Bernardino Baldi *In mechanica Aristotelis problemata exercitationes*

Max Planck Research Library for the History and Development of Knowledge

Sources 4

Edition Open Access
2017

Bernardino Baldi

In mechanica Aristotelis problemata exercitationes

Versione Italiana

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 4

Communicated by Jürgen Renn and Antonio Becchi
Copyedited by Lindy Divarci

ISBN 978-3-945561-28-7
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

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

Le immagini del facsimile sono state realizzate dal Centro di Digitalizzazione della *Biblioteca di Stato Bavarese, Monaco*, utilizzando l' originale conservato nella collezione di libri rari della medesima biblioteca, segnatura Res/4 A.hydr.79.

La *Max Planck Research Library for the History and Development of Knowledge* comprende tre collane: *Studies*, *Proceedings* e *Sources*. Esse presentano al pubblico nuovi risultati di ricerca e testi classici in un formato innovativo, che combina i vantaggi delle pubblicazioni tradizionali con l'uso del mezzo digitale. I volumi sono disponibili sia in forma di testi a stampa sia come pubblicazioni online *open-access*. La qualità delle opere scientifiche proposte è assicurata dal controllo dei membri del Comitato Scientifico e di esperti ad esso collegati.

I volumi delle tre collane si rivolgono non solo a studiosi e studenti di varie discipline, ma anche a un pubblico più ampio interessato a comprendere il ruolo della scienza nel nostro mondo. Essi permettono un accesso diretto e a basso costo alle fonti del sapere. Inoltre, combinando la stampa con l'edizione digitale, le tre collane presentano un nuovo modo di pubblicare i risultati delle ricerche e di studiare fonti storiche o temi attuali. I volumi, infine, mettono a disposizione fonti primarie altrimenti difficilmente reperibili.

L'iniziativa è il risultato degli sforzi congiunti dei dipartimenti di ricerca di tre istituti della Società Max Planck: il Max Planck Institute for the History of Science, il Fritz Haber Institute e il Max Planck Institute for Gravitational Physics (Albert-Einstein-Institut). Questa iniziativa è in linea con la *Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities*, promossa dalla Società Max Planck nel 2003.

Ogni volume della collana *Studies* è dedicato a un tema chiave della storia e dello sviluppo del sapere: il tema viene indagato attraverso prospettive di ricerca multidisciplinari e combina analisi delle fonti con approcci teorici d'indirizzo. Gli studi rappresentano il risultato di lavori di gruppo dedicati a tematiche che spaziano dalla globalizzazione del sapere alla natura dell'innovazione scientifica.

I volumi della collana *Proceedings* raccolgono i risultati di incontri di studio su temi attuali e favoriscono, anche attraverso una piattaforma digitale, ulteriori collaborazioni sugli stessi argomenti.

Ogni volume della collana *Sources* presenta fonti primarie di rilievo per la storia e lo sviluppo del sapere, in facsimile, trascrizione o traduzione. Le fonti sono accompagnate da un'introduzione e da apparati di commento frutto di nuove ricerche. Tra le fonti riprodotte in questa collana vi sono libri rari, manoscritti, documenti o altri materiali non immediatamente accessibili presso le biblioteche e gli archivi.

La pubblicazione delle tre collane si avvale della consulenza di specialisti e abbina il libro classico, prodotto secondo la formula *print-on-demand*, con le moderne tecnologie digitali. Questa iniziativa prende avvio dalla banca dati ECHO (European Cultural Heritage Online), le cui funzionalità vengono ampliate, e aspira a diventare un modello per un ambiente di ricerca basato sulla tecnologia World Wide Web, in grado di garantire un accesso interattivo alle informazioni.

Indice

Parte 1: Su questo libro

Capitolo 1
L'autore

Bernardino Baldi nasce ad Urbino il 6 giugno 1553. Dopo aver appreso le lingue classiche passa a frequentare la cerchia delle persone che si riuniscono intorno al famoso matematico Federico Commandino.[1] Commandino stava svolgendo da molti anni un programma di edizioni, in traduzione latina con relativo commento, delle più importanti opere matematiche dell'antichità, e lo stesso Baldi partecipò attivamente a questa impresa. Dice infatti nella vita del suo maestro parlando dell'accuratezza delle figure delle sue opere: "E ben poss'io notare questo fatto, poiché essendo io giovanetto et attendendo con molta dolcezza a questi studi, ne disegnai con molta pazienza grandissimo numero".[2] Ed ancora nel discorso posto avanti alla sua traduzione degli *Automati* di Erone:[3]

> Così de le *Spiritali* come di queste scrisse Herone, e non è molto che Federico Commandino tradusse le *Spiritali* in latino e le illustrò di figure.[4] Quelli poi che il medesimo Herone scrisse de le *Semoventi* se ne vengono fuori da le tenebre de l'antichità illustrati et illuminati da noi; essendo stati essortati et inanimiti a farlo dal medesimo Commandino.[5]

Studia dunque sotto la disciplina di Commandino per cinque anni dal 1570 al 1575, anche se di fatto non si tratta di cinque anni pieni, in quanto dal 1573 al 1575 egli si reca a Padova per studiare medicina. Ma qui, come afferma egli stesso in una sua opera inedita, invece di dedicarsi a questi studi frequenta con assiduità le lezioni di filosofia,[6] e non disdegna quelle riguardanti le lettere classiche, diventando così stretto conoscente di Emanuel Margunios[7] che in quell'ateneo le insegnava. Segue inoltre le

---

[1] Federico Commandino, 1509–1575.
[2] Baldi (1998, 518).
[3] Erone di Alessandria, I d.C.
[4] Commandino (1575).
[5] Baldi (1589, 9r).
[6] *Genio, overo la misteriosa peregrinatione*, Serrai (2002, 174–175).
[7] Emanuel Margunios, 1549–1602.

lezioni di matematica di Pietro Catena,[8] anche se con poco profitto come egli stesso afferma nella *Cronica de' matematici*:

> Pietro Catena (1573) Padovano. Mentre io mi trovavo nello studio di Padova leggeva publicamente le matematiche, e da lui viddi esporre le *Mechaniche* d'Aristotile. Egli era vecchio e faceto di maniera, che spesso era piena la sua scuola di genti desiderose più di ridere che d'imparare. Non era huomo di profonda dottrina, e non ha dato fuori del suo che una semplice e picciola *Sfera*.[9]

La sua opera più importante composta in quei tempi è la traduzione dei già citati *Automati* di Erone, la quale allora era già finita come risulta dalla dedicatoria a Giacomo Contarini[10] posta all'inizio del libro:

> In fin da quel tempo che viveva la buona memoria di Federico Commandino, io tradussi dal greco questi due libretti di Herone delle *Macchine se moventi* con animo di mandargli in luce nel tempo che dal medesimo furono stampati gli *Spiritali* di questo stesso autore. Ma sopravenuto poi e distratto da molti altri negotii, et impedito anco da l'improvisa morte di lui, fui necessitato a lasciarli dormire.[11]

Subito dopo la morte di Commandino egli inizia a raccogliere le notizie di cui si servì poi per comporre le *Vite de' matematici*, e inoltre prosegue i suoi studi di matematica con il matematico pesarese Guidobaldo del Monte.[12] Riesce nel frattempo (1580) a trovare una sistemazione definitiva presso la piccola corte di Guastalla, assunto da Ferrante Gonzaga,[13] signore del luogo, con il titolo di matematico di corte. Nel 1582, secondo la testimonianza del suo primo biografo Fabrizio Scarloncino,[14] Baldi compone un commentario sui *Problemi Meccanici* pseudoaristotelici.[15] Questo testo sarà da lui studiato a più riprese, e criticamente commentato nelle *Exercitationes* che vengono qui ripubblicate.

---

[8] Pietro Catena, 1501–1576.
[9] Baldi (1707, 135–136).
[10] Giacomo Contarini, 1536–1595.
[11] Baldi (1589, segn.A2r).
[12] Guidobaldo del Monte, 1545–1607.
[13] Ferrante II Gonzaga di Guastalla, 1563–1630.
[14] Nulla si sa di questo personaggio.
[15] Baldi (1621, segn.):( ):(3v).

Il periodo immediatamente successivo della sua vita è assai prolifico dal punto di vista letterario, oltre a due dialoghi compone infatti le sue due opere su Vitruvio.[16] Dice egli nella vita dell'autore del *De architectura*:

> Quanto a gli *Scamilli impari*,[17] non teniamo che vi sia chi habbia toccato lo scopo; e perché noi, ultimi di tutti gli altri, ne habbiamo scritto un trattatello, nel quale confutiamo l'opinioni di tutti coloro che hanno scritto avanti a noi, non ne diciamo nulla, rimettendoci al giuditio che ne farà il mondo quando l'havrà veduto. Io mi posi anco ad un'altra fatica intorno a questo autore, spronatovi da' comandamenti di Vespasiano Gonzaga Duca di Sabbioneta,[18] il quale si compiacque ch'io fossi seco ne la lettione di questo autore. L'opera era un *Dittionario Vitruviano*,[19] nel quale si dichiaravano tutte le parole et i termini oscuri che sono in tutta la sua *Architettura*, il che facevo non molto difficilmente, per la cognitione de le lingue e de le cose, ne le quali fin da fanciullo io m'ero per natural inclinatione dilettato; e condussi l'opera infino al sesto libro, nel qual tempo mutata la proffessione, fu forza ch'io ponessi l'opera così imperfetta a dormire.[20]

Nel 1586 quindi, come egli stesso accenna nel sopracitato passo, Baldi viene creato abate di Guastalla, appoggiato in ciò da Ferrante Gonzaga che desiderava l'elevazione della chiesa guastallese ad abazia; e per portare a buon fine tale proposito il nostro autore si recò di persona a Roma. Tornato a Guastalla l'anno successivo inizia la stesura delle sue *Vite de' matematici*, come risulta dalle date che venivano da lui apposte alla fine di ogni biografia, infatti la vita di Commandino, che fu la prima ad essere scritta, porta la data del 22 novembre 1587. Veniamo inoltre a sapere da alcune lettere che Baldi ricopre il suo incarico di abate con particolare zelo, e viene più volte in contrasto con le autorità civili. Ma da questo momento in poi i suoi interessi si spostano sempre di più dagli argomenti scientifici verso lo studio delle lingue orientali e delle materie teologiche. Va comunque notato che sebbene egli non si interessasse più con continuità di questi studi, ebbe però più volte l'occasione di tornare su di essi, sia quando procurò che alcune sue opere fossero stampate, sia infine quando

[16] Marcus Vitruvius Pollio, I a.C.
[17] Baldi (1612b).
[18] Vespasiano Gonzaga di Sabbioneta, 1531–1591.
[19] Baldi (1612a).
[20] Baldi (1887, 87–88).

il figlio di Guidobaldo del Monte si rivolse a lui per la stampa delle opere inedite del padre. Scrive infatti Orazio del Monte[21] in una sua lettera indirizzata al Baldi:

> Il Signor Pier Matteo Giordani[22] nostro pensa di mandarmi certi opuscoli di mio padre, acciò V. S. lor dia un'occhiata, perché penso metter fuori anca questi dopo che sarà finita la stampa presente degli *Astronomici Problemi*,[23] dietro a' quali si attende continuamente, governandomi con il suo prudentissimo parere, che lodo esser meglio metter fuori questi *Problemi*, e poi la *Coclea*[24] e gli opuscoli, e se altro vi resta di quel virtuoso Signore.[25]

Intanto nel 1596 Baldi si era recato nuovamente a Roma, dove fermatosi fino ai primi mesi del 1598, egli fu ospite del cardinale Cinzio Aldobrandini;[26] nella corte del detto cardinale conobbe Giovan Battista Raimondi,[27] buon matematico e studioso della lingua araba, con il quale il nostro si mise a studiare la detta lingua. Nascono infatti in questo periodo i suoi interessi per alcune opere arabe, che sfociarono poi nella traduzione di una grossa opera geografica. Nei primi anni del 1600 Baldi cerca di far pubblicare alcune sue opere letterarie, ma solo una parte di queste sarà stampata a Pavia e a Parma. Si era intanto avvicinato a Francesco Maria II duca d'Urbino,[28] ricevendo da lui l'incarico di comporre la vita di Federico da Montefeltro.[29] La grazia di cui godeva presso il duca, e le continue frizioni che si trovava ad affrontare nella sua mansione di abate, lo convinsero quindi ad abbandonare tale carica, e a porsi al servizio di quel Signore, il che avvenne nel 1609. Ritornato in patria Baldi diviene uomo di corte, ed è incaricato di svolgere importanti incarichi, lo troviamo infatti nel 1612 come ambasciatore del duca d'Urbino a Venezia, dove presenzia alla proclamazione del nuovo doge. In questi stessi anni alcune delle sue opere vengono stampate in Germania, tra queste sono anche i due lavori su Vitruvio, per diretto interessamento di Marcus Welser.[30] E in Germania

[21] Orazio del Monte, ca. 1570–1614.
[22] Pier Matteo Giordani, ca. 1556–1636.
[23] Guidobaldo del Monte (1609).
[24] Guidobaldo del Monte (1615).
[25] Lettera del 3 novembre 1608, riportata in Affò (1783, 222).
[26] Cinzio Aldobrandini Passeri, 1551–1610.
[27] Giovan Battista Raimondi, 1536–1614.
[28] Francesco Maria II della Rovere, 1549–1631.
[29] Federico da Montefeltro, 1422–1482.
[30] Marcus Welser, 1558–1614.

fu anche pubblicata, la traduzione della *Belopoeeca* di Erone.[31] L'opera di Erone fu anche l'ultima fatica stampata essendo ancora vivo l'autore, il quale negli ultimi anni della sua vita, dopo aver composto la biografia del successore di Federico di Montefeltro, Guidobaldo I duca d'Urbino,[32] si dedicò con tutte le sue forze alla stesura di un gigantesco dizionario geografico, ma prevenuto dalla morte il 10 ottobre 1617 non poté portare a termine quest'ultimo progetto.

[31] Baldi (1616).
[32] Guidobaldo I da Montefeltro, 1472–1508.

Capitolo 2
Il contesto

Il recupero, lo studio, e il commento dei testi dell'antichità greco-romana rappresenta sicuramente uno dei tratti caratteristici del Rinascimento. Tale complesso processo di acquisizione e assimilazione del patrimonio culturale del mondo classico riguardò all'inizio soprattutto il campo letterario, storico e filosofico, ma dal XVI secolo inglobò con continuità anche le opere di carattere scientifico e tecnico. La lettura dei testi nelle loro lingue originali, la produzione di nuove traduzioni, molte volte apertamente critiche nei confronti delle precedenti versioni fatte dall'arabo, il confronto tra le diverse fonti, diventarono allora attività centrali per matematici e astronomi.

All'interno di questo processo d'insieme ebbe luogo anche la riscoperta e lo studio dei pochi testi di 'meccanica' composti nell'antichità: i *Problemi Meccanici* pseudoaristotelici, l'opera archimedea intitolata *Sull'equilibrio dei piani*,[1] la *Pneumatica* di Erone Alessandrino e il libro VIII delle *Collezioni Matematiche* di Pappo,[2] opera che verrà ampiamente utilizzata solo verso la fine del '500. Tra queste opere sarà però soprattutto il testo pseudoaristotelico quello che attirerà maggiormente l'attenzione degli studiosi. La sua lettura e commento, portati avanti con tenacia e passione durante tutto il periodo rinascimentale, vengono così a porsi come momento essenziale per la determinazione dello sviluppo della disciplina nell'epoca immediatamente precedente alla riflessione galileana e cartesiana.[3]

Nei *Problemi Meccanici*, allora ritenuti quasi umanimamente aristotelici, ma oggi genericamente attribuiti alla scuola peripatetica,[4] si tenta per la prima volta di ricondurre a un principio di carattere matematico unitario il funzionamento delle 'macchine semplici' (leva, argano, cuneo,

[1] Guidobaldo, come racconta Baldi, riteneva questo testo "il libro d'*Elementi* di tutto il genere mecanico". Baldi (1887, 54–55), Guidobaldo del Monte (1588, 4).

[2] Pappus of Alexandria (1588).

[3] Si vedano Drake and Rose (1971) e Micheli (1995).

[4] Pur riconoscendo che il testo non sia attribuibile ad Aristotele, da qui in avanti, per non creare confusione rispetto al sentire comune di quasi tutti gli autori rinascimentali, si citerà comunque lo Stagirita come autore dell'opera.

sistemi di carrucole), e insieme di risolvere tutta una serie di altre questioni che possono essere rapportate al medesimo modello esplicativo. Punto di partenza, e chiave di volta, di tutta la trattazione è la meraviglia suscitata dalle operazioni effettuate con la leva, con la quale l'uomo riesce a sollevare grandi pesi, pesi che senza lo strumento egli non è in grado di spostare. Ma la meraviglia non nasce solamente dal superamento di tale difficoltà, quanto piuttosto dal fatto che aggiungendo al peso già eccessivo il peso della leva, il tutto viene mosso con maggiore facilità, il che porta a un evidente sovvertimento della relazione esistente tra lo sforzo necessario per spostare un dato corpo e il suo peso, poiché l'esperienza mostra chiaramente che le cose di peso 'minore' siano più facili da muovere rispetto a quelle di peso 'maggiore'.

Determinato in questo modo l'elemento essenziale dell'operazione messa in atto con la leva, l'autore dei *Problemi Meccanici* passava successivamente all'individuazione del principio esplicativo di tale notevole fatto, principio che rimandava direttamente al movimento della leva, e che riproponeva in qualche modo lo strano 'comportamento' dei contrari mostrato in precedenza. Si arrivava così alla riduzione del funzionamento delle suddette macchine alla figura circolare, intesa qui a sua volta come figura meravigliosa a causa della compresenza in essa di quattro contrarietà, che si manifestano nel momento stesso della sua generazione, e che possono essere così sintetizzate:

1) La generazione della figura circolare avviene tramite ciò che sta fermo, un'estremità del raggio, e ciò che è in moto, le rimanenti parti dello stesso raggio che ruotando ne tracciano la superficie.

2) Nella figura circolare abbiamo la compresenza di concavo, all'interno della circonferenza, e convesso, all'esterno della stessa.

3) Nel cerchio in rotazione si hanno contemporaneamente moti tra loro contrari, vale a dire in avanti, all'indietro, verso il basso e verso l'alto.

4) La figura circolare è tracciata per mezzo del movimento di un'unica linea, nella quale però nessuno dei punti che la compongono si muove con la stessa velocità, ma sempre è più veloce quello che è più lontano dal centro immobile.

Come si può notare la concezione del cerchio qui presente è assai diversa da quella che si trova nelle definizioni del primo libro degli *Elementi* di Euclide (def. 15 e 16). Qui la figura risulta come già data, e manca qualsiasi riferimento alla fase costruttiva della stessa. Nei *Problemi Meccanici*, invece, tutta l'argomentazione sembra basarsi proprio su proprietà derivate direttamente dalle modalità di 'produzione' della figura, che pare tracciata non tanto con un compasso, quanto piuttosto con una sottile asta fatta ruotare intorno a uno dei suoi estremi mantenuto fisso in un punto. In questo modo il cerchio verrebbe ottenuto tramite una rotazione completa di 360° gradi della detta asta, che immaginata su un piano sabbioso o polveroso, verrebbe così a tracciare, si potrebbe dire quasi ‘meccanicamente’, la superficie circolare in ogni suo punto.

Sulla base di tali principi, e soprattutto utilizzando la proprietà della diversa velocità dei punti situati su un raggio in rotazione, l’autore dell’opera spiegò poi perché i corpi collocati su tali raggi a diverse distanze si muovessero a loro volta con velocità crescenti in funzione della loro lontananza dal centro. Egli individuò due componenti del moto: una naturale, in linea retta verso il basso, e una contro natura, laterale verso il centro fisso di rotazione, e mostrò inoltre come questa componente laterale aumentasse mano a mano che ci si avvicinava al centro. Da questo aumento derivava un impedimento al moto naturale, con conseguente rallentamento dello stesso.

