & alibi, a peritione a peritione lin. 21. in H ABL in H, AB l. 29. ris re. in fig. ad dextram l, fac P. ex D fac B. inter F & R pone C. inter N & E, fac D. iuxta M restaura H. inter H & R fac G.

p. 114. l. 7. maiorum murorum l. 14. BG B, G, l. 17. DE incumbās l. D, E, incumbas l. 25. cum eum. in fig. produc DK ad B, ibiq; adde C. sic & EL. ad G ibiq; adde F.

p. 115. l. 25. post EHF, adde, GLF, l. 27. EG E, G, l. 28. HI H, l, in fig. ad sinist. N. pone A. vltorius P. infra A, fac B, supra O perfee G. ad sinistram O pone l.

p. 116. l. 22. dele lM, vel scribe IBM. in fig. 1. dextro delef.

p. 119. l. 16. vitro intro l. 31. ad l. n6. in fig. infra A fac B. infra F, G. infra E, D. infra H, l. supra F perfee C.

p. 120. in fig. supra N fac L. supra O ex G fac P.

p. 121. l. 23. signis tignis.

p. 122. l. 12. Si fil. l. 16. AB A, B, in fig. superius adde E.

p. 123. in fig. linea superiore ad sinistram adde A, ad superiorem

periolem 2. circulum adde Q & P. ad 1. inferiolem S. infra  
2. H.

p. 124. l. 26. B C l. B, C. l. 30. D. J. B, in 1. fig. sic pone lite-  
ras, A. B. C. in 2. sic, D. F. E.

p. 125. l. 24. B C l. B, C.

p. 127. l. 10. cubiculorum l. orbiculorū l. 25. H. l. N. in fig.  
infra A pone C. & numeros corrige ex textu.

p. 128. l. 8. textus l. sextus l. 30. igitur connatā l. igitur se-  
cundum connatam.

p. 129. l. 10. DE l. D, E, l. 15. G sex l. G, sed l. 22. dimittere-  
tur. in figura restaura literas A. B. F. G.

p. 130. in fig. exter. circulo adde H & G.

p. 131. penult. E G l. E, G.

p. 132. l. 1. A B l. A, B,

p. 133. in fig. repone A. E. F.

p. 134. l. 6. se libras. in fig. iuxta H præpone A. iuxta E, C.

p. 135. l. 5. eum l. cum.

p. 138. Vbique ex F fac E, & in figura ad nucem adde K.  
l. 25. B E l. B, E, l. 27. ponderis, A l. 28. fulcimentum, B E.

p. 139. l. 3. 2 pertionem.

p. 140. in fig. perfice rhombi latera & parallelas, & ad si-  
nistram appone suis locis E. B. G.

p. 141. l. 1. A B l. A, B. l. 21. erit igitur in E. l. 23. A C B D l. A C,  
B D. l. 31. B. l. B,

p. 142. l. 6. in equalia l. in equalia. l. 7. A B l. A, B, l. 17. ma-  
ior l. minor.

p. 143. in 2. fig. restaura perpendicularem A C.

p. 144. l. 21. inon l. non.

p. 146. l. 4. considerasse.

p. 147. in fig. infra H pone C. supra M ex G fac P.

p. 148. l. 8. DIE ibid. P l. D, l. E, P, l. l. 11. hoc minus l. hoc  
est, minoris.

p. 150. l. 26. vestes restes. in fig. ad dextram C adde F.

p. 151. l. 16. tormenta l. tomenta l. 24. extrud l. extend.

p. 152.

p. 152. in fig. superius adde A. C.  
 P. 153. l. 3. G, H, K, C, E.  
 P. 154. l. 1. scindendum l. 10. & 11. Q, P, O, N, M, l. 13. & 14.  
 literas distingue cōmatibus. l. 23. vera vlla. l. vlt. rare rasse.  
 p. 156. l. 13. iustiniens in C. l. 19. CD. CB.  
 p. 158. in fig. literæ reponantur iuxta textum.  
 pag. 159. lin. 2. AB, l.

A, B, Figura non quadrat, sed hæc l. 14. iustinet, in l. pen. Tolle lonē.

p. 161. l. 2. CED. CEB  
 l. 13. qui l. quæ.

p. 162. l. 30. in E, & l. in B, eo.

p. 163. l. 2. vbiq̄ue post mouens pone comma.

p. 164. l. 2. alter l. 31. AB, l. AD, figura est inuerfa. & pro  
 Dpone B. pro v. A. pro A, D.

p. 165. l. 15. ex l. & figura spectat ad pag. 173. Huc vero pertinet hæc.

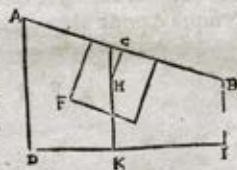
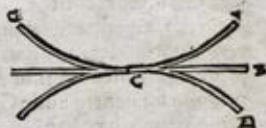
p. 167. in fig. supra v pone A. ad sinistram l. & duc lineã I v k. supra k perfice D. ad dextram fac H. postea F.

p. 168. in fig. perfice lineam G h. & infra G pone L & dele. i

p. 169. l. 9. fulcimentum. in fig. restaura F. M. & inter F, M, pone n. infra M ad C pone L. lin. penult. D diluetur l. constituetur.

p. 171. in 1. fig. ad sinist. P pone A, ante G, v. perfice semicirculum, & supra K pone J. supra G, n. producta lineã G h & ducta h E parallela ipsi G F. In 2. fig. supra O perfice Q. & dextrorsum L.

p. 172. l. 4. A, B, C, D, l. A, B, C, D.



- p.173. figura non pertinet huc, sed ea quæ est pag.165.  
 p.174. in fig. supra E pone G.  
 p.175. l.30. puncto v duc v G. in fig. inter E & D fac A. infra G, H. inferius v.  
 p.178. Figura deest. & quæ hic est, spectat ad pag.104.  
 p.179. l.17. proiectis. penult. innocentiss. violentiss.  
 p.181. l.28. in violento. vlt. non e-go idem erit.  
 p.183. l.26. repercutitur.  
 p.184. l.7. æqualiter: inæquales l.27. perpendiculum.  
 p.185. l.18. tandem. in fig. extra H adde F.  
 p.188. l.12. violenta l.31. in A, & E.  
 p.189. in fig. centro adde C. l.25. motum l. medium:  
 p.190. penult. hæc hac.  
 p.191. in fig. producelineam FM vsq; ad G. infra L appone  
 Lex K ad L duc rectam punctatam. rectam L Q produc  
 & ubi ea tangit rectam K E ibi adde R.  
 p.193. in fig. perfice rectam Gx. & duc DC. & inter A &  
 v fac L. inter v & C fac E. & duc rectam EF. & perfice F.  
 & supra A pone M.

F I N I S.