Applicato a corpi di uguale peso posti in bilance di diverse dimensioni, questo principio fu immediatamente utilizzato all’inizio del testo per dare ragione di una presunta maggiore precisione delle bilance più grandi rispetto a quelle piccole, e poi ripetutamente richiamato nelle successive 34 questioni, di cui più avanti si darà un quadro generale.

Come detto numerosi furono gli autori che nel XVI secolo si confrontarono con questa opera e molteplici furono le modalità con cui essa fu letta e studiata. Alcuni cercarono di offrire in primo luogo una traduzione intelligibile del testo, corredandola di brevi commenti e chiarimenti di carattere linguistico. I due principali rappresentanti di questo indirizzo furono Niccolò Leonico Tomeo[5] e Alessandro Piccolomini.[6] Altri discussero invece analiticamente solo alcune questioni dell’opera, scelte di volta in volta in base allo svolgimento di determinate indagini personali. Niccolò Tartaglia[7] e Girolamo Cardano[8] sono i nomi più famosi di questa seconda tipologia di approccio al testo, particolarmente rilevante per il tentativo di affiancare alla trattazione teorica della bilancia presente nei *Problemi Meccanici* i procedimenti dimostrativi della *scientia de ponderibus* medievale.

Niccolò Leonico Tomeo fu nei primi 30 anni del ’500 uno dei più importanti studiosi dell’opera di Aristotele. Traduttore dei *Parva naturalia*, del *De motu animalium*, e del *De incessu animalium*, egli affrontò il testo

[5] Niccolò Leonico Tomeo, 1456–1531.
[6] Alessandro Piccolomini, 1508–1578.
[7] Niccolò Tartaglia, ca. 1500–1557.
[8] Girolamo Cardano, 1501–1576.

aristotelico poco prima del 1525. Il risultato ottenuto fu eccellente, e in poco tempo la sua traduzione si impose su quella precedente dell'umanista veneziano Vittore Fausto,[9] divenendo così la versione latina di riferimento per l'opera pseudoaristotelica. Pubblicata per la prima volta nel 1525 a Venezia, e ancora a Parigi nel 1530, essa era accompagnata in queste due prime edizioni da un commento all'opera, che successivamente non fu più ristampato.[10]

I *Problemi Meccanci* erano, e sono ancora oggi, un testo spesso oscuro e a volte eccessivamente sintetico, la necessità di un apparato esplicativo parve dunque immediatamente evidente a quanti si dovettero confrontare con esso. Ma le modalità di esposizione non erano certo limitate alla sola composizione di commentari o annotazioni più o meno estese. Alessandro Piccolomini ad esempio preferì uno strumento diverso: la parafrasi. La sua *In mechanicas quaestiones Aristotelis, paraphrasis paulo quidem plenior*, pubblicata per la prima volta a Roma nel 1547, è da più punti di vista un'opera assai importante. In essa si rilevano, sia uno studio rigoroso della tradizione manoscritta greca per chiarire i passi problematici, sia una grande attenzione alle pratiche delle arti meccaniche coeve.[11]

La versione di Leonico Tomeo e la parafrasi di Piccolomini furono sicuramente i veicoli principali della diffusione dei *Problemi Meccanci* durante il XVI secolo. Lo stesso Baldi nel suo lavoro si appoggerà costantemente a essi. Ma come è stato detto in precedenza non mancarono allora neanche delle letture parziali del testo pseudoaristotelico, letture che diedero luogo a importanti critiche, con cui si incominciarono a mettere in discussione gli stessi principi esplicativi utilizzati nel testo antico.

Ciò emerge con chiarezza già nell'opera di Niccolò Tartaglia, che nel VII libro dei *Quesiti et inventioni diverse* avanzò alcune notevoli riserve nei confronti dei principi generali individuati nei *Problemi Meccanici*, di fatto inadeguati a suo avviso per una corretta definizione del problema dell'equilibrio nelle bilance studiato nelle prime due questioni del testo.[12] Con le sue critiche il matematico bresciano andava dunque a toccare un punto fondamentale della struttura dimostrativa del lavoro aristotelico, ma non per questo egli si spingeva a mettere in discussione l'intera opera. La critica era qui propedeutica a un nuovo approccio al problema dell'equilibrio nelle bilance, che fu poi sviluppato nel successivo libro VIII dei *Quesiti et inventioni diverse* sulla base del concetto di *gravitas se-*

[9] Fausto (1517).
[10] Leonico Tomeo (1525, 1530).
[11] Piccolomini (1547).
[12] Tartaglia (1546).

cundum situm tramandato in alcuni scritti riconducibili a un autore della prima metà del XIII secolo: Giordano Nemorario.[13] Si trattava dunque di una sostanziale correzione delle posizioni espresse nel testo greco tramite una successiva tradizione di pensiero, che essendo limitata alla sola considerazione della bilancia non veniva ulteriormente generalizzata e applicata alle altre innumerevoli questioni comprese nei *Problemi Meccanici*, e per questo quindi non era costretta a organizzarsi in un sistema di conoscenza articolato intorno a un principio unitario.

Una simile utilizzazione mirata del testo è in parte rilevabile anche nell'opera di un altro grande fautore della *scientia de ponderibus* medievale: Girolamo Cardano. Nel suo caso però lo studio della bilancia non rimane una ricerca a sé stante, ma viene piuttosto a inserirsi all'interno di una nuova trattazione filosofica generale del movimento. Espressa nel primo libro *De subtilitate* (I ed. 1550),[14] tale trattazione non è più fondata su una semplice osservazione diretta di alcuni limitati fenomeni naturali, ma si estende ora con decisione allo studio del moto e della quiete in apparati tecnici costruiti dall'uomo. L'analisi del funzionamento della 'macchina' diviene per il medico milanese uno strumento fondamentale per la comprensione dei principi della natura. Le macchine pneumatiche, i sifoni, i sistemi di ingranaggi mossi da contrappesi, tutti questi congegni possono mostrare una qualche modalità specifica di realizzazione del movimento e della quiete. È dunque in questo contesto che Cardano sviluppa lo studio del moto e della quiete dei corpi gravi nelle bilance e nelle stadere. Per il tipo di trattazione intrapresa questi sono argomenti assai importanti e dotati di una rilevanza teorica generale. Certo nella sua indagine sembra emergere la convinzione di un'inadeguatezza di fondo dei risultati presenti nell'opera antica, sostanzialmente superati dalla *scientia de ponderibus* medievale e dai lavori di Archimede. Nonostante un'impostazione generale di questo tipo, che potrebbe fare presagire un accantonamento definitivo del testo, i *Problemi Meccanici* continuarono invece a esercitare una notevole influenza sul pensiero di Cardano, fornendo una parte considerevole del materiale che sarà poi discusso nell'*Opus novum de proportionibus*.[15]

Rispetto agli approcci precedentemente ricordati le *Exercitationes* di Baldi rappresentano qualcosa di profondamente diverso. Esse mostrano una trasposizione sistematica dei principi archimedei nel testo dei *Problemi Meccanici*. Il riferimento costante al concetto di centro di gravità, e

[13] Jordanus Nemorarius (1565).
[14] Cardano (2004).
[15] Cardano (1570).

l'utilizzazione del *Mechanicorum liber* di Guidobaldo del Monte,[16] in cui si trovava una nuova sistemazione teorica delle macchine semplici, davano qui luogo a una modalità del tutto diversa di confronto con il testo antico, offrendo nel contempo la possibilità di svolgere importanti digressioni volte ad approfondire problemi meccanici assimilabili a quelli presenti nell'opera greca. Quest'ultima manteneva una sua unitarietà, ma nel contempo risultava completamente trasformata.

Un tale cambiamento di prospettiva è comprensibile solo se inquadrato storicamente all'interno della azione di recupero e studio della geometria e meccanica greca svolta da due illustri rappresentanti della cosiddetta scuola urbinate: Federico Commandino e Guidobaldo del Monte. Il primo aveva intrapreso dalla metà del '500 una sistematica opera di traduzione in latino dei testi dei grandi matematici greci, il cui nucleo principale era rappresentato dai lavori di Euclide, Archimede, Apollonio e Pappo. Corredate da importanti note di commento, in genere le traduzioni del matematico urbinate poco aggiungevano alle indagini svolte dagli autori antichi, ma non mancarono casi in cui la constatazione di uno stato lacunoso della tradizione portò a nuove ricerche. Il *Liber de centro gravitatis solidorum* è l'esempio più rilevante in proposito, pensato come una vera e propria nuova stesura di un testo perduto dell'antichità, una centrobarica che doveva essere esistita nel passato, poiché era supposta in alcune proposizioni del lavoro archimedeo.[17]

Dopo essersi impegnato in questa operazione di 'riscrittura', l'iniziatore della scuola urbinate non si era però più occupato direttamente dell'argomento, se non all'interno della sua traduzione delle *Collezioni Matematiche* di Pappo, dove nel libro VIII si trovava una sintesi della *Meccanica* di Erone. Mancava dunque un suo intervento sulla testimonianza più rilevante della dottrina dei centri di gravità nell'antichità, cioè sull'opera di Archimede intitolata *Sull'equilibrio dei piani*, che egli non aveva inserito neanche nella sua edizione delle opere del matematico siracusano.[18] Il compito di rinnovare lo studio di questo testo fu pertanto portato avanti con decisione e acutezza dal suo allievo più famoso, Guidobaldo del Monte, che rifacendosi direttamente alla legge dell'equilibrio ivi espressa, prima cercò di fondare nel *Mechanicorum liber* una teoria rigorosa delle macchine semplici, e poi passò direttamente alla spiegazione ed esposizione dell'opera in forma di parafrasi.[19]

[16] Guidobaldo del Monte (1577, 1581).
[17] Commandino (1565).
[18] Archimedes (1558).
[19] Guidobaldo del Monte (1588).

Con tali lavori la superiorità dell'approccio teorico di derivazione archimedea veniva definitivamente sancito e contrapposto in maniera netta alle altre spiegazioni dell'equilibrio presenti nei *Problemi Meccanici* e nella *scientia de ponderibus* medievale. La contrapposizione avvenne però nei due casi secondo modalità affatto diverse. Mentre le posizioni di Tartaglia e Cardano derivate dall'opera di Giordano Nemorario furono minutamente criticate nel trattato relativo alla bilancia inserito nel *Mechanicorum liber*, il testo aristotelico venne piuttosto preso in considerazione nel suo insieme e non fu quindi sottoposto a una analisi puntuale. D'altra parte un'operazione di questo tipo sarebbe stata per Guidobaldo di scarsa utilità. Ciò che era rilevante dal suo punto di vista era infatti l'eccessiva generalità del principio posto a fondamento dell'opera, un qualcosa che andava spiegato e non sottoposto a una facile critica.

Tale spiegazione fu data nella panoramica sullo sviluppo della disciplina tratteggiata nella prefazione al I libro della *Parafrasi*:[20] qui l'opera di Archimede emerge come vero e proprio momento di fondazione della scienza 'meccanica', ma nel contempo viene posta in stretta relazione con il testo aristotelico. La determinazione del rapporto tra pesi e distanze nella leva diveniva in questa ottica la necessaria precisazione del principio teorico posto all'inizio dei *Problemi Meccanici*. L'articolazione di questa idea è resa perfettamente dallo stesso Bernardino Baldi nella biografia di Archimede inserita nelle *Vite de' matematici*:

> Vedendo dunque Archimede, com'è verisimile, e come pare che stimi anche Guidobaldo nel prefatio del primo *De gli equeponderanti*, quest'opera d'Aristotile esser saldissima ne' principii, ma però implicita assai e non totalmente chiara, aggiungendo le demonstrationi matematiche a' principii fisici [volle] renderla più spiegata e più piana, e discendere a cose più particolari; percioché se Aristotile risolve per qual cagione la leva lunga muove più facilmente il peso, dice avenir ciò per la lunghezza maggiore da la parte de la potenza che muove; e ciò benissimo secondo il suo principio, nel quale suppone che quelle cose che sono in maggior distanza dal centro si muovano più facilmente e con maggior forza; del che reca egli la causa principale nella velocità, secondo la quale il cerchio maggiore supera il minore. È vera dunque la causa, ma indeterminata, percioché non so io per tanto, dato un peso, una leva et una potenza, come io habbia da dividere la leva nel punto ove ella gira, accioché

[20] Guidobaldo del Monte (1588, 4).

> la data potenza bilanci il dato peso. Ammesso dunque Archimede il principio d'Aristotile, passò oltre; né si contentò che maggiore fosse la forza dalla parte de la leva più lunga, ma determinò quanto ella deve essere, cioè con qual proporzione ella deve rispondere a la parte minore, accioché con la data potenza s'equilibri il dato peso; [...] Queste cose trovò egli e demonstrò acutissimamente nel primo libro *De gli equeponderanti*, il quale, come nota Guidobaldo, è il libro d'*Elementi* di tutto il genere mecanico. Mostra egli dunque nel proemio di questo libro, che Archimede ha seguito in tutto e per tutto le pedate d'Aristotile in quanto a' principii, aggiuntovi però del suo l'esquisitezza de le demonstrationi.[21]

Ecco determinato il programma delle *Exercitationes*: integrare i *Problemi Meccanici* con i principi e le dimostrazioni archimedee.

[21] Baldi (1887, 54–55).

Capitolo 3
Il libro

Baldi iniziò probabilmente lo studio dei testi della meccanica antica già negli anni giovanili. Proseguendo presso Guidobaldo del Monte gli studi avviati con Commandino, egli si volse ben presto allo studio di Archimede e Pappo, di cui ritradurrà il libro VIII delle *Collezioni Matematiche*, per poi concentrarsi sui *Problemi Meccanici*.[1] I biografi ci ricordano il titolo di almeno tre opere relative al testo aristotelico: i *Discorsi sopra le Meccaniche d'Aristotile*, le *Dissertationes in mechanica problemata Aristotelis*,[2] e le *Exercitationes*, ma purtroppo nessuno di questi manoscritti è oggi conservato, per cui l'unico testo a nostra disposizione è quello della stampa del 1621.[3]

Composta probabilmente già intorno all'anno 1582, ma ripresa in mano nel 1614,[4] l'opera fu affidata all'inizio del 1615 ad Adriaan van Roomen affinché la facesse stampare in Germania. La morte di questo personaggio avvenuta il 4 Maggio di quello stesso anno bloccò di fatto il negozio, per cui il testo non vide la luce se non nel 1621, quattro anni dopo la morte dell'autore, che invano aveva cercato di rientrarne in possesso.[5] Forte-

[1]Questa parte dell'introduzione beneficia del lavoro di equipe relativo alla traduzione italiana e commento dell'opera baldiana svolto a Milano nel triennio 2006–2008. Tale gruppo di studio era composto da Sergio Aprosio, Antonio Becchi, Adriano Carugo, Ferruccio Franco Repellini, Enrico Gamba, Romano Gatto, Gianni Micheli ed Elio Nenci. Si veda Baldi (2010).

[2]Crescimbeni (2001, 120–122, 142) opera composta nei primi anni del XVIII secolo, Affò (1783, 198).

[3]I manoscritti delle *Dissertationes in mechanica problemata Aristotelis* e delle *Exercitationes* erano conservati a Firenze presso la biblioteca dell'Accademia Toscana di Scienze e Lettere *La Colombaria*, ma furono distrutti in seguito alle vicende belliche della II guerra mondiale. Alcune importanti note su argomenti di meccanica strettamente connessi a quelli trattati nelle *Exercitationes* si trovano in 15 carte (129r–136r) del manoscritto segnato XIII.F.25 conservato presso la Biblioteca Nazionale di Napoli. Su questo materiale sta lavorando Antonio Becchi.

[4]In una lettera del 17 Novembre del 1614 a Pier Matteo Giordani, Baldi scriveva: "Portarò con me un originale de la mia fatica intorno le mechaniche, e la potremo veder insieme". (Biblioteca Oliveriana di Pesaro, Cod. 430, c. 59).

[5]Il 3 Settembre 1615 Baldi aveva scritto a Johann Faber (1570-1640) chiedendogli aiuto per il recupero dell'opera spedita in Germania, si veda Serrai (2002, 111-112, 142).

mente scorretta nel testo e nelle figure, la stampa richiese il successivo inserimento di 8 pagine di *errata corrige*, che però si trovano solo in pochissimi degli esemplari oggi conservati.[6]

Per avere un idea del contenuto di questo importante testo della meccanica rinascimentale abbiamo raggruppato qui le questioni contenute nell'opera secondo caratteristiche omogenee. Alcuni di questi gruppi sono individuabili già nell'originale, altri sono stati invece qui formati per pure ragioni espositive. Avendo il lavoro baldiano la forma di un commento critico è stato inoltre necessario citare per esteso o in forma abbreviata il testo antico di riferimento.

Il principio esplicativo generale: la figura circolare.
La bilancia (*Questioni 1–2, 9–10, 20*).
La leva (*Questioni 3, 21–22, 28*).
I problemi nautici (*Questioni 4–7*).
La facilità di moto delle figure rotonde (*Questione 8*).
Le macchine semplici: l'asse nella ruota (argano), la carrucola, il cuneo (*Questioni 11, 13, 17–18*).
La fionda (*Questione 12*).
La rottura e deformazione dei materiali: legni e sassi delle spiagge (*Questioni 14–16*).
La forza della percossa (*Questione 19*).
La composizione dei moti (*Questioni 23–24*).
La costruzione dei letti (*Questione 25*).
La collocazione dei carichi sulle spalle (*Questioni 26–27, 29*).
Il sollevamento dalla posizione seduta (*Questione 30*).
I problemi relativi al moto (*Questioni 31–34*).
Il moto dei corpi nei vortici d'acqua (*Questione 35*).

3.1 Il principio esplicativo generale: la figura circolare

Baldi procede a una critica puntuale dei principi della meccanica aristotelica, ovvero delle 'meravigliose' proprietà del cerchio, mostrando che non è affatto vero che esse si basino sulla coesistenza dei contrari. Seguendo Archimede egli fonda invece la sua meccanica sulla teoria della centrobarica, a proposito della quale fornisce anche una sua definizione di centro di gravità, oltre a quelle di Pappo e di Commandino.[7] In questa sua definizione egli precisa che il centro di gravità di un corpo "è un punto posto all'interno o all'esterno della grandezza". Mostra infatti che, nel caso degli

[6] Becchi (2009).
[7] Pappus of Alexandria (1588, 306v), Commandino (1565, 1r/v).

archi, che saranno oggetto delle sue attenzioni nella questione XVI, il centro di gravità cade non all'interno della figura, ma nello spazio racchiuso dalla figura stessa. Va ancora segnalato che, nell'ambito della critica ai principi del cerchio, Baldi per primo stabilisce esattamente in che relazione debbano stare i moti componenti per dare luogo a un moto circolare. Stabilisce anche la convenzione del senso del moto circolare relativamente a un osservatore solidale con il cerchio. Infine, nel discutere le ragioni per cui, secondo Aristotele, il peso della leva si aggiunge alla potenza impiegata agevolando l'azione del movente, Baldi dimostra che ciò è vero solo per il tipo di leva preso qui in considerazione dall'autore, ovvero la leva con il fulcro posto tra peso e potenza movente. Egli esplicitamente parla dell'esistenza di altri due generi di leva in cui la potenza viene sollevata insieme al peso.

3.2 *Questioni 1–2, 9–10, 20*: la bilancia

La prima questione, in cui si chiede perché le bilance maggiori siano più esatte delle minori, è stata enunciata dall'autore dell'opera con il preciso intento di dare un esempio immediato della quarta proprietà del cerchio, secondo cui i punti del diametro che descrive il cerchio si muovono tanto più velocemente quanto più sono distanti dal centro. Proprietà enunciata, ma non dimostrata nel testo. Baldi ne fornisce una dimostrazione rigorosamente geometrica, portando infine l'esempio dell'astrolabio che è tanto più preciso quanto maggiore è il suo raggio.[8]

Nella II questione si chiede la ragione del diverso comportamento di due tipi di bilance, con il sostegno posto al di sopra o al di sotto dei bracci, fatte prima inclinare per l'azione di un peso, e poi liberate dallo stesso. Il primo tipo di bilancia recupera infatti la posizione d'equilibrio, mentre la seconda una volta abbassata rimane in tale posizione. Baldi esordisce dicendo che i casi possibili non sono due, ma tre: bilancia con il sostegno in alto, bilancia con il sostegno in basso e bilancia con il sostegno al centro, ovvero coincidente con il baricentro.[9] Poi spiega, mediante la teoria baricentrica e con l'ausilio di una sua figura, il differente comportamento di questi tre tipi di bilance, dimostrando peraltro alcuni interessanti teoremi relativi alla loro diversa sensibilità. Trae spunto dalle questioni trattate

[8] Una prima critica di quanto affermato in questa questione si trova già espressa da Tartaglia nel libro VII dei *Quesiti et inventioni diverse*, 1546.

[9] Anche su questo punto aveva già insistito Tartaglia, che nel libro VIII dei *Quesiti et inventioni diverse* offrì una teoria dell'equilibrio della bilancia avente il sostegno posto nel centro basata sulla *scientia de ponderibus* medievale.

per parlare dell'equilibrio di alcuni corpi, quali la *sarissa* e la trottola, e del fenomeno apparentemente straordinario dell'equilibrismo della figurina rappresentante un funambolo, che regge tra le mani un filo di ferro con agli estremi due sferette di piombo. Infine spiega il perché della grande potenza dell'ariete sospeso.

La questione IX è direttamente ricunducibile al quesito trattato all'inizio dell'opera. Si chiede infatti: "perché con le carrucole di diametro maggiore si sollevano i pesi più facilmente e più celermente che con le carrucole di diametro minore?" La spiegazione tradizionale era che la carrucola può essere ricondotta alla bilancia, e che le bilance con bracci di maggiore lunghezza, oltre a essere più precise, si muovono più facilmente e più celermente delle bilance con bracci corti. Il Baldi è d'accordo sulla riduzione delle carrucole a bilance, ma non sugli altri aspetti della spiegazione. Riferendosi a una proposizione del *Mechanicorum Liber* di Guidobaldo del Monte,[10] osserva che la facilità del movimento è contraria alla velocità (con cui esso viene attuato), detto in termini moderni, che in generale nelle macchine il prodotto della forza per lo spostamento è costante. Tuttavia Baldi è sostanzialmente d'accordo con Aristotele nel ritenere che nella pratica le carrucole di diametro maggiore risultino vantaggiose. La causa di ciò sta però nel rapporto tra il diametro della carrucola e il diametro dell'asse: più grande è questo rapporto, maggiore è la facilità di movimento. Qui entra in gioco l'attrito fra asse e carrucola, attrito che, a parità di assi, viene superato più facilmente dalla carrucola di dimensioni maggiori. La situazione migliore è quella di una carrucola di grande diametro con un asse di piccolo diametro ben spalmato di grasso. In questo senso l'affermazione aristotelica è accettabile. Nella seconda parte del suo commento alla questione Baldi tratta un argomento che dice finora trascurato, quello delle ruote mosse mediante una manovella azionata a mano o a pedale. Anche qui intervengono le proprietà della leva per cui la facilità di movimento è tanto maggiore quanto maggiore è il rapporto tra il braccio della manovella e il raggio dell'asse della ruota. Le manovelle sono di due tipi, quelle mosse a mano che hanno il braccio diritto, quelle mosse a pedale con braccio curvo. Facendo l'esempio della mola dell'arrotino, Baldi si chiede per quale ragione quelle mosse a pedale abbiano il braccio curvo. Detto in termini moderni l'urbinate nota che la curvatura del braccio favorisce il superamento del cosiddetto punto morto superiore. Infine prende in esame due ruote di uguali dimensioni e peso diverso, che girano intorno ad assi uguali, e si chiede perché la ruota più leggera venga messa in movimento più facilmente e si fermi prima. La ragione sta nel fatto che la ruota più

[10] Guidobaldo del Monte (1577, 102v).

pesante inizialmente si oppone all'acquisto della forza impressa, mentre poi la conserva più a lungo.

Molto interessante è la questione X in cui si domanda: "perché la bilancia quando è senza peso è più facile da muovere rispetto a quando porta un peso?" Qui entra in gioco un elemento, che sarà chiarito solo nel corso del XVII secolo tramite il concetto d'inerzia. L'autore dei *Problemi Meccanici* si interroga sul perché una bilancia con il braccio più leggero si muova più facilmente di una con il braccio più pesante, e assegna la causa alla difficoltà insita nel muovere un peso obliquamente. La spiegazione aristotelica è per Baldi non solo chiaramente insufficiente, ma la sua argomentazione risulta essere in aperto contrasto che l'esperienza che può essere fatta aggiungendo un peso dato a due bilance in equilibrio portanti pesi diversi. Va qui notato che nell'opera aristotelica la questione non era posta solo in relazione alle bilance, ma anche a ruote e altri corpi simili. Il testo latino di questa seconda parte del quesito presente nel Baldi è sicuramente da emendare con la traduzione di Tomeo.[11]

Stessi problemi testuali si hanno anche nella questione XX relativa alla stadera, dove sembra essere perduta un'intera riga di testo.[12] In sostanza qui si chiede perché la stadera con cui si pesano le carni sia in grado di pesare carichi ingenti con un piccolo *romano*.[13] Aristotele aveva ritenuto che la stadera potesse essere considerata allo stesso tempo come una bilancia e una leva, riconducendola così alla figura circolare. Baldi non ha nulla da obiettare alla riduzione della stadera alla leva. Si limita quindi a mostrare come questo strumento teoricamente si possa adoperare in due differenti modi: mantenendo fermo il sostegno e facendo variare la distanza alla quale pende il *romano*, ovvero al contrario, mantenendo fisso il *romano* e facendo variare la posizione del sostegno. Avverte però che in pratica la stadera si adopera nel primo modo.

3.3 *Questioni 3, 21–22, 28*: la leva

Riprendendo il quesito fondamentale riportato già all'inizio dell'opera la questione III chiede perché con la leva sia possibile muovere grandi pesi con piccole forze. La soluzione aristotelica riconduceva questa macchina alla bilancia con il sostegno di sotto, e quindi tramite questa al cerchio. Individuava poi una qualche proporzione tra i moti del peso e della potenza e le rispettive distanze dal fulcro, stabilendo semplicemente che più la po-

[11] Leonico Tomeo (1530, 37).
[12] Leonico Tomeo (1530, 41).
[13] Questo è il termine comunemente usato per il contrappeso mobile.

tenza era lontana dal fulcro, più sarebbe stato facile muovere un peso con la leva. Baldi però rifiuta alla velocità lo *status* di causa dell'azione della leva, poiché nella condizione di equilibrio risulta per lui inconcepibile qualsiasi riferimento al moto. La distinzione aristotelica tra 'atto' e 'potenza' non permette di considerare un moto in 'potenza' nello stato di quiete. La vera spiegazione è da ricercare nella VI prop. del I libro di *Sull'equilibrio dei piani* di Archimede, anche se risulta necessario individuare la causa del rapporto inverso stabilito in tale proposizione. La ragione ultima della legge della leva archimedea è per Baldi 'l'uguaglianza di stato' che risulta dall'applicazione di potenze uguali a ognuna delle due estremità di una linea collocata in una posizione data.

Per quanto riguarda la trattazione del funzionamento delle pinze del dentista e dello schiaccianoci sviluppato nelle questioni XXI–XXII, basterà qui rilevare come entrambe fossero state ridotte dall'autore greco a due leve convergenti. Va comunque notato come soprattutto la questione XXI presenti già nel greco alcune difficoltà di carattere testuale che certamente hanno contribuito a renderla più complessa. Baldi le affronta appoggiandosi a Piccolomini.[14]

L'argomento della questione XXVIII, cioè la ragione della struttura dello *shaduf* usato per attingere l'acqua dai pozzi, non è direttamente riferito alla leva dall'autore dei *Problemi Meccanici*.[15] Egli si limita infatti a rilevare che l'operazione dell'attingere si divide in due tempi, cioè nel mandare giù il vaso vuoto, e nel tirarlo su pieno. Ora è molto facile farlo scendere giù vuoto, ma assai difficile tirarlo su pieno. Per liberarsi dall'impaccio si usa lo *shaduf*, con cui il secchio si abbassa sì più lentamente, cioè con maggiore difficoltà, ma poi si tira su molto più facilmente, venendo in ciò aiutati dal contrappeso. Da Piccolomini in poi si sentì quindi l'esigenza di introdurre la vera spiegazione meccanica della macchina,

[14] Piccolomini (1547, 45r/v).

[15] Con il termine arabo *shaduf* si indica oggi il congegno che i Greci chiamavano *keloneion* e il Romani *tolleno*. Si tratta di una macchina molto semplice, formata da due travi di legno, un peso, e un recipiente per l'acqua legato a una fune o a un'asta. La prima trave è conficcata verticalmente nel terreno, e funziona da sostegno per l'altra trave, che è collocata di traverso nella parte superiore della prima, ed è in grado di ruotare intorno al suo punto di appoggio. Tale punto d'appoggio non coincide con il centro di detta trave trasversale, ma è scelto in modo tale che una parte risulti assai più lunga dell'altra. All'estremità più lontana dal sostegno viene posta la fune-asta con il recipiente, mentre il peso viene legato alla trave all'estremità opposta. La macchina viene collocata vicino a fiumi, canali e pozzi, ed è generalmente manovrata da un solo uomo, che tirando verso il basso la fune-asta con il recipiente vuoto lo fa scendere verso la superficie dell'acqua, e una volta riempito lo risolleva aiutato dal contrappeso, versandone successivamente il contenuto.

riducendola naturalmente alla leva.[16] Baldi proseguendo nella stessa direzione aggiunse un ulteriore elemento, mettendo in evidenza il ruolo giocato dal peso del corpo di colui che svolgeva l'azione di sollevamento dell'acqua.

3.4 *Questioni 4–7*: i problemi nautici

Nella questione IV Aristotele domanda perché i rematori posti al centro della nave muovano la nave in misura massima. Il fatto è spiegato considerando il remo come una leva, in cui lo scalmo è il fulcro, il mare il peso, e il rematore la potenza movente. Quindi per la ragione adottata in precedenza: tanto più la potenza dista dal fulcro tanto maggiore è il peso che può essere mosso per mezzo della leva. Baldi ritiene però che il fulcro non sia lo scalmo, ma il mare, mentre la nave è il peso collocato nel punto dello scalmo, posto cioè tra potenza e fulcro. Si tratta perciò, in base alla classificazione delle leve data da Guidobaldo del Monte, di una leva di II genere.[17] In effetti, osserva Baldi, le cose starebbero come dice Aristotele solo se la nave fosse trattenuta da un impedimento. In tal caso il remo opererebbe effettivamente nel modo descritto nel testo aristotelico. Oltre a ciò Baldi fa notare che si dovrebbe dire più correttamente che i rematori posti al centro della nave muovano la stessa 'più facilmente' e non 'in misura massima'.[18]

La successiva V questione chiede invece perché il piccolo timone mosso tramite una impugnatura posta all'estremità della nave, muova tutta la nave. Si risponde che il timone è una leva, il mare il peso e il timoniere la forza movente. Esso è diverso dal remo perché non prende il mare secondo la larghezza come fa questo ultimo, e non muove la nave in avanti, ma è inclinato obliquamente dal mare in movimento. Si colloca all'estremità perché è più facile muovere un corpo in moto. Baldi contesta la relazione tra movimento del remo e del timone proposta da Aristotele, che trasferisce quanto è stato detto sul remo alla barra del timone, pone lo scalmo alla metà del remo e poi considera lo scalmo muoversi lungo il remo per effetto del movimento. In realtà è meglio considerare come fulcro il mare e lo scalmo, o cardine su cui ruota il timone che si sposta, come peso. Ciò spiega perché quando la nave è ferma il timone agisca poco o nulla sul movimento verso destra o sinistra della stessa, mentre agisce molto quando la nave è in moto, proprio perché la causa del forte movimento obliquo di essa è data dal moto stesso del mare che preme contro la pala. L'azione

[16] Piccolomini (1547, 61r/v).
[17] Guidobaldo del Monte (1577, 39r–40v).
[18] Baldi (1621, 41).

del timone può essere efficace solo se questo è posizionato obliquamente, e se la nave è in movimento.

Per chiarire il suo pensiero Baldi ricorre a una interessante osservazione personale sul modo con cui nei grandi fiumi i barcaioli traghettano merci e persone da una riva all'altra. L'esempio che adduce riguarda due pontoni uniti da un tavolato con il timone collocato tra le due poppe, e collegati con una fune alla riva. Se il timone viene piegato, è l'impulso della corrente che colpisce la sua pala a spingere i pontoni verso l'altra riva, e non come pensava Aristotele la percussione esercitata sull'acqua dalla pala. Le stesse cause valgono per le vele che ricevono obliquamente il vento, e per le code di uccelli e pesci che sono come dei timoni.

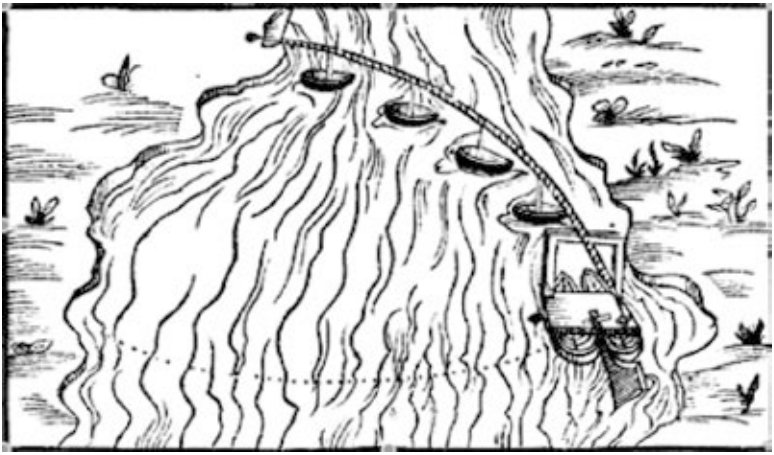


Figura 3.1: Pontone, Baldi (1621), 48

.

Nella questione VI si domanda perchè le navi vadano più veloci quando, a parità di vento e di vele, la loro antenna è collocata più in alto. Aristotele risponde che l'albero è una leva avente come fulcro la sua sede, come peso la nave e come potenza movente la forza del vento: quindi quanto più lontano è il fulcro, tanto più facilmente la potenza movente muoverà il peso. Baldi osserva che pur essendo vero che la nave si muova più velocemente quando più alta è l'antenna, questo comporta nello stesso momento un innalzamenzo della poppa e un'immersione della prua. In realtà occorre considerare la leva in questione come una leva angolare, analoga a quella che si ha nelle tenaglie usate per estrarre i chiodi, in cui il fulcro è l'angolo. L'albero della nave piegato dal vento si sposta e solleva con sé il peso della stessa. Essendo una leva angolare si avrà che la potenza del vento esercitata sull'antenna sta alla distanza dal fulcro come la distanza dal fulcro sta al peso della nave. Questa, per la disposizione della zavorra e del carico, ha il suo centro di gravità situato verso poppa. Quindi quanto minore sarà il rapporto tra le due parti della leva, e quanto maggiore il peso, tanto meno prevarrà la potenza nel sollevare quest'ultimo.

Nella VII questione si spiega perchè, pur non avendo il vento in poppa, si possa comunque navigare quasi come se lo si avesse, fissando la parte della vela che è verso il timoniere e allentando il piede della stessa verso prua. La spiegazione di Aristotele è basata sull'azione del timone, che quando il vento è forte agisce in senso contrario, e dei marinai che dispongono obliquamente la vela. Si ha quindi una lotta tra il vento e l'azione combinata di timone e vele che lo contrastano, per mezzo della quale si riesce a navigare in direzione diversa da quella del vento. Baldi chiarisce il testo breve e oscuro dell'autore antico usando il commento di Piccolomini, che riconduce tale caso a una sorta di leva, in cui il vento è il peso, il timone la potenza movente, con il fulcro che dovrebbe collocarsi a metà nave, ma è in realtà spostato verso prua.[19] Osserva però Baldi che qui c'è una difficoltà, poiché il fulcro dovrebbe essere stabile, mentre qui non lo è.

3.5 *Questione 8*: la facilità di moto delle figure rotonde

Direttamente connesso con il principio teorico posto all'inizio del testo, il quesito VIII chiede perché tra tutte le figure il cerchio sia la più facile a muoversi. Questo problema dà la possibilità a Baldi di compiere la prima ampia digressione inserita nella sua opera. Aristotele distingueva tre diversi moti di corpi circolari: il moto di un cerchio su un piano, il moto di un cerchio intorno a un perno fisso orizzontale, il moto di un cerchio intorno a un perno fisso verticale. Nel suo commento Baldi prende in esame i seguenti casi: il cerchio e l'ellisse in moto su un piano orizzontale, il cerchio sul piano inclinato, a cui fanno seguito il caso dell'urto di una ruota contro un ostacolo e il moto in curva di due ruote sullo stesso asse. Affronta poi il moto sul piano orizzontale del cilindro e del cono. La digressione termina con quella che Aristotele classifica come terza specie di moto rotatorio, ossia di un cerchio intorno a un asse verticale; Baldi generalizza questa situazione al caso in cui l'asse di rotazione del cerchio formi un angolo con la verticale.

[19] Piccolomini (1547, 29r).

Gli argomenti citati vengono così sviluppati. Un cerchio, o una sfera, stanno immobili su un piano orizzontale per la stessa ragione che tiene ferma in equilibrio una bilancia a bracci uguali caricata con pesi uguali. Nel cerchio, o nella sfera, i pesi uguali sono le due parti uguali della figura a destra e a sinistra del punto di appoggio, che funge da fulcro. Importante poi è l'affermazione di Baldi relativa al moto sul piano orizzontale, più facile in quanto il baricentro non subisce innalzamenti, sia rispetto allo stesso piano, sia rispetto al centro della Terra. Per le figure non circolari, ad esempio l'ellisse, non è così perché il baricentro durante il moto sul piano orizzontale subisce innalzamenti e abbassamenti, inoltre la fatica per far avanzare l'ellisse è variabile in quanto durante il moto, a motivo della forma della figura, il baricentro non si solleva e non si abbassa in modo uniforme. Lo stesso accade per le figure dotate di lati (Baldi tratta solo il triangolo).

Baldi nota poi che nel caso di un cerchio o di una sfera, la verticale passante per il baricentro della figura appoggiata sul piano inclinato non cade nel punto di appoggio sul piano, ma più avanti, pertanto la figura risulta non sostenuta dal piano, e rotola verso il basso. Egli osserva anche che le due parti della figura a destra e a sinistra del punto di appoggio non sono simmetriche. Proseguendo mostra come la condizione di equilibrio di un cerchio, o di una sfera, sul piano inclinato può essere determinata col metodo della leva, precisamente la leva di secondo genere, dove il peso della figura, concentrato nel baricentro, sta tra il fulcro e la potenza, che applicata mantiene l'equilibrio. Mostra che tale potenza diminuisce al diminuire dell'inclinazione del piano. Fa un breve riferimento alla trattazione di Pappo del piano inclinato dicendo che si basa su ipotesi e su considerazioni differenti.[20]

Con procedure analoghe tratta il problema del perché, posto un ostacolo sul piano orizzontale, le ruote di diametro maggiore lo superano più facilmente delle ruote di diametro minore. La trattazione è fatta in due modi: tenendo conto degli spostamenti del baricentro, e riconducendo alle proprietà della leva. Nel primo modo mostra che nel superamento dell'ostacolo il baricentro subisce sempre lo stesso innalzamento, che è pari all'altezza dell'ostacolo, sia per le ruote grandi, sia per quelle piccole. La differenza che favorisce le grandi è spiegabile tramite il piano inclinato, ossia considerando che il baricentro delle ruote grandi deve percorrere una distanza maggiore, rispetto al baricentro delle piccole, per arrivare alla medesima altezza; in sostanza si tratta di due piani inclinati di uguale altezza, ma diversa inclinazione. Baldi considera più consona alla scienza

[20] Pappus of Alexandria (1588, 313r).

meccanica la trattazione dello stesso problema mediante il metodo della leva. Le due ruote sono trattate come due leve di secondo genere, mostrando come la leva corrispondente alla ruota grande risulti più vantaggiosa della leva corrispondente alla ruota piccola.

Segue il problema del moto di due ruote con asse comune quando avviene un'inversione di marcia. Baldi mostra che entrambe le ruote compiono percorsi circolari concentrici e che la ruota più esterna percorre una circonferenza di raggio maggiore, mentre la ruota interna può perfino rimanere ferma quando si viene a trovare sul centro di rotazione. In un certo senso estende il problema delle due ruote trattando quello che chiama il "moto secondo il contorno". Dato un corpo cilindrico che rotola sul piano orizzontale, se le basi del cilindro sono perpendicolari all'asse del cilindro la traiettoria che compiono sul piano consiste in due linee rette parallele. Se le basi del cilindro non sono perpendicolari all'asse, e hanno entrambe la stessa inclinazione rispetto all'asse, e quindi precisa Baldi sono ellissi, le traiettorie sono linee curve, sempre parallele. L'urbinate traccia queste curve mediante una costruzione geometrica per punti. Passa poi al moto di un cono appoggiato sul piano orizzontale, osservando che quando il vertice del cono rimane immobile, le traiettorie sul piano dei punti di contatto sono cerchi concentrici. Questo nel caso in cui la base del cono è perpendicolare all'asse del medesimo, ma quando invece la base del cono non è perpendicolare all'asse, e quindi è un'ellisse, cosa accade? Egli ritiene erroneamente che la traiettoria da essa tracciata sul piano sia ancora un'ellisse.

Baldi prosegue infine con i casi del moto rotatorio intorno a un asse verticale, come ad esempio il moto del tornio da vasaio o il moto di una trottola. In tale moto il baricentro resta immobile, basta quindi una potenza esigua sia per iniziare il moto, sia per mantenerlo, tanto che cessando la potenza che ha prodotto la rotazione il moto permane a lungo. In secondo luogo egli osserva che in questo genere di moto l'asse di rotazione tende a conservare la sua posizione a meno che non intervenga una causa esterna. Afferma inoltre che rispetto ai corpi triangolari, o in genere poligonali, questa tendenza è massima nei corpi circolari. Anche quando l'asse di rotazione viene a formare un angolo con la verticale si avrà sempre la tendenza a mantenere questo angolo, perché il baricentro non si abbassa, né si alza. Nel caso invece in cui il baricentro non fosse sull'asse di simmetria della figura circolare, durante la rotazione esso non rimarrebbe fermo, perché compirebbe a sua volta una rotazione. In seguito a questa rotazione la posizione del baricentro subirebbe quindi un innalzamento e un abbassamento, ed essendo il moto verso l'alto del baricentro un moto violento, ciò causerebbe una cessazione rapida dello stesso.

3.6 *Questioni 11, 13, 17–18*: le macchine semplici. L'asse nella ruota (argano), la carrucola, il cuneo

Sebbene Aristotele non parli mai direttamente in nessuna parte del suo testo dell'argano, Baldi ha modo di fare riferimento alle proprietà fondamentali di questo strumento nel suo commento alla questione XIII. Già nella parte finale della sua esposizione del quesito XI egli aveva toccato brevemente un aspetto rilevante del funzionamento di questa macchina. Lì si trattava di spiegare perché i carichi vengano trasportati più facilmente sui rulli che non sui carri, sebbene questi hanno grandi ruote, e quelli siano invece di piccole dimensioni. D'accordo con Aristotele nell'assegnare la causa di ciò all'assenza nei rulli dell'attrito contro gli assi delle ruote, Baldi aveva poi aggiunto che pesi enormi sono mossi assai efficacemente per mezzo di rulli, se ad essi vengono connesse delle leve. Ovviamente in questo caso il moto sarà molto lento, ma la lentezza viene compensata dalla facilità di spostamento del peso. Egli aveva dato dimostrazione geometrica di questo fatto, senza però metterla in rapporto con la teoria dell'argano. Nella questione XIII invece il richiamo è diretto. In questa si chiede:

> perché intorno al medesimo giogo (*iugum*) le stanghe (*collopes*) più lunghe vengono mosse più facilmente di quelle più corte; e perchè per effetto di una medesima forza i verricelli (*suculae*) più sottili vengono mossi più facilmente di quelli più grossi?[21]

Aristotele spiega che ciò è possibile, "perché tanto il giogo quanto il verricello fungono da centro, mentre le lunghezze delle stanghe che fuoriescono dal giogo costituiscono le distanze dal centro, cioè il raggio". Ma per effetto di una stessa forza il raggio dei cerchi più grandi, rispetto a quello dei più piccoli, si muove più velocemente e percorre una distanza maggiore. "Ora, nei verricelli più sottili, data un'uguale lunghezza delle stanghe, c'è più distanza dal legno". Dopo avere offerto una dimostrazione geometrica dell'argomentazione aristotelica, Baldi spiega l'etimologia del termine latino (*sucula*), nel senso di 'verricello', e aggiunge che questo dagli antichi scrittori di meccanica fu chiamato asse nella ruota (*axis in peritrochio*).[22]

[21] Baldi (1621, 89).
[22] Pappus of Alexandria (1588, 329v–330v).

Tra gli autori moderni Baldi cita Guidobaldo del Monte che nel suo *Mechanicorum Liber* aveva discusso di questa potenza meccanica, spiegandone il funzionamento sulla base del principio della leva.[23]

La questione XVII chiede: "perché con un piccolo cuneo si scindono grossi pesi e si esercita una forte pressione?" Aristotele e più recentemente Guidobaldo del Monte avevano tentato di ridurre il cuneo alla natura della leva,[24] Baldi però non segue le loro opinioni, ma cerca di trovare autonomamente la giusta soluzione del problema. Per prima cosa egli espone la spiegazione data da Aristotele, mostrando come essa sia falsa e indegna di un così grande filosofo; quindi passa a quella di Guidobaldo, reputata molto ingegnosa, ma che presenta una difficoltà derivante dall'errato paragone del cuneo con il piano inclinato. Baldi fa infatti notare che quando il piano inclinato viene ridotto alla leva il fulcro cambia continuamente posizione.

Considerando questa difficoltà insita nel problema, Baldi cerca di spiegare la forza del cuneo da un diverso punto di vista. Egli distingue due tipi di cunei: quelli che possono essere ridotti alla natura della linea, e quelli che invece sono riconducibili alla natura della superficie. I primi hanno la forma simile a una linea che termina in un punto. A questa tipologia appartengono aghi, chiodi e pugnali. Il secondo tipo si compone invece di due superfici terminanti in una linea tagliente, come nel caso dei coltelli, delle spade e delle asce. Baldi aggiunge che i cunei operano in due modi, o essi vengono conficcati a colpi di martello, oppure vengono affondati sotto l'azione di una spinta o di una pressione come nel caso delle spade, dei pugnali e degli scalpelli da intagliatori.

Alla fine di questo capitolo Baldi analizza l'azione della leva nella scissione operata con il cuneo, non facendo però riferimento al cuneo, quanto piuttosto a ciò che viene scisso. Egli mostra che il fulcro cambia continuamente posizione in modo tale che lo scindere diventa via via più facile. Come ultimo caso Baldi prende in considerazione la scissione operata con uno scalpello usato come una leva a forma di cuneo, concludendo che essa sarà tanto più facile quanto maggiore sarà il rapporto tra la parte di scalpello posta all'esterno e quella posta all'interno della spaccatura stessa.

Argomento della questione XVIII sono i sistemi di carrucole, i rapporti tra le potenze applicate e i pesi sollevati. Baldi inizia citando l'opinione aristotelica secondo cui in generale maggiore è il numero delle carrucole, minore è la difficoltà per sollevare i pesi. Correggendo Aristotele che aveva ridotto la carrucola alla leva, Baldi precisa che la carrucola è una leva a bracci uguali, ossia è riducibile alla bilancia. Usa questa acquisizione

[23]Guidobaldo del Monte (1577, 106r/v).

[24]Guidobaldo del Monte (1588, 112v–113v).

per contraddire l'affermazione aristotelica che aumentando il numero delle carrucole aumenti la facilità con cui i pesi vengono sollevati. A tale scopo propone un sistema di cinque carrucole in cui la potenza applicata rimane uguale al peso sollevato; si tratta di un sistema in cui la fune a cui il peso è legato passa per carrucole rigidamente fissate a due travi, e quindi immobili.[25] In un assetto del genere non avviene un riduzione del peso: peso e potenza risultano uguali. Questo vale qualunque sia il numero delle carrucole impiegate, purché disposte come sopra. Poi con una serie di considerazioni di tipo qualitativo e poco chiare lo scrittore urbinate sviluppa una sua argomentazione per mostrare come nella carrucola fissa peso e potenza risultano uguali, mentre nella carrucola mobile la potenza è metà del peso. Applica questa proprietà a un sistema di quattro carrucole mobili, riducendolo a quattro leve a bracci uguali, e mostra con calcoli numerici che un peso di 1000 libbre viene complessivamente ridotto 16 volte, per cui la potenza dovrà sostenere un peso di 62,5 libbre.[26]

3.7 *Questione 12*: la fionda

Diversamente dai problemi generali relativi al moto dei proietti che vengono affrontati nelle questioni 32–34, il loro lancio attuato con la fionda è analizzato già nel quesito XII. Qui si chiedeva: "perché i proiettili vengono mandati più lontano con una fionda che con la mano?" Aristotele risolve la questione dicendo:

> forse avviene perché il fromboliere lancia un proiettile già mosso dalla fionda, dato che lo scaglia dopo aver fatto ruotare la stessa; mentre, quando il proiettile è lanciato con la mano, il lancio inizia dalla quiete. Tutti gli oggetti infatti vengono mossi con maggiore facilità quando sono già in movimento, che non quando sono in quiete.

Ma a tale ragione egli aggiungeva:

> forse anche perché nell'uso della fionda la mano funge da centro, mentre la fionda rappresenta il raggio di un movimento circolare, che è maggiore del movimento circolare operato dalla mano che lancia.[27]

[25] Baldi (1621, 123).
[26] Baldi (1621, 126).
[27] Tutti i passi citati in Baldi (1621, 88).

Baldi approva la soluzione aristotelica e, con maggiore precisione, osserva che quando il proiettile viene lanciato con la fionda il centro del moto circolare non è la mano, ma piuttosto quella parte del braccio che si innesta nella spalla. Egli trova inoltre sorprendente che Aristotele non abbia notato che nel lanciare il fromboliere fa ruotare lentamente la fionda intorno alla sua testa. Baldi osserva inoltre come la velocità del proiettile non sia semplicemente acquisita in seguito alla rotazione della fionda, ma derivi dall'*impetus* generato al momento del lancio.

3.8 *Questioni 14–16*: la rottura e deformazione dei materiali (legni e sassi delle spiagge)

Nella questione XIV si chiede perché uno stesso legno si spacchi con il ginocchio più facilmente tenendolo con le mani alle estremità, a uguale distanza, piuttosto che con le mani vicine al ginocchio. Il problema della resistenza alla rottura del legno viene dapprima presentato secondo lo schema consueto della leva rettilinea, dove la rottura dipende dalla maggiore o minore distanza dal fulcro del punto di applicazione della forza. A questa ovvia spiegazione Baldi ne aggiunge un'altra, basata sulla lettura dell'asta in termini di leva angolare: un braccio della leva è costituito dall'asta considerata secondo la sua lunghezza, l'altro è misurato dal suo spessore. In questo modo si stabilisce una relazione tra la forza applicata e la resistenza alla rottura che l'asta esercita nella sua sezione trasversale. Questa originale interpretazione consente di spiegare l'importanza del rapporto lunghezza-spessore del legno nella valutazione della sua resistenza. Alla fine del commento Baldi rinvia alla questione XVI per ulteriori approfondimenti.[28]

Il quesito XV è l'unico che abbia un parallelo all'interno di un'altra opera attribuita ad Aristotele. Già in *Problemata* XXII, 36 ci si chiedeva perché i sassi in riva al mare divenissero rotondi. Lì però la risposta non faceva riferimento alla figura circolare. Ora invece la spiegazione fornita da Aristotele riconduce il tema esaminato all'idea che quanto più un oggetto è lontano dal centro, tanto più facilmente si muove. In questo caso al maggior movimento corrisponde una più facile rottura. Baldi nota che se fosse un problema di distanze le pietre grandi dovrebbero essere più arrotondate di quelle piccole, ma così non è. Il problema è quindi ricondotto all'intrinseca debolezza di spigoli e sporgenze, che si frantumano facilmente e lasciano la pietra liscia e arrotondata. L'opera dello scultore che leviga il marmo,

[28]Sulle discussioni sorte intorno alle questioni XIV e XVI si vedano Becchi (2004); Valleriani (2009).

la facile rottura delle parti sporgenti di una statua (orecchie, naso, dita, mani, piedi), la forma arrotondata delle torri di difesa (a questo proposito viene ricordato Vitruvio), sono citati come esempi che indicano la fragilità delle piccole parti in aggetto.[29]

La questione XVI contiene un'importante digressione relativa alla resistenza delle travi in legno e degli archi in pietra, che non ha confronti in tutta la letteratura precedente. Il testo antico si chiedeva la ragione della maggiore predisposizione alla rottura e alla flessione dei legni più lunghi rispetto a quelli più corti. Dopo aver ricordato la spiegazione data da Aristotele (basata sul ragionamento già descritto nel commento al problema XIV) Baldi avvia un'analisi dettagliata della resistenza dell'asta, segnalando l'importanza del dato materiale (resistenza alla rottura di diversi materiali quali vetro, legno, acciaio) e delle modalità secondo le quali viene esercitata la sollecitazione (lungo l'asse, come in una colonna, oppure secondo una direzione obliqua o perpendicolare). L'analisi della resistenza si basa sulla lettura della leva angolare, già segnalata nel commento al problema XIV, e sull'idea che il comportamento a flessione dipenda dalla rarefazione o addensamento della materia. Baldi coglie l'importanza di queste considerazioni per l'arte del costruire e dedica il resto del commento all'applicazione dei principi meccanici a diversi esempi tratti dalla pratica architettonica: dalla resistenza della trave si passa così a quella dei solai, delle capriate, delle piattabande, delle volte. I problemi della resistenza della trave sono dunque messi in relazione con i problemi statici di elementi strutturali più complessi, al fine di rendere "più prudenti gli architetti".[30]

3.9 *Questione 19*: la forza della percossa

Nella questione XIX Aristotele chiede:

> perché se sopra un pezzo di legno si appoggia una grossa scure, e le si sovrappone un grande peso, essa non divide qualcosa del legno che sia degno di considerazione; mentre se sollevando la scure si percuote il legno lo si scinde, sebbene d'altra parte ciò che percuote abbia un peso molto minore di ciò che è appoggiato sopra la scure?

Egli risolve la questione dicendo:

> ciò avviene perché ogni cosa è generata con movimento e il grave stesso, messo in movimento, acquista maggiore gravità

[29] Vitruvius (1567, 32).
[30] Si veda Becchi (2004).

> mentre si muove che non quando è in quiete. Quando il peso è appoggiato sul legno dunque non si muove per effetto del movimento che è connaturato al grave; una volta mosso però si muove sia per effetto di questo movimento connaturato, sia per effetto del movimento proprio di ciò che lo percuote.[31]

Secondo Baldi quanto detto fin qui da Aristotele è giusto, mentre errata è la successiva riduzione dell'azione dell'ascia al cuneo, una spiegazione già confutata nel commento alla questione XVII. Per Baldi la discussione relativa alla percossa operata con l'ascia deve essere invece riferita alle questioni concernenti la natura dei corpi che cadono e i proiettili. Egli fa l'esempio di una bilancia in equilibrio con due corpi di equale peso collocati alle estremità: se altri due corpi gravi vengono aggiunti da entrambe le parti la bilancia rimane in equilibrio; ma se uno di tali corpi gravi aggiuntivi viene lasciato cadere su una delle due estremità, esso causerà la discesa della stessa. Nel corpo che viene lasciato cadere ci sono due pesi: uno è il peso naturale del corpo, l'altro è il peso che esso acquisisce per effetto del moto stesso. Se poi il peso aggiuntivo non venisse lasciato cadere ma fosse lanciato verso il basso, allora al peso naturale e a quello acquisito per effetto del suo moto naturale dovrebbe essere aggiunto un terzo peso, quello cioè prodotto dalla violenza con cui è stato lanciato.

Baldi in seguito analizza il moto circolare descritto dall'ascia prima di sferrare il colpo, e le variazioni di peso individuabili nelle varie fasi di tale movimento. Quindi egli nota alcune notevoli differenze tra la scissione di un pezzo di legno ottenuta con un colpo d'ascia e quella effettuata tramite un cuneo colpito da un martello. Baldi infine discute una *pulcherrima quaestio*: quale è il colpo più efficace inferto con la spada, quello effettuato con la punta, quello portato con la parte mediana, o piuttosto quello fatto con la porzione vicina all'impugnatura?

3.10 *Questioni 23–24*: la composizione dei moti

Affrontando nella parte introduttiva dell'opera lo studio dei due moti generanti il cerchio, Aristotele aveva affermato che questa figura poteva essere vista come il risultato di due moti non dotati di un rapporto costante. Infatti egli aveva precedentemente mostrato come dalla composizione di due moti tra loro in rapporto costante risultasse la diagonale della figura geometrica da essi generata. Tali argomentazioni dovettero portare molto

[31] Tutti i passi citati in Baldi (1621, 128–129).

presto alla riflessione sugli aspetti apparentemente paradossali della composizione dei moti, che furono poi discussi nelle questioni XXIII e XXIV.

Prima di discutere la questione XXIII, Baldi fa notare come essa offra una bellissima riflessione sui moti misti, che furono molto familiari agli antichi autori di meccanica. Questi erano a conoscenza di molte curve, quali ad esempio le spirali, le eliche, le cissoidi, le concoidi ecc., che furono da loro usate per trovare le due medie proporzionali e per quadrare il cerchio. Il lungo testo della questione è il seguente:

> perché se in un rombo i due punti estremi vengono trasportati da due spostamenti, ciascuno di loro non percorre una eguale retta, ma uno percorre una retta molto maggiore? In altre parole, perché il punto che è trasportato sul lato percorre un tratto più breve del lato? Infatti un punto percorre la diagonale, l'altro invece il lato maggiore, sebbene questo sia trasportato da un unico spostamento, mentre quello da due.[32]

Come risolvere il paradosso? Come è possibile che due punti aventi moti di uguale velocità percorrano distanze diverse? La soluzione aristotelica consiste nel rilevare che uno dei punti si muove con due moti che sono entrambi verso il basso, mentre l'altro punto possiede un moto verso il basso e uno verso l'alto. Il primo punto è dunque più veloce e percorre una distanza maggiore.

Questa soluzione sembrerebbe essere non solo vera, ma meravigliosa e degna di Aristotele, Baldi però mostra la sua erroneità, e suggerisce nel contempo un'altro modo per sciogliere il paradosso. In qualsivoglia parallelogramma, rombo compreso, i movimenti misti, quando mantengono lo stesso rapporto, vengono sempre fatti lungo le diagonali. Ma il rapporto tra diagonali e lati cambia in continuazione, e così cambierà sempre anche il rapporto tra il moto semplice lungo il lato e i moti misti lungo i diametri. Ad esempio nel rombo i moti misti lungo le diagonali non sono uguali: quello lungo la diagonale maggiore è più veloce, mentre quello lungo la minore e più lento. Ne consegue che anche i moti semplici lungo i lati non saranno uguali ai moti lungo le diagonali.

La questione XXIV è forse il testo più conosciuto dei *Problemi Meccanici*. In essa si chiede per quale causa un cerchio maggiore descrive ruotando una linea uguale a quella descritta da un cerchio minore, allorché questi sono sistemati intorno al medesimo centro. Visto che se essi vengono fatti rotolare separatamente, quale è il rapporto della grandezza

[32] Baldi (1621, 140).

di un cerchio alla grandezza dell'altro, tale è il rapporto fra le linee percorse rispettivamente dall'uno e dall'altro. In primo luogo Baldi osserva come la figura geometrica usata da Aristotele sia alquanto oscura. Egli si propone perciò di mostrare la stessa argomentazione utilizzando una figura più chiara.

Aristotele spiega la causa di tale mirabile effetto dopo avere rifiutato l'opinione di alcuni predecessori. Questi ritenevano che la spiegazione fosse da ricondurre al verificarsi di pause nel movimento del cerchio maggiore e di salti di spazio nel movimento di quello minore. Prima di iniziare la sua dimostrazione Aristotele assume i seguenti principi:

> una stessa o uguale potenza muove una certa grandezza più lentamente, e più celermente un'altra grandezza; se un corpo che per sua natura è atto a muoversi si muove insieme a un corpo non atto per natura a muoversi, si muove più lentamente di quanto farebbe se si muovesse da solo; ma se non viene mosso insieme a esso si muove più celermente.[33]

Si diano due corpi, uno leggero atto per natura a muoversi verso l'alto e l'altro pesante atto invece per natura a muoversi verso il basso. Se al corpo leggero venisse attaccato quello pesante, esso avrebbe maggiori difficoltà a muoversi verso l'alto e si muoverebbe più lentamente di quando esso è disgiunto dal corpo pesante.

> Inoltre ciò che si muove non di proprio moto, ma per effetto del moto di un altro corpo, è impossibile che si muova più del corpo che lo muove, dato che si muove non di proprio moto, ma per effetto del moto dell'altro corpo. Se dunque il cerchio minore si muove di moto non proprio, ma per effetto del moto del cerchio maggiore, si muoverà per uno spazio maggiore di quello che percorrerebbe se si muovesse da solo. Allo stesso modo se è il cerchio minore che si muove rotolando di moto proprio, esso trascinerà con sé il cerchio maggiore e questo con la sua rotazione non percorrerà una distanza maggiore di quella percorsa dal cerchio minore.[34]

Infatti per Aristotele è sbagliato ritenere che ciascuno dei due cerchi ruoti separatamente intorno al medesimo centro, poiché quando è il cerchio minore a essere trasportato dal maggiore, il moto avviene intorno al centro

[33]Baldi (1621, 148).
[34]Baldi (1621, 149).

del cerchio maggiore, mentre quando è il cerchio maggiore a essere trasportato dal cerchio minore, il moto avviene intorno al centro del cerchio minore. Questa soluzione del paradosso data da Aristotele è considerata da Baldi assolutamente certa e basata su cause vere.

3.11 *Questione 25*: la costruzione dei letti

In questa questione si domanda perché la lunghezza dei letti sia il doppio della larghezza, e perché le corde di sostegno non siano disposte in diagonale rispetto alle sponde del letto. Secondo Aristotele le dimensioni dei letti sono in proporzione con i corpi, per cui nei letti per una sola persona la larghezza è la metà della lunghezza. Baldi fa invece osservare che ai suoi tempi la proporzione è di 2/3 così che i letti sono lunghi circa 6 piedi e larghi 4 piedi, e ci possono stare due persone. Egli fa inoltre presente che il brano originale è piuttosto oscuro, sia perché Aristotele ha discusso la questione in maniera involuta, sia perché il testo ci è giunto in versioni corrotte. A quest'ultima difficoltà ha posto parzialmente rimedio Alessandro Piccolomini servendosi di un testo molto antico conservato nella Biblioteca Marciana di Venezia.[35] Sui motivi per cui le corde di sostegno non vengono disposte in diagonale, Aristotele fornisce tre spiegazioni: 1) perché così le assi delle sponde, a cui le corde sono agganciate, subiscono minori rotture, 2) perché le corde sostengono un peso minore, 3) perché viene impiegata una minore quantità di corda. Per la prima Baldi con uno schema geometrico mostra la differenza tra una corda che esercita una trazione perpendicolare alla sponda del letto e una corda che esercita una trazione in diagonale rispetto alla sponda del letto. In questo ultimo caso la sponda riceve una spinta anche nel senso della sua lunghezza, spinta che ne diminuisce la resistenza. Passando al secondo motivo nota che le corde disposte in diagonale sono più lunghe e quindi meno resistenti di quelle disposte perpendicolarmente alle sponde. Per il terzo motivo Baldi riporta un conteggio della lunghezza di corda impiegata, fatto in base alla disposizione diagonale delle corde riferita da Aristotele. Per un letto lungo 6 piedi e largo 3 piedi la corda impiegata è all'incirca 40 piedi e 2/3; risultato leggermente diverso da quello del Piccolomini che è di 40 piedi e 1/2.[36] Comunque per lo scrittore urbinate non è il caso di discutere a lungo una questione poco chiara già nello stesso testo aristotelico. Baldi si stupisce perché gli antichi non abbiano adottato il sistema più semplice, e non disponessero il reticolo delle corde di sostegno in senso perpendicolare

[35] Piccolomini (1547, 55r).
[36] Piccolomini (1547, 56v, 57v).

alle sponde del letto, in tale modo avrebbero ottenuto maggiore resistenza e avrebbero impiegato una minore quantità di corda, ovvero 32 piedi come da lui stesso calcolato.

3.12 *Questioni 26–27, 29*: la collocazione dei carichi sulle spalle

Il trasporto di carichi posizionati sulle spalle costituisce nell'opera aristotelica l'argomento di tre questioni. Nella XXVI e XXVII si tratta di problemi relativi all'operazione svolta da una singola persona, mentre nella XXIX gli operatori coinvolti sono due. "Perché è più difficile, a parità di peso, portare i legni lunghi sulle spalle per un'estremità, piuttosto che per il punto medio?" Questo problema affrontato nella questione XXVI è risolto da Aristotele facendo riferimento alla vibrazione e al peso. Baldi nota che nel testo antico non è spiegato perché la vibrazione sia di impaccio al trasporto, e cerca quindi di fornire la ragione di ciò facendo riferimento al concetto di centro di gravità e alla rarefazione e addensamento del legno posto a contatto con la spalla, riprendendo così quanto aveva detto a proposito della flessione e rottura dei materiali. Nella questione XVI relativamente al ruolo giocato dal peso Aristotele aveva notato che si solleva più facilmente un legno per il punto medio, poiché in questo caso le estremità si sostengono vicendevolmente, e ognuna delle due parti solleva esattamente l'altra. Baldi però non si accontenta di tale spiegazione, e cerca attraverso un esempio di mostrare la ragione di tale fatto. Egli si rifà naturalmente alla legge archimedea della leva, richiamando ancora una volta la trattazione di tale strumento data da Guidobaldo nel suo *Mechanicorum Liber*.[37] Infine Baldi considera alcuni problemi simili, cercando ad esempio di spiegare come mai un'asta giacente al suolo, afferrata con una mano per una delle sue estremità, si riesca a sollevare solo con grandissima difficoltà.

Nella questione XXVII si domanda perché lo stesso peso, anche quando è portato per il punto medio, se è molto lungo si porta sulle spalle con più difficoltà rispetto a uno più corto. Tale quesito è considerato da Baldi come un semplice corollario del precedente, quindi sottoponibile alle stesse critiche e allo stesso tipo di integrazioni.

Più interessante è invece la trattazione relativa al trasporto di un carico da parte di due persone presente nella questione XXIX, dove si chiede come mai quando due uomini portano lo stesso peso sopra un legno, vengano a sostenere pesi diversi a secondo della loro distanza dal carico, e in particolare come mai la persona più vicina a esso sostenga un peso

[37] Guidobaldo del Monte (1577, 41r).

maggiore. Per Aristotele il legno è una leva: il peso il fulcro, la cosa che viene mossa è la persona più vicina al peso, ciò che muove è quella più lontana. Pertanto quanto è più lontano dal peso, cioè dal fulcro, colui che muove, tanto è premuto con più violenza colui che è mosso con la parte più corta della leva. Baldi fa notare che le cose stanno in effetti in un altro modo, e rifacendosi a Piccolomini vede qui in azione due leve in un unico legno.[38] Dopo avere notato come con il peso attaccato nel punto medio della leva i portatori sostengono ugualmente, perché il rapporto di tutta la leva alle due parti è uguale, egli passa a trattare alcune questioni nuove. Cosa succede se i due portatori sono di statura diversa? E in questa nuova situazione, come varia la posizione del centro di gravità nel caso in cui il peso non penda liberamente, ma sia direttamente connesso con la leva? Cosa avviene quando i portatori, pur avendo uguale statura, si muovono su un piano inclinato? Rispondendo a tale ultima domanda Baldi nota come a questo ultimo caso si possa ridurre anche l'uso della carriola, che può essere considerata come una leva con il peso collocato tra il fulcro e la potenza movente.

3.13 *Questione 30*: il sollevamento dalla posizione seduta

La questione XXX chiede:

> perché alzandoci tutti poniamo la tibia ad angolo acuto con il femore, e similmente il femore con il petto? E come mai non facendo ciò non si riuscirebbe ad alzarsi?

A questa domanda Aristotele aveva risposto che ciò avviene perché in generale l'uguaglianza è causa di quiete, e in verità l'angolo retto è l'angolo della quiete, e fa stare in piedi. La causa per cui si sta in piedi è nell'essere perpendicolari al terreno, avendo la testa e i piedi sulla medesima linea. Ciò non vale per colui che sta a sedere, che riesce ad alzarsi in piedi dalla posizione a sedere solo quando la testa e i piedi vengono collocati su una linea, il che certamente avviene quando il petto e le gambe fanno un angolo acuto con il femore. Che tanto l'argomento, quanto la soluzione proposta nella questione XXX fossero difficimente riconducibili all'insieme dell'opera, risultò immediatamente evidente a Baldi, che negò decisamente la validità del principio posto da Aristotele. Il non potersi alzare in piedi dalla posizione a sedere non è certo dovuto alla conservazione degli angoli retti, causa di quiete, ma perché essendo posto il centro di gravità fuori

[38] Piccolomini (1547, 62r).

dal sostegno dei piedi, il centro non avrà una posizione stabile a cui aderire e in cui sostenersi nell'atto dell'alzarsi. Sarà quindi necessario spostare e collocare su una stessa linea il centro di gravità per potersi alzare. Questo è esattamente ciò che viene fatto piegando in avanti il torace e portando indietro le gambe. Che nell'alzarsi in piedi la formazione di angoli acuti sia necessaria, è evidente, ma non essa è la causa di tale effetto, come sembra pensare Aristotele.

Stabilita questa nuova impostazione del problema Baldi può quindi proporre nuove questioni: perché i piedi degli uomini e dei rimanenti animali, che qualche volta incedono con il corpo eretto, non sono corti e rotondi, ma piuttosto più lunghi ed estesi nella parte inferiore? Parimenti perché si estendono di più verso le dita che verso il calcagno? Perché quelli che camminano sui trampoli non stanno in posizione eretta, se non muovendosi ininterrottamente? A tutte queste domande si dà risposta mostrando come sempre per stare in equilibrio il centro di gravità dell'uomo o dell'animale dovrà cadere all'interno di ciò che gli permette di stare in piedi. La collocazione del centro di gravità all'interno della superficie di sostegno è una condizione anche per l'equilibrio degli oggetti prodotti dall'uomo (vasi, trepiedi, etc.), e in ultima analisi è la ragione che spiega come mai le torri pendenti di Pisa e Bologna non crollino nonostante il loro discostarsi dalla perpendicolare al terreno.

3.14 *Questioni 31–34*: i problemi relativi al moto

Nella questione XXXI si chiede perché sia più facile muovere una cosa già in moto che una cosa ferma. Non si tratta di un quesito meccanico in senso stretto, dato che non è coinvolta una macchina (Baldi fa l'esempio di una sfera fatta rotolare a spinta su un piano); si tratta di una questione fisica. Elaborando la soluzione dei *Problemi Meccanici* Baldi dice che il mosso in senso contrario alla spinta sottrae una parte della potenza della spinta. Allo stesso modo avviene quando la spinta è esercitata su un corpo in quiete. Alla fine, su questa base viene proposta la soluzione al problema fisico dato dall'aumento continuo della velocità del moto naturale: la natura della cosa mossa spinge costantemente la cosa, e questa spinta determina continuamente una accelerazione.

Il XXXII quesito investe il problema del moto dei proiettili, e più particolarmente ricerca quale sia la causa per cui questi cessano di muoversi. Si tratta, come per la precedente, di una questione fisica. Nei *Problemi Meccanici* sono congetturate più spiegazioni, che sono lasciate in sospeso. Baldi, rifacendosi al Piccolomini, propone la spiegazione basata sul carattere accidentale del moto impresso, con il conseguente progressivo esaurimento dello stesso.[39]

Anche la questione XXXIII si occupa del moto dei proiettili, indagando questa volta il perché i proiettili continuino a muoversi, anche dopo che si sono distaccati da ciò che li scaglia. È questo un problema centrale all'interno della riflessione aristotelica sui moti violenti. Ancora una volta Baldi si pronuncia in linea con i *Problemi Meccanici*, servendosi per la soluzione del carattere accidentale del moto impresso, e del conseguente suo progressivo esaurimento.

L'ultimo quesito relativo al moto dei corpi lanciati affronta invece un altro aspetto del problema, quello di una necessaria proporzione tra motore e corpo mosso. La questione XXXIV è formulata infatti in questo modo: perché né le cose molto piccole, né quelle molto grandi, possono essere scagliate lontano? Anche in questo caso si tratta di una questione fisica. Baldi cita le due spiegazioni proposte nell'opera aristotelica: perché è necessario che ci sia un certo rapporto tra ciò che scaglia e la resistenza dell'oggetto scagliato, oppure perché l'oggetto scagliato deve muovere l'aria. Vengono poi trattate brevemente tre questioni, solo debolmente collegate a questa: 1) perché i corpi scagliati si girano in modo che la parte più pesante venga a collocarsi in posizione anteriore? 2) perché i sassi scagliati nell'acqua rimbalzano più volte? 3) perché la palla scagliata verso un piano orizzontale rimbalza con angoli uguali?

3.15 *Questione 35*: il moto dei corpi nei vortici d'acqua

L'ultima questione dell'opera, come le quattro immediatamente precedenti, riguarda il movimento dei corpi, ma in questo caso il fenomeno preso in considerazione permette di ricondurre immediatamente il problema alle proprietà della figura circolare. Si chiede infatti perché le cose trasportate in un vortice d'acqua siano spinte verso il centro. Aristotele forniva una spiegazione articolata. In primo luogo la cosa trasportata si situa tra due cerchi, di cui il maggiore è più veloce. Ciò fa sì che il moto dell'oggetto trasportato diventi trasversale, e che esso venga spinto verso il cerchio più interno. Poi passando di cerchio in cerchio, ciò che si muove finisce per passare dallo stato di moto alla quiete. Inoltre non è da trascurare il ruolo giocato dalla gravità della cosa trasportata, che non permette alla stessa di seguire il moto del cerchio maggiore, e la spinge continuamente verso il più lento fino a raggiungere il centro.

[39] Piccolomini (1547, 66v).

Baldi però obietta che i vortici non sono cerchi che si sviluppano e ruotano intorno a un medesimo centro, ma moti rotatori in forma di spirale. Egli fa inoltre notare alcune incongruenze della spiegazione di Aristotele: la gravità, ad esempio, sarebbe capace solo di rallentare il moto della cosa trasportata, per cui il movimento verso il centro deve avvenire per l'intervento di un'altra causa.

3.16 *Appendice*: il problema delle due medie proporzionali

Alla fine del commento ai *Problemi Meccanici* si trova nella stampa un'appendice estranea alle questioni trattate nel testo greco. Si tratta di un classico problema della matematica antica, che viene qui riconsiderato: dati due segmenti disuguali, trovare le due medie proporzionali. Baldi accenna alla storia della soluzioni proposte nell'antichità, propone poi un procedimento meccanico per risolvere il problema, rivendicandone l'originalità. La dimostrazione della validità della soluzione proposta è condotta rifacendosi all'antica dimostrazione illustrata da Pappo per il procedimento proposto da Nicomede.[40]

[40] Pappus of Alexandria (1588).

Capitolo 4
Fonti online

Il progetto ECHO (European Cultural Heritage Online) dell'Istituto Max Planck per la Storia della Scienza amplia continuamente la sua collezione di fonti, rese facilmente accessibili nel sito *echo.mpiwg-berlin.mpg.de*, con files in formato xml e/o in alta definizione. Al momento nel sito indicato sono accessibili le seguenti fonti citate nella presente pubblicazione.

4.1 La prima edizione del trattato di Baldi

Bernardino Baldi 1621

4.2 Fonti antiche e rinascimentali relative alla meccanica utilizzate da Baldi

Niccolò Leonico Tomeo 1525 (vedi Thomaeus 1525)
Niccolò Tartaglia 1546
Federico Commandino 1565
Alessandro Piccolomini 1547 (edizione 1565)
Giordano Nemorario 1565 (vedi Tartaglia 1565)
Federico Commandino 1575 (vedi Heron 1575)
Guidobaldo del Monte 1577
Guidobaldo del Monte 1581
Guidobaldo del Monte 1588
Pappus of Alexandria 1588 (edizione 1660)

4.3 Altre opere e traduzioni di Baldi

Bernardino Baldi 1589 (vedi Heron 1589)
Bernardino Baldi 1612a
Bernardino Baldi 1616 (rilegato insieme a Heron 1583)

4.4 Altre fonti rinascimentali

Vitruvius 1567
Cardano 1570
Guidobaldo del Monte 1615

Bibliografia

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: Vidua Johannis Albini.

Baldi, B. (1707). *Cronica de' matematici overo 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.

Fausto, V. (1517). *Aristotelis mechanica Victoris Fausti industria in pristinum habitum restituta ac latinitate donata [...].* Paris: Josse Bade.

Guidobaldo del Monte (1577). *Guidi Ubaldi e Marchionibus Montis mechanicorum liber.* Pesaro: Girolamo Concordia.

Guidobaldo del Monte (1581). *Le mechaniche 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.

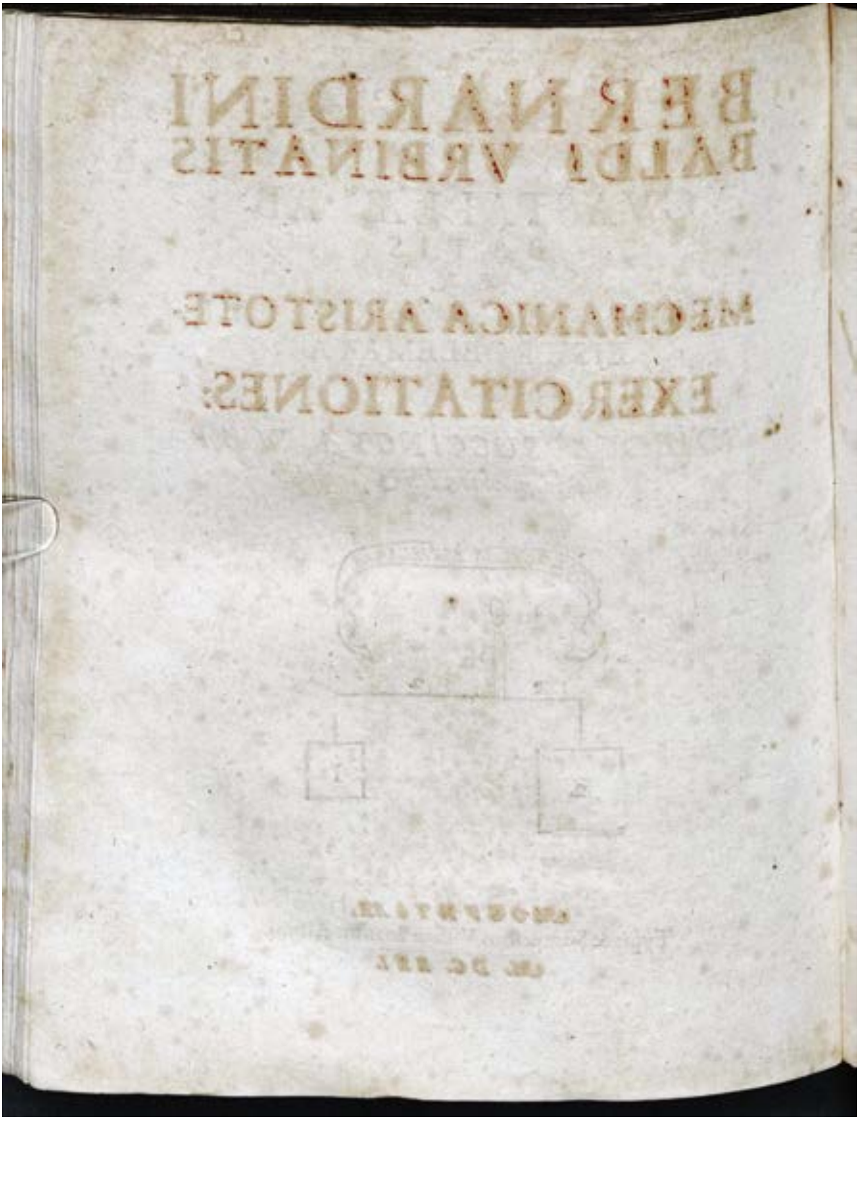
Valleriani, M. (2009). The Transformation of Aristotle's Mechanical Questions. A Bridge Between the Italian Renaissance Architects and Galileo's First New Science. *Annals of Science 66*, 183–208.

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

Parte 2: Facsimile

BERNARDINI
BALDI VRBINATIS
GVASTALLÆ AB-
BATIS
IN
MECHANICA ARISTOTE-
LIS PROBLEMATA
EXERCITATIONES:
ADIECTA SVCCINCTA NAR-
ratione de autoris vita & scriptis.

MOGVNTIAE,
Typis & Sumptibus Viduæ Ioannis Albini.
M. DC. XXI.


BERNARDINI
BALDI VRBINATIS
MECHANICA ARISTOTE
EXERCITATIONES:

NOBILISSIMO AC GENEROSO DOMINO

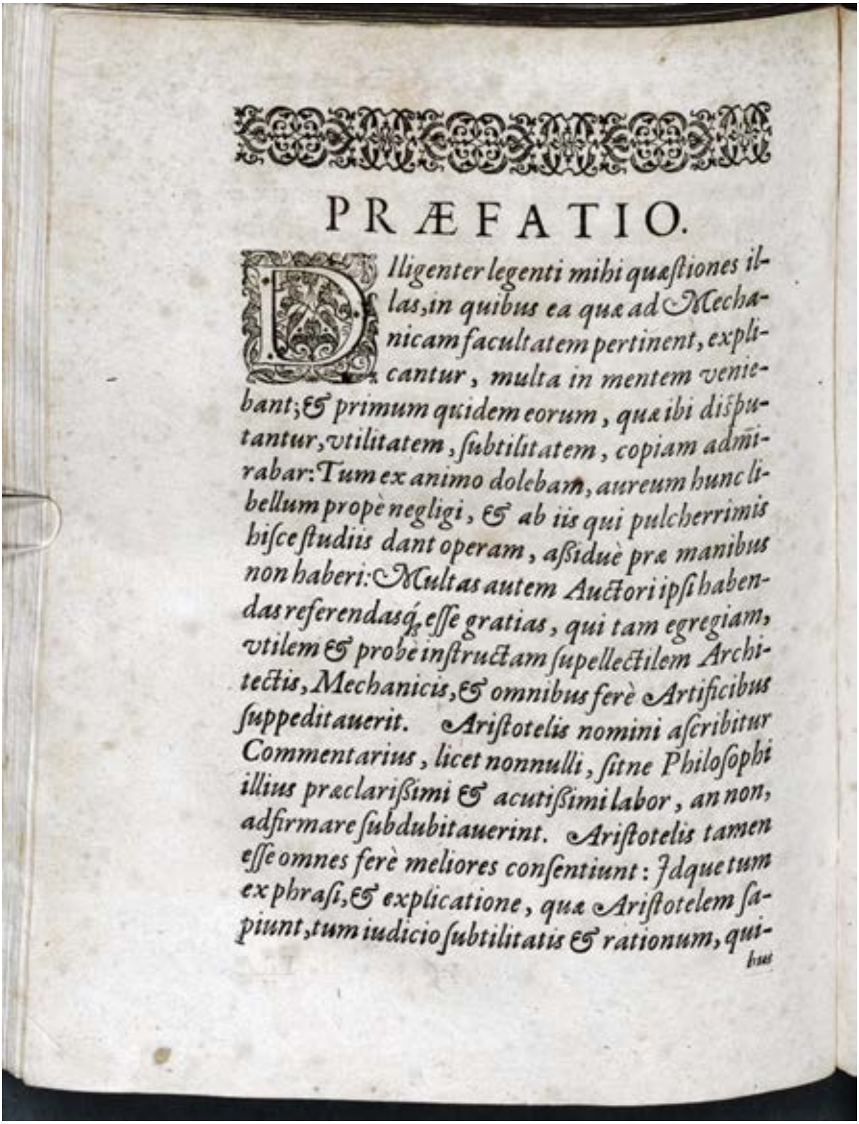
D. ADAMO PHILIPPO BARONI A CRONBERG, EQVITI, SACRÆ CÆSAREÆ MAIESTATIS, ET SERENISSIMI Principis Archiducis Alberti Camerario intimo &c. Domino meo gratiosissimo.

OPportune sub hoc ipsum tempus, quo in Belgium ad Serenissimos Principes iter adornat Nobilissima & Generosa Dom. V.ra, prodit nostris formis in publicum editus Commentarius Bernardini Baldi Vrbinatis Guastallæ Abbatis in Aristotelis Mechanica. Is vir in omni scientiæ genere, at maxime in Mathematicis disciplinis fuit versatissimus, quod multa ab eo præclare scripta testantur opera, ex quibus paucula edita, reliqua vero speramus

mus ſuo tempore in publicam lucem producenda. Cum vero nemini ſit obſcurum Nobiliſſimæ ac Generoſæ Dom. V.ræ id ſemper extitiſſe familiariſſimum, vt tum domeſticum otium, tum maxime peregrinationes, quibus totam pæne Europam ſumma cum laude circumſcripſit, tum variarum linguarum perfecto vſu, tum Mathematicarum diſciplinarum notitia & exercitio redderet iucũdiores, nulla me tenet dubitatio quin & Baldum Vrbinatem noſtris typis loquentem in hoc itinere, quod à Deo feliciſſimum Nobiliſſimæ ac Generoſæ Dom. V.ræ precor, in ſuum comitatum ac tutelam beneuolo animo ſit admiſſura. Id rogo humillime ſimulque precor, vt hanc meam typographiam plurimis iam retro annis de inclytæ familiæ Cronbergicæ tutela gloriantem, ſuo fauore proſequatur, viduæque afflictæ fortunis beneuole adſpiret. Sic Deus Nobiliſſ. & Generoſam Dom. V.ram illuſtret omnibus bonis, eamque R.mo & Ill.mo Principi ac Domino meo Clementiſſimo, D. Ioanni Suicardo Archiepiſcopo Moguntino Principi Electori ac per Germaniam Archican-

chican-

chicancellario &c. patruo ſuo optatiſſimo ſaluo florentique redhibeat ſaluum ſimiliter florentem ac incolumem. Moguntiæ è typographeio Viduæ Albinianæ, honori Nobiliſſimæ ac *G*eneroſæ Dom. Veſtræ perpetuum dicato. Anno 1621. 26. Martij.



PRÆFATIO.

Diligenter legenti mihi quæstiones illas, in quibus ea quæ ad Mechanicam facultatem pertinent, explicantur, multa in mentem veniebant; & primum quidem eorum, quæ ibi disputantur, vtilitatem, subtilitatem, copiam admirabar: Tum ex animo dolebam, aureum hunc libellum propè negligi, & ab iis qui pulcherrimis hisce studiis dant operam, aßiduè præ manibus non haberi: Multas autem Auctori ipsi habendas referendasque esse gratias, qui tam egregiam, vtilem & probè instructam supellectilem Architectis, Mechanicis, & omnibus ferè Artificibus suppeditauerit. Aristotelis nomini ascribitur Commentarius, licet nonnulli, sitne Philosophi illius præclarißimi & acutißimi labor, an non, adfirmare subdubitauerint. Aristotelis tamen esse omnes ferè meliores consentiunt: Idque tum ex phrasi, & explicatione, quæ Aristotelem sapiunt, tum iudicio subtilitatis & rationum, qui-

bus

bus quæstiones ipsæ ingeniosissimè diluuntur. Videtur autem mihi, rem accuratius exploranti, satis verisimile (nullum enim habeo opinionis huius assertorem) sectionem esse hanc, & partem quandam eius operis nobilissimi, quod idem auctor De Problematibus edidit, & hanc, nescio quam ob causam; nisi fortè quod tractatio merè Physica non sit, à reliquo corpore distractam atque reuulsam. Id certè quod ad rem facit, probè nouimus, Diogenem Laërtium inter cætera Aristotelici ingenij monumenta Mechanica quoque adnumerasse. Quibus consideratis magnopere subit mirari, cur ij qui post Aristotelem floruère atq; vixere, Mechanici, Archimedes, Athenæus, Heron, Pappus, & cæteri, nullam huius libelli fecerint commemorationem: & sanè debuerunt; neq; enim à vero est dissimile, ipsos per hunc aliquatenus profecisse. Verum enimuero cum ingenui illi fuerint homines, & nullatenus obtrectatores, credendum potius est, Commentariolum istud, eorum æuo, paucis cognitum, alicubi in Bibliothecis latuisse: etenim cætera quoq; Aristotelis scripta, post vetusta illa tempora, ante Alexandrum Aphrodisiensem, à multis fuisse ignorata

rata non dubitamus. Habemus siquidem, Strabone 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 Syllæ potestatem deuenisse, eosque tandem à Sylla acceptos, Tyrannionem Grammaticum, vt potuit meliùs emendatos, promulgasse. Ex quibus colligimus, mirum non esse, Archimedi, Heroni, & alijs qui ante Syllam vixère, fuisse incognitos. quicquid sit, illud certum est, Aristotelem eorum omnium qui de Mechanicis commentaria edidere, esse longè vetustissimum. Pappus enim Herone iunior, Atheñæus Archimedi æqualis, vterq; enim sub Marcello, cui Athenæus suum de bellicis Machinis libellũ dedicauit. Archimedes verò circa CXL. Olympiadem floruit, quamobrem post Aristotelem Olympiadas XL. hoc est, annos ferè CLX. Isthæc autem considerantibus, facile est cognoscere facultatis huius nobilitatem, atq; dignitatem; quippe quod summus Philosophus non modo eam pro-

probauerit, ſed etiam ſuis acutiſsimis lucubrationibus illuſtrauerit. Hanc porro tractationem ſubiecto quidem Phyſicam eſſe, demonſtrationibus verò Geometricam, ipſemet nos docuit Ariſtoteles, cuius etiam naturæ ſunt Perſpectiua, Specularia, Muſica, & cæteræ eiuſdem modi facultates, quas quidem ſubalternas Peripatetici appellant. Vitruuius Architecturæ membrum, vt ita dicam, & portionem quandam facit, ait enim Architecturæ partes eſſe tres, Ædificationem, Gnomonicam, Machinationem. Eſt autem Architecturâ quidem inferior, paret enim Architecto Mechanicus; attamen ſi cæteras artes ſpectes, Architectonica; hæc enim omnes ferè ſedentariæ, ſellulariæue, quas banauſas Græci appellant, ordine ſubijciuntur, & ſanè latiſsimos iſthæc habet fines; præcipuè autem circa eam verſatur cognitionem, eamque inter cæteras ferè principem, quam dixere Centrobaricam, quæ quidem ad Centri grauitatem, eiuſque ſpeculationem pertinet: quæ in ſpecie inter veteres primum ſibi vindicauit locum Archimedes, mox Heron, deinde Pappus; inter neotericos au-

):( ):(tem

tem Commandinus, qui librum de Centro grauitatis ſolidorum ſcripſit, & poſt eum G. Vbaldus è Marchion. Montis, qui non modò abſolutiſsimum Mechanicorum librum cum maxima ingenij ſui laude conſcripſit, ſed & Paraphraſin in librum Æqueponderantium Archimedis egregiè concinnauit Centrobaricam hanc, ignotam fuiſſe Ariſtoteli, ſatis patet. nunquam enim in Mechanicis demonſtrationibus, quod tamen eſt potiſsimum, grauitatis centrum nominat, eiuſue naturam atque vim ſpeculatur. Diuiditur autem Mechanice tota, teſte Herone apud Pappum libro octauo, in Rationalem, hoc eſt, Theoricam & Chirurgicam, id eſt, manu operatricem, quam Praxim aptè dicere valemus. Rationalis, ſpeculationi & demõſtrationibus, ex Geometricis, Arithmeticis & Phyſicis rationibus, dat operam; Chirurgica vero materiam tractat, & ſeſe in varias artes diffundit, Ærariam, Lignariam, Sculptoriam, Pictoriam, Ædificatoriam, Machinariam & Thaumaturgicam, cæterasque eiuſmodi. Machinatoriæ autem ſunt partes Manganaria, quæ ingentia

tranſ-

transferuntur pondera, tum ipsa Poliorcetica, quæ bellicas Machinas ad vrbium expugnationes, quod vel ipso nomine profitetur, ædificat. Atqui hac de re plura scribere supersedemus, ne actum agamus: quisquis enim minutè magis hæc cognoscere desiderat, is Pappum adeat libro citato, & Guidum Vbaldum in Præfatione quam suo Mechanicorum Operi præposuit. Vt autem ad Aristotelis, de quo egimus, libellum reuertamur, pauci sunt qui ei ante nos stilum & operam commodauerint: Leonicenus Latinum fecit & figuris tum breuissimis, & parui sane ponderis, marginalibus adnotatiunculis, instruxit. Post hunc Alexander Picolomineus luculentissima Paraphrasi illustrauit. Modo, vt audio, Simon Sticinus Hollandensis quædam edidit, quæ ad nos minime peruenêre. Nos demum, omnium, tum scientia, & ingenio, tum ætate, postremi huic operi manum admouimus; Considerantes enim Aristotelem aliјs principiјs vsum, 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, vt aliȷ́s tradas.

DE

DE VITA ET SCRIPTIS BERNARDINI BALDI VRBINATIS

EX LITERIS FABRITII SCHARloncini ad Jllustrißimum & Reuerendißimum Dominum Lælium Ruinum Epiſcopum Balneoregienſem ex-Nuntium Apoſtolicum ad Poloniæ Regem &c.

NAtus eſt Bern. Baldus Vrbini nobilibus parẽtibus poſtridie Non. Iunij anno MDLIII. Genus traxit, quod me ſæpè ab eo memini audire, à familia Cantagallina, quæ inter Perufinas illuſtris: hoc autem cognomen, Baldi accepto, vt in varietate temporum fit, Abauus reliquit, à teneris vnguiculis pietatẽ erga Deum præſetulit; nam vt mater eius narrabat, ſanctorum imagines & Altariola non cum lætitia ſolum, ſed cum veneratione anniculus intuebatur. Præceptoribus in adoleſcentia vſus fuit laudatiſſimis Io. And. Palatio, & Io. Antonio Turoneo, qui altero doctior, & Paulo Manutio maxime carus ob latinæ & græcæ linguæ peritiam propè ſingularem: 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 capeſſendum Patauium miſit. Hic in Emanuelis Margunij familiaritatem ſtatim venit, cui porro fuit in amoribus. 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 Patauij libellum de Tormentis Bellicis, & eorum inuentoribus, & cum in Transalpinorum amicitias incidisset, sibi ducebat dedecori ipsos sua lingua loquentes non intelligere. quare incredibili celeritate Gallicam & Germanicam didicit. Pestilentia ex eo Gymnasio exactus in Patriam redijt, vbi quinquennium integrum Federico Cōmandino affixus omnes Matheseos partes perdidicit, 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 & symmystam Guidum Vbaldum è Marchionibus Montis, in cuius se consuetudinem daret: quantum profecisset, ostendunt ij commentarij quos anno 1582. in Arist. Mechanica scripsit. Vt postea à grauioribus studijs ad amœniora animum abduceret, de re nautica poëma Italicè confecit. quo absoluto Paradoxa multa Mathematica explicauit. Fama de Baldi virtutibus dissipata Ferrandus Gonzaga Molfettæ Princeps & Guastallæ Dominus cœpit de illo in suam familiam asciscendo cogitare, vt qui ijsdem caperetur artibus, quibus excellere Baldus incipiebat:

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 tūc natus de Verborū Vitruuianorum significatione commentarius; in quo minime mirandum si minuta quædam prosequutus 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 potuissem, aurum quod mecum attuli emunxissem, quia satisfecissem muneri labore nullo. Cum Ferrando hero suo obuenisset 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 eruditissimos methodo analytica conscripsit. alios non commemoro, quod cum otium erit, omnium syllabum dabo. Anno 1586. ipso nihil postulante eligitur Guastallæ Abbas, à quo tempore Iuri Can. Concilijs, & SS. Patribus totum se dedit. Hebreæ & Chaldææ linguarum discendarum triennium posuit. Anno 1593. nouæ Gnomonices libros quinque composuit. insequenti Chaldæam Onkeli paraphrasin in Pentateuchum vertit & commentarios adiunxit; quo exantlato labore in Iob ex Heb. fonte paraphrasin texuit, quam & scholijs illustrauit. Tabulam Etruscam Eugubinam interpretatus fuit:

fuit:in ea autem diuinatione, vt aiebat, ſubciſiuas vnius menſis horas conſumpſit. De Firmamento & aquis egregie ſcripſit. Oeconomiam Tropologicam in S. Matthæum Card. Baronius, qui non alia Baldi vidit, vehementer probabat. Romæ dum viueret, fere neſciuit quid gereretur in Aulis: Arabicæ enim linguæ cum Io. Baptiſta Raimondo diligentiſſime ſtuduit, & arcana induſtria Slauonicæ, quam perfecte callebat. Ex Arabico vertit Hortum Geographicum Anonymi, quem ante ſexcentos annos floruiſſe arbitrabatur. Hunc vero extruſiſſet, vt alios Baldi libros, Marcus Velſerus IIvir Aug. ſi eo paulo longior huius lucis vſura contigiſſet. Compoſuit & Dictionarium Arabicum. atque cum beatiſſimam illam vbertatem ingenij aſſidue diffundi neceſſe eſſet, anno 1603. orbem vniuerſum deſcribere aggreſſus fuit; atque ita quidem, vt tam quæ ad Hiſtoriam, quam quæ ad Geographiam pertinerent complecteretur: Neque illuſtrare ſolum voluit quæ nouerunt antiqui, quemadmodum viſum Ortelio, ſed vel oppidula omnia & pagos, de quibus aliqua in poſtremis ſcriptoribus mentio. & profecto totum opus ad vmbilicum perduxit: non digeſſit tamen vniuerſum. quatuor aut ni fallor quinque tantum Tomi fuerunt ordine Alphabetico diſpoſiti: ſupereſſent ſeptem aut octo diſponendi, quantum ex chartarum & faſciculorum mole conijcere licet. Anno 1617. quarto Idus Octob. poſteaquam dies 40. vehementi deſtillatione vexatus fuiſſet, ſpiritum Deo reddidit Sacramentis Eccleſiæ omnibus rite munitus. Statura procerus fuit, facie oblonga & acribus oculis, colore ſubfuſco. Membrorum ei fuit decens habitudo, & compactum corpus. Diebus feſtis omnibus ſacrum faciebat, ieiunabat bis in hebdomada, eleemoſyniſque pauperes ſubleuabat. In ſtudijs ſic aſſiduus fuit, vt ſæpe & legeret & comederet. S. Auguſtini libros de Ciuitate Dei ter in-

ter

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 censu contentus. facile parcendum esse dicebat, ijs maxime qui in re leui impegissent, quoniam si quos censemus optimos, nudos conspiceremus, nullum eorum non iudicaremus multis dignum verberibus. Bibliothecam habuit non locupletem, sed selectis instructã codicibus. Verum ire per singula longum esset. Satis mihi de incomparabili Baldi doctrina, & summa innocentia, ô rarum connubium, pauca dixisse, quæ forsitan ad imitandum nimis multa.

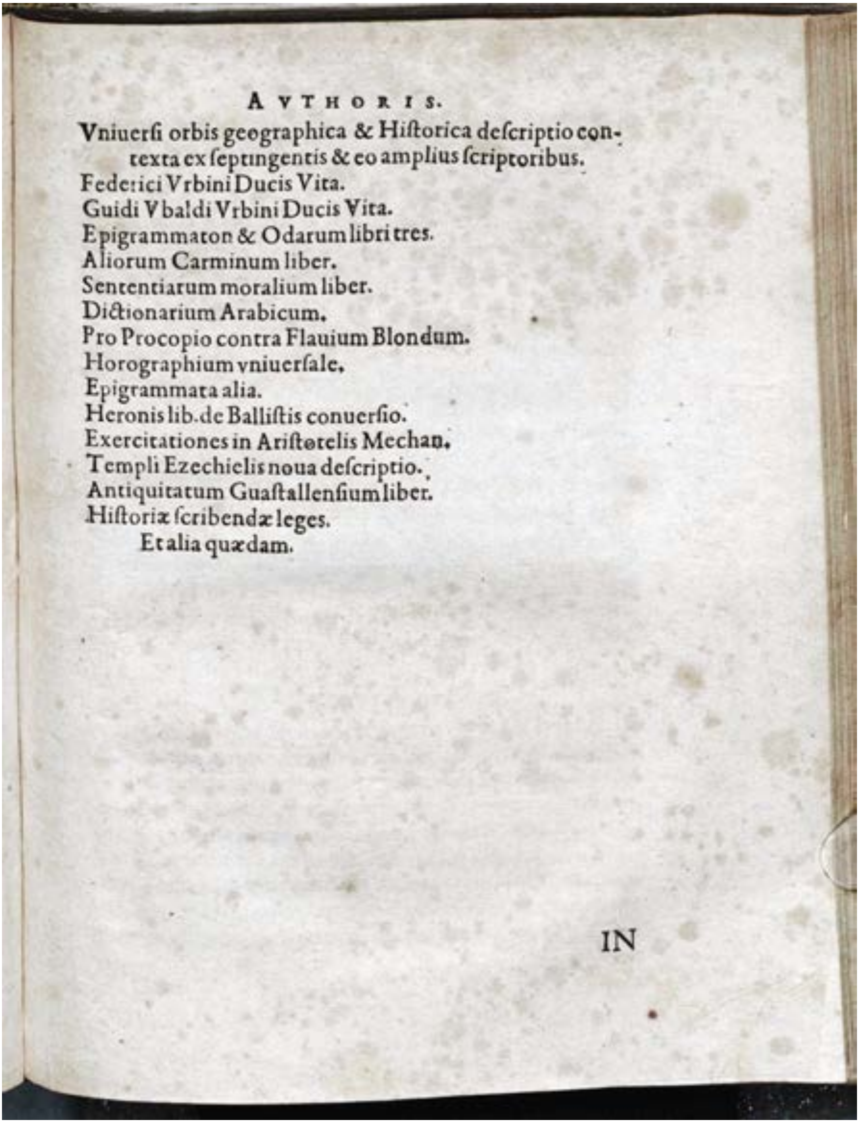
SYLLABVS LIBRORVM omnium B. Abb. Baldi.

ARati apparitiones è gr. in Ital. vertit.
De Tormentis Bellicis & eorum Inuentoribus lib.
Heronis automata vertit.
Vitas omnium Mathematicorum scripsit, & trib. in Tom. 2. 1. P^{s}. à Thalete ad Christum. 2. à Christo ad sua tempora.
Earumdem vitarum Epitomen Chronologicum confecit.
In Aristot. Mechan. Commentar.
De Re nautica Poëmation.
Paradoxorum Mathematicorum liber.
Descriptio Palatij Ducum Vrbinarum quod est Vrbini.
Poema cui titulus, Lamus.

):( ):( ):(Carmi-

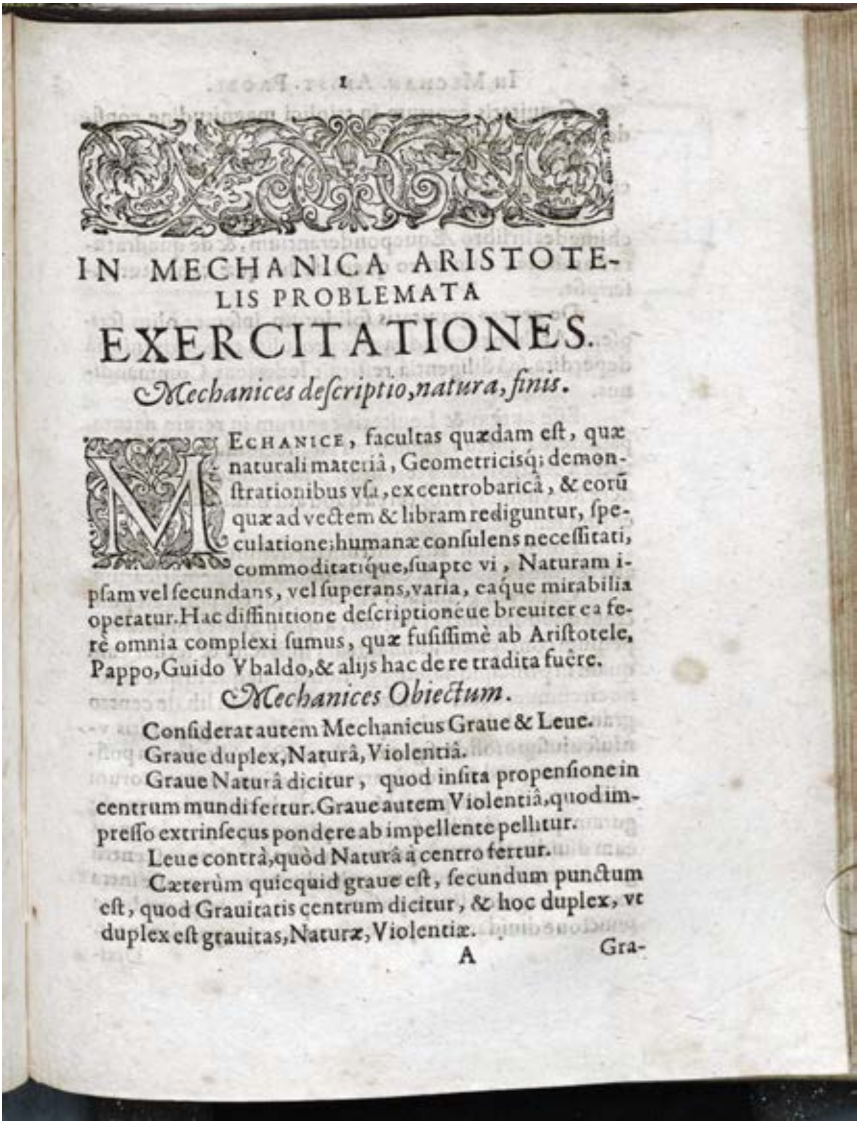
Carmina pia, quæ inscribuntur, Anni Corona.
De Verborum Vitruuianorum significatione.
Carmina varia & eclogæ mixtæ.
Apologi centum, quos scripsit æmulatus Leonem Bapt. Albertum.
De Humanitate Dialogus qui inscribitur Goselinus.
Comparatio Vitæ Monasticæ cum seculari.
De Aula libri sex.
De felicitate Principis Dialogus.
De Dignitate Dial.
Carmina Romana.
Musæi fabulam vertit.
De Italici carminis natura Dial. qui inscribitur Tassus.
De vniuersali Diluuio poëmation.
Nouæ Gnomonices lib. quinque.
Hieremiæ Threnos vertit, & ex Heb. fonte annotat. adiecit.
Poemation inscriptum, Deiphobe, quod scripsit æmulatus Lycophonem in Cassandra.
Scala cœlestis. i. Sermones pij & carmina.
Onkeli paraphrasin Chaldæam in Pentateuchum vertit & vberes commentarios adiecit.
In Iob Paraphrasis latina ex fonte Heb. additis Scholijs.
De scamillis imparibus Vitruuij.
De firmamento & aquis.
Quincti Calabri Paralipomena vertit.
Tabulæ Etruscæ Eugubinæ Interpretatio.
Oeconomia Tropologica in S. Matthæum.
Vrbini encomium.
Horti geographici ex Arab. versio.
Aduersus Aulam Carmina.
Luciani de miserijs Aulicorum versio.
Oratio ad Romæ conseruatores pro antiquitatum eius Vrbis custodia.

Vni-


AVTHORIS.

Vniuerſi orbis geographica & Hiſtorica deſcriptio contexta ex ſeptingentis & eo amplius ſcriptoribus.
Federici Vrbini Ducis Vita.
Guidi Vbaldi Vrbini 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 ARISTOTELIS PROBLEMATA EXERCITATIONES.

Mechanices descriptio, natura, finis.

MECHANICE, facultas quædam est, quæ naturali materiâ, Geometricisq; demonstrationibus vsa, ex centrobaricâ, & corũ quæ ad vectem & libram rediguntur, speculatione; humanæ consulens necessitati, commoditatiq́ue, suapte vi, Naturam ipsam vel secundans, vel superans, varia, eaq́ue mirabilia operatur. Hac diffinitione descriptioneue breuiter ea ferè omnia complexi sumus, quæ fusissimè ab Aristotele, Pappo, Guido Vbaldo, & alijs hac de re tradita fuêre.

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 contrà, quòd Naturâ à centro fertur.

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

A Gra-

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 Parabole, tum in eo quem de his quæ vehuntur inscripsit.

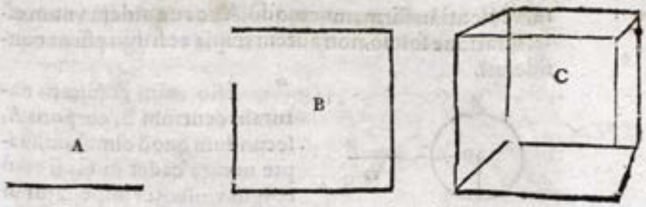
De centro grauitatis solidorum ipsemet olim scripserat Archimedes, sed ea quæ protulit, temporis iniuriâ deperdita, suâ diligentiâ restituit Iedericus Commandinus.

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

Porro Grauitatis centrum ita definit Heron, & qui ab Herone Pappus l. 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 latione 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: Centrũ grauitatis, vniuscuiusq; magnitudinis punctum esse intra extraue magnitudinem positum, per quod si plano linea punctoue diuidatur, in partes secatur æqueponderantes.

Dixi-

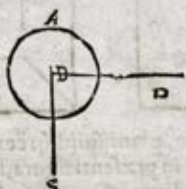


Diximus, Magnitudinis vt lineæ, planiq́ſolidiq́; centrum complecteremur. Erit igitur, vt in præſenti figura, lineæ quidem centrum A, plani B, ſolidi verò C. quod ſi obijciat quiſpiam, lineam & ſuperficiem nullam habere grauitatem; is ſciat, neq; corpora Mathematica grauitatem habere, Mechanicum verò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

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

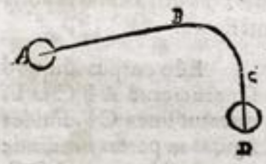
Eſto corpus aliquod ſuperficiesue A B C D E, ducatur linea C F, diuidẽs figuras in partes hinc inde æqueponderantes A B C, E D C. Ducatur & G H. diuidens item in partes æqueponderantes G C H, & G A B, E D H. ſecent autem ſeipſas in I. erit igitur centrum I extra figuræ terminos & molem ipſam. Attamen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

Dicebamus, duplex eſſe grauitatis centrum, Naturâ, Violentiâ: affirmamus modò, hæc re quidem vnum eſſe, & ratione ſolum, non autem reipſa ac ſi duo eſſent conſiderari.



Eſto enim grauitatis naturalis centrum B, corporis A, ſecundum quod dimiſſum, ſuapte naturâ cadet in C, ſi verò corpus violenter impellatur in D, aliud acquiret centrum grauitatis ex violentia ſecundum quam fertur, motum, in D, idẽ 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.



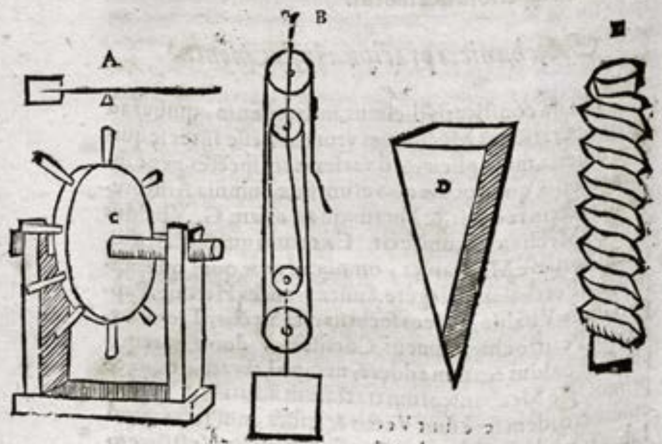
Proijciatur enim violenter corpus graue A ſuperante igitur violentia, rectâ feretur in B; ea autem elangueſcente paullatim per curuam & mixtam lineã ſeeetur in C, quatenus enim ad anteriora fertur, violentia eſt; quatenus verò ad inferiores partes, naturæ. Vbi verò peruenit in C, violentiâ ceſſante, naturâ verò manente, rectâ deorſum fertur D C D.

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

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

Mechanices præcipua instrumenta.

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



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 latiûs quidem oſtendemus, cùm 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,

ueri,addito nimirum ponderi pondere,ſiquidem & vectis eſt pondus. Duplex ergo illi admiratio, ſcilicet quòd exigua potentia moueat ingens pondus, idque etiam addito vectis ipſius pondere,fiat. Hoc ſecundum adieciſſe videtur, amplificationis alicuius gratiâ. 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 vbi 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 vnâ cum pondere attollitur. quæ licet vera ſint, non tamen inde ſequitur, vectis pondus, quicquam quod curandum ſit, in operatione efficere, aut impedire.

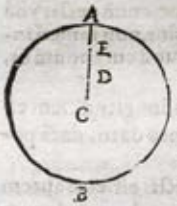
Porrò vectem ita finire poſſumus, longitudinem eſſe quandam inflexibilem, quæ fulcimento dato, datâ potentiâ datum pondus mouetur.

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 ſpartum 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 ex re mirabili mirandum quippiam oriatur. In circulo autem qua-

quatuor inueniri qualitates admiratione dignas. Primã, quod ex contrarijs conſtituatur, mouente videlicet & moto. Secundam, quòd 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 vnicâ exiſtente ſemidiametro, nullum in ea punctum ſumi poſſit, æqualis alteri, in latione, velocitatis. Sit enim circulus A B, cuius centrum C, ſemidiameter A C, 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.

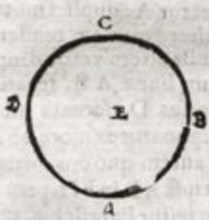


Hæc ex illo, quibus ne vltro aſſenſum præbeamus non vnica de cauſa cohibemur. Dicimus igitur, videri nobis, circulum non ex contrarijs cõſtitui, puta ex manente & moto, ſed ex moto ſimpliciter. Nulla eſt enim ſemidiametri pars, quæ non moueatur. Punctum autem, quod ſtat, ſemidiametri pars nulla eſt.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

præſcribit,non quidem quòd hæc extremitas ſtet, illa verò moueatur, ſed quod ſua circulatione ſemper ſemidiameter eandem ſeruet 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 cuilibet curuæ lineæ primo competere,etenim & Ellipſis & Hyperbole, & Parabole, & ſpira, tum Cyſſois, Conchois, & infinitæ aliæ irregulares concauæ ſimul ſunt & conuexæ. Sed & hæc in ſuperficiebus quoque deſiderantur.

Ad tertium,quod contrarijs feratur lationibus, antrorſum,retrorſum,ſurſum & deorſum. Dicimus, facilè ſolui.Nullus enim,rę bene perſpectâ, affirmauerit circulum contrarijs lationibus moueri.

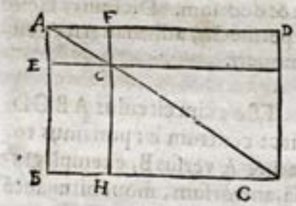


Eſto enim circulus A B C D, circa centrum E ; ponamus rotari,& A verſus B, exempli gratiâ,antrorſum, mouebitur autẽ & B verſus C,& C verſus D,tum D verſus A. Non puto quenquã dicturum, circulum hunc antrorſum eodem tempore, & retrorſum ferri nec ſurſum aut deorſum,ſi enim quiſpiam per eius circuli circumferentiam ambularet, is certè centrum ipſum ſemper ad dexteram haberet,vel ad ſiniſtram,ſi ad dexteram,antrorſum 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, antrorſum,&eandem eodem tempore verſus B,id eſt,retrorſum;repugnat enim naturæ.

De quarto circuli miraculo,ibi erit nobis ſermo,vbi ea perpenderimus primò, quæ Philoſophus de Circuli productione diſſerens in medium profert. Sunt autem eiuſmodi:

Circulum quidem duplici notione produci, Naturali 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 ſeruatâ, rectam lineam; ea verò non ſeruata,circularem lineam produci.



Eſto enim rectangulum A B C D,cuius latera in datâ ſint proportione, A D cum A B. Moueatur A, duplici motu, Altero quidem tendens in B, altero verò ad motum lineæ A B, feratur verſus D, ſeruata interim laterum proportione. Itaque ponatur ex motu ab A verſus B,perueniſſe in E, ex motu autem quo proportionaliter fertur cum linea A B, facta ipſa A B,in F H,perueniſſe in G,& E G connectatur. Erit igitur Parallelogrammum A E G F, Parallelogrammo A B C D proportionale ſimile,& circa eandem diametrum A G C. Semper igitur punctum A ſi duabus lationibus feratur, laterum proportione ſeruata, lineam producet rectam, diametrum nempe A G C.Et hoc ſanè nullam habet dubitationem, ex ijs quæ docet Euclides 1.6.prop.24.

His ita demonſtratis hac vti videtur Philoſophus

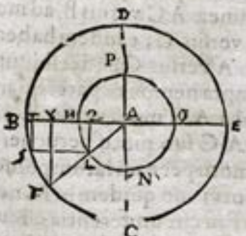
argu-

argumentatione : Si mixtus motus proportione ſemotâ, rectam producit, ſi nunquam ſemota, efficiet circulum ; ſi enim modo ſeruaretur, 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 Picolomineus in ſua Paraphraſi, & eam ſoluere conatus eſt, ſed quàm bene, aliorum eſto iudicium. Cæterùm falſum eſt, aſſerere circulum ex mixto motu nunquam ſeruatâ proportione produci. ſeruat enim aſſiduè mixtus motus quo producitur (ſi eum mixto motu producere velimus) aliquam proportionem, ſed non eandem.

Eſto enim recta A B, cui ad rectos angulos A C. Moueatur autem A, verſus C per lineam A C, & eodem tempore linea A C, verſus B, ita tamen, vt ſemper ipſi A B, ſit perpendicularis. feratur autem eâ lege, vt quam proportionem habet motus lineæ A C verſus B, ad motum puncti A verſus C, eandem habeat ipſe motus ab A verſus C, ad reſiduum lineæ A B, demptâ nempe ea parte quam peragrauit linea A C mota verſus B. Sit autem, cum A C ſuo motu peruenerit 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 linea A B, quod quidem demonſtratur ex conuerſa propoſ. 13. lib. 6. Elem. Eſt enim A E hoc eſt D F media proportionalis inter E F, hoc eſt, A D, & D B. Iterum ſi fiat motus A C in G H, ad motum H per lineam A C, vsque in C, vt se habet proportio A G ad G H & G H ad G B, erit ex motu mixto A in H, nempe in eiusdem circuli circumferentia A F H B. ex quibus habemus, circulum ex mixto motu fieri posse proportionibus quidem mediarum seruatis, sed nunquam ijsdem.

Vera hæc proculdubio sunt; nihilominus, veluti ad rectam producendam mixtus motus non est necessarius, licet mixto motu produci possit, ita neque ad circularem, & ideo verum non esse quod asserebat Philosophus, circulum ex mixto motu proportione nunquam seruatâ necessariò produci.

Conatur post hæc Aristoteles rationem afferre, cur circuli partes, quò propiores centro fuerint, eo sint tardiores. Ait autem, si duobus ab eadem potentia latis hoc quidem plus repellatur, illud verò minus, æquum est tardiùs id moueri quod plus repellitur, eo quod minus. Detrahi autem plus lineam, cuius extremum propius est centro illa quæ suum habet terminum à centro remotiorem.

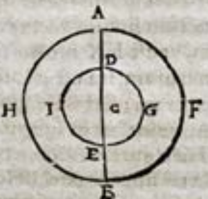


Esto, inquit, circulus B C D E & alter in eo minor M N O P circa idem centrum A. Ducanturq; Diametri maioris quidem C D, E B, minoris verò M O, N P. Itaque vbi A B circulata eò peruenerit vnde est gressa, ipsa quoque A M eo vnde moueri cœperat, perueniet. Tardiùs autem fertur A M, quam A D, propterea quòd A M à centro magis retrahatur quàm ipsa A B. Ducatur igitur A L F & à puncto L, ipsi A B perpendicularis L q, cadens in minori cirri circuló, & rursùs 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 B M. Motu verò retractionis ad centrum, hoc est, præter naturam, plus motum est M quàm B. Maior enim est Mq, ipsa BT, quod, ceu notum, supposuit Aristoteles. nos autem infrà demonstrabimus. Si igitur fiat vt motus præter naturam ad motum præter naturam, ita motus secũdum 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 secundùm naturam ad XB, præter naturam, ita est qL secundum naturam ad qM præter naturam; sed BF maior est ML, ergo proportione seruatâ, velociùs mouetur B quàm M circa idem centrum A. Hæc autem summa est eorum quæ præfert Aristoteles. Cæterùm 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 parallelogrãmo 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 reciproca latera 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.

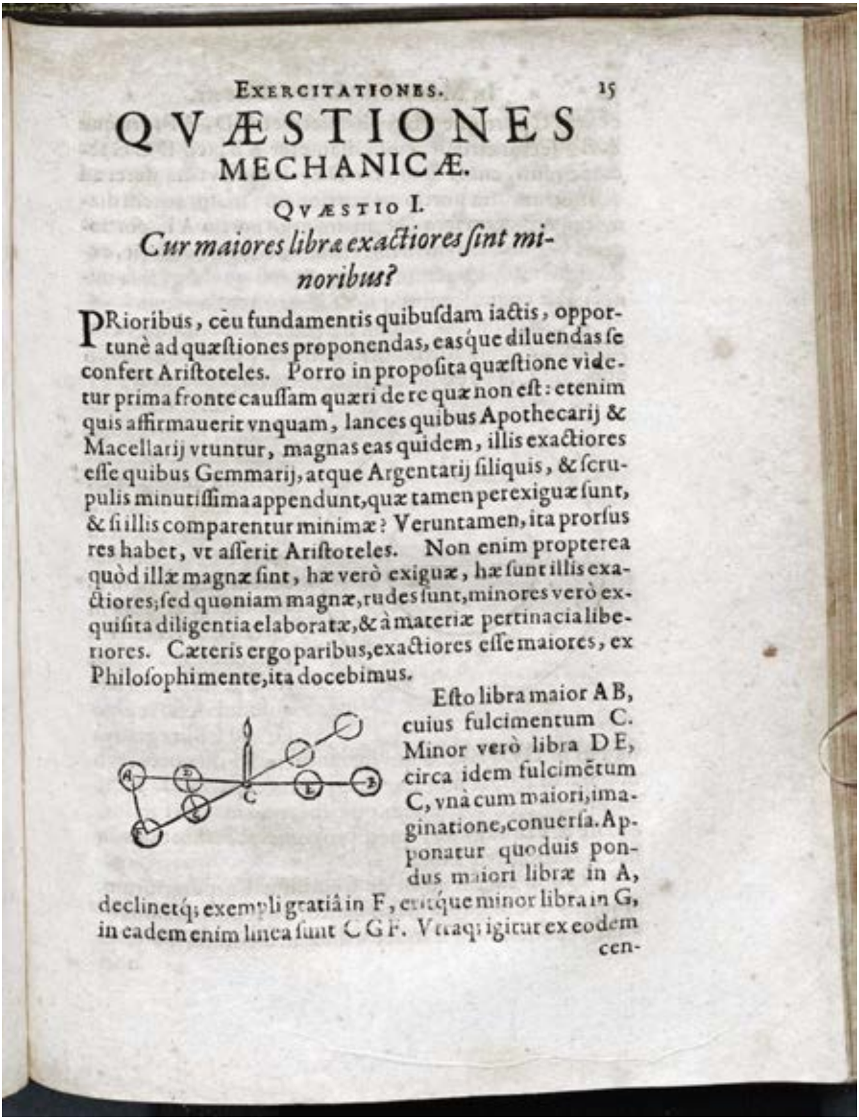
Cæterùm subtilia & ingeniosa isthæc esse non negamus, & longè faciliori & explicatiori modo veritas hæc demonstrari potest, reiectis nempe illis, secundùm, & præter

ter naturam motibus, qui quidẽ in ſimplici circulo neceſſario non cadunt: caderent autem fortaſſe, ſi de circulo res eſſet à põderibus circumlatis ex ſtabili centro deſcripto; qua de re agit G. Vbaldus in Mechanicis tractatu de libra. tunc enim dici poteſt, pondus quod aliâs rectà ad mundi centrum tenderet, à circuli centro in circulatione retrahi, ſed hæc ad circuli naturam, quatenus circulus eſt, nequaquam ſpectant.



Eſto igitur circumferentia AFBH, cuius centrum C, diameter ACB, ſemidiameter AC. ſumatur in AC punctum quodlibet, D, & centro C, ſpatio CD, deſcribatur circumferentia DGEI. Dico punctum A velocius moueri puncto D eâdem circulatione rotato. etenim vt diameter ad diametrum, & ſemidiameter ad ſemidiametrum, ita circumferentia ad circumferentiam: igitur vt AC ad CD, ita circumferentia AFHB ad circumferentiam DGEI. At mota linea CA circa centrum C mouetur ſimul & CD, eodem igitur tempore rotationem complent puncta AD, maius ergo ſpatium eodem tempore metitur A, ipſa D, quare velocior. Ita igitur ſe habet velocitas ad velocitatem, vt circumferentia ad circumferentiam, & diameter ad diametrum, quare id quod mouetur in puncto à centro remotiori, velocius illo mouetur quod ab eo diſtat minus, quod fuerat demonſtrandum.

QVÆ-



EXERCITATIONES. 15

QVÆSTIONES MECHANICÆ.

QVÆSTIO I.

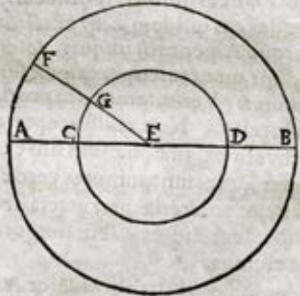
Cur maiores libræ exactiores sint minoribus?

PRioribus, ceu fundamentis quibusdam iactis, opportunè ad quæstiones proponendas, easque diluendas se confert Aristoteles. Porro in proposita quæstione videtur prima fronte caussam quæri de re quæ non est: etenim quis affirmauerit vnquam, lances quibus Apothecarij & Macellarij vtuntur, magnas eas quidem, illis exactiores esse quibus Gemmarij, atque Argentarij siliquis, & scrupulis minutissima appendunt, quæ tamen perexiguæ sunt, & si illis comparentur minimæ? Veruntamen, ita prorsus 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 exquisita diligentia elaboratæ, & à materiæ pertinacia liberiores. Cæteris ergo paribus, exactiores esse maiores, ex Philosophi mente, ita docebimus.

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; exempli gratiâ in F, eritque minor libra in G, in eadem enim linea sunt CGF. Vtraq; igitur ex eodem cen-

centro C portionem circuli deſcribet GD, AF, eritque A C F ſector circuli, cuius diameter A B, ſed D C G ſector circuli, cuius diameter D E. Itaque vt diameter ad diametrum, ita portio ad portionem: maior autem diameter A B diametro D E: maior ergo portio A F, portione D G. quod autem maius eſt, minùs obtutum fallit, exquiſitius itaque tractum ex maiori A B quàm ex ipſa minori D E cognoſcemus, quod fuerat oſtendendum.

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



Eſto enim Aſtrolabium magnum, cuius diameter A B, paruum autem C D, circa idem centrum E. Ducatur à centro recta E F tangens maiorem circulum in F, minorẽ verò ſecãs in G, vt igitur G D ad totum circulum G C D, ita F B. ad totum circulum F A B, vt ergò G D ad F B, ita gradus ſignati in G D, ad eos qui ſignantur in B F, maiores ergo ſunt qui in F B, & minutarum partium capaciores. Hinc itaque apparet, inſtrumẽta quælibet quò maiora fuerint, eò eſſe & exquiſitiora, quod propoſuerat Ariſtoteles, in hac quæſtione de Libra.

Quod autem addit de fraudibus Purpurariorum, inquiens; quamobrem machinantur ij qui purpuram vendunt, vt pẽdendo defraudent, dum ad medium, ſpartùm, non

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:

Vtrum libræ quæ ponderibus vacuæ æquilibrant, omni prorsus careant fraude?

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

Esto enim libra AB, ita diuisa in C, vt AC sit partium 15, CB verò earundem sit 10. apponatur parti A lanx ponderans 10, parti verò B lanx ponderans 15. ex permutata igitur proportione libra suspensa in C, æquè ponderabit; si autem apponatur lanci B sacoma vnciarum 6, & in lance A constituatur purpura, quæ ita se habeat ad vncias 6, vt 10 ad 15, iterum æqueponderabit, sed vt 10 ad 15, ita 4 ad 6. Purpurarius ergo fraudulentus, ponens in lance A vncias purpuræ 4, facto æquilibrio petet pretium vnciarum 6, & ita emptorem decipiet, quod sanè innuerat, non autem demonstrauerat Aristoteles. Hæc autem faciliora fient ex ijs, quæ in sequentibus quæstionibus, vbi de vecte agetur, explicabuntur.

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

QVÆSTIO II.

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

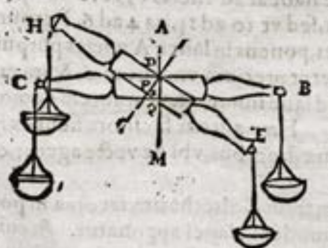
Bimembrem proponit Philosophus quæstionem, quam trimembrem debuit, triplici siquidem loco fulcimentum aptari potest, superiori, medio, inferiori. Nos de omnibus verba faciemus.

Prima Quæstionis pars.

De Libra sursum fulcimentum habente.

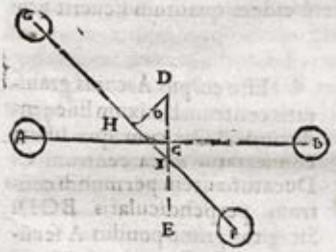
Aristoteles primam quæstionis partem ita soluit: An quia sursum parte quidem existente, plus libræ extra perpendiculum sit? Spartum enim perpendiculum est: quare necesse est deorsum ferri id quod plus est, donec ascendat qua bifariam libram diuidit ad ipsum perpendiculum, cum onus incumbat ad libræ partem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

Sit libra recta (hoc est, in æquilibrio constituta) B C, spartum autem A D, fulcimentum autem D, desuper: sparto autem deorsum proiecto ad M perpendicularis erit vbi A D M. Si igitur in ipso B ponatur onus, erit B quidem vbi E, C autem vbi H, quamobrem ea quæ bifariam librã secat, primo quidem erit D M, ipsius perpendiculi; incũbente autẽ onere, erit D G. quare libræ ipsius E H, quod extra



extra perpendiculum, est A M, vbi est q P maius est dimidio. Si igitur amoueatur onus ab E, necesse est deorsum ferri H, minus est enim E: siquidem igitur habuerit spartum sursum, propter hoc ascendit libra.

Pessimè omnes schema hoc lineârunt, ita vt difficillimum sit auctoris inde sensum assequi. Nos autem clarius rem ob oculos ponimus. Id ergo sibi vult Aristoteles, propterea quòd pars iugi H D G maior est parte E D q, eam eleuatam necesse est descendere, & iterum à perpendiculari A D M bifariam diuisam ad æquilibrium reuerti. Possumus nos idem simpliciori figura demonstrare.



Esto libra A B, bifariam diuisa in C, fulcimentũ verò sursum vbi D, producatur perpendicularis D C in E. Stante igitur libra A B, in æquilibrio æqualis est pars C H, ipsi parti C B apponatur pondus in B. Declinabit igitur libra mota circa centrum D, fiat autem in F G, secetque perpendicularem in I. Punctum vero C eodem motu circa idem centrum D erit in H. amoueatur pondus appositum: Dico libram à situ F G declinaturam & iterum reuersuram in situm pristinum A C B. quoniam enim parti G H, quæ æqualis est parti H F, additur pars I H, quæ à perpendiculari est vsque ad H, ipsi verò H F eadem pars detrahitur, erit I F minor G I. Superabitur itaque I F à G I, descenderque F I, ascendet verò I F, donec iterum libra

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 clariùs rem exponemus, his quæ ſequuntur conſideratis.

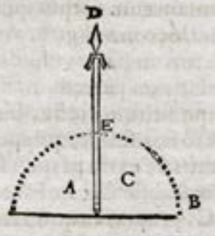
Si pondus circa ſtabile centrum conuertatur, dimiſſum non ſtabit, niſi ſecundum grauitatis centrum fuerit in perpendiculari, quæ per centrum, circa quod conuertitur, ad mundi centrum cadit. Stabit autem in ea perpendiculari in duobus punctis, altero à centro mundi remotiſſimo; altero verò eidem quantum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

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

missum in duobus tantum punctis suapte naturâ permansurum, BF, in B, primò, quoniam cum corpus ipsum A à perpendiculari, quæ superficiei loco intelligitur ABCD per centrum grauitatis diuidatur, in partes diuiditur æqueponderantes, 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 perpendicularem, & ideo extra fulcimentum stabile C. In F verò iterum 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, fulcimentum sursum. At quia linea DF, CB, à centro mundi, quod est extra circulum, BEF, circulum ipsum per centrum C secat, erit pars eius DF quidem breuissima, ipsa verò DB longissima, ex propos. 8. lib. 3. Elem. Pondus igitur A conuersum seu liberè motum circa centrum C, in duobus tantum locis perpendicularis lineæ stabit remotissimo altero, vt est B, altero verò eidem quamproximo, 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 lancea sarissaue ad planum horizontis perpendiculariter erecta, licet eo casu grauitatis centrum in ipsa perpendiculari constituatur, non stet quidem, sed altrinsecus cadat?

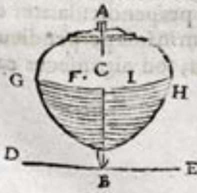


Sit enim horizontis planum A B, cui in puncto C perpendiculariter erecta ſtatuatur ſariſſa D C, cuius grauitatis centrum E, in ipſa perpendiculari. Stabit ergo, ex præmiſſis, & certè ſtare debuit, ſtaretque, ni vitium obſtaret materiæ; non ſtat autem, quia difficillimum eſt grauitatis centrum, ſuapte naturâ indiuiſibile, ita ad amuſſim ſiſtere, vt in neutram partem à perpendiculari declinet. Hæc igitur ex ijs ſpeculationibus eſt, quæ ad praxim, materiæ vitio impediente, aut vix aut nunquam rediguntur.

Hinc autem ea quæſtio 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 aſſiduè 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.

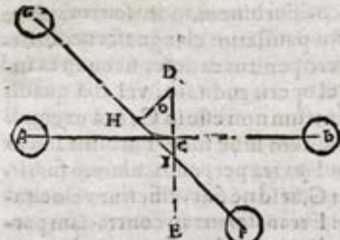


Eſto enim Turbo A B, cuius grauitatis centrum C, planum horizontis D E, linea Horizonti perpendicularis A B C, tranſiens per centrum grauitatis C, ſit autem fulcimentum in B. Itaq; cum centrum grauitatis C ſit in ipſa perpendiculari, ſtabit ex demonſtratis,

ſtratis, at ex vitio materiæ non ſtabit. Modò, vt aſſolet, rapido motu rotetur. Dico, Turbinem, motu ſeu rotatione durante ſtare. ea autem paullatim elangueſcente in caſum vergere; ceſſante verò penitus cadere. ſit enim ex inæqualitate materiæ, vel operis ruditate, vel aliâ quauis ex cauſſa, grauitatis centrum non eſſe in C, ſed exempli gratiâ 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 huiuſcemodi 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, vt ſuperiùs, libra A B, cuius centrum grauitatis C, fulcimentum verò ſurſum in D libræ quidem in C perpendiculariter coniunctum. Perpendicularis verò quæ per fulcimentum, & grauitatis cẽtrum tranſiens ad mundi centrum tendit D L E. ſtante igitur librâ in ſua æqualitate, erit centrum grauitatis C in ipſa perpendiculari infra quidem fulcimentum D. Loco verò, mundi centro quàm proximo. Pondus poſthæc apponatur in B, Declinabit autem pars C B, in H F, eleuatâ interim parte A C, in G H. Mota igitur libra tota, circa fulcimentum D mouebitur circa idem centrum, & grauitatis centrum C, deſcribens portionem circuli C H, fietq; C in H, & quoniam H, hoc eſt C, extra perpendicularem fit, amoto pondere, ex lance B, cuius preſſione libra declinauerat, centrum grauitatis per eandem circuli portionem H C, ad perpendicularem deſcendet, donec iterum in ea quieſcat, quo caſu libra A B ad æquilibrium reuertetur: quod fuerat demonſtrandum.

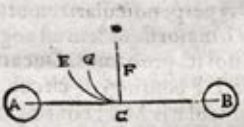
His ita declaratis, oſtendemus, (quod nullus ante nos animaduertit) harum librarum, quæ fulcimentum habent ſurſum, eam eſſe naturam, vt non à quouis pondere appoſito moueantur, vel penitus declinent.

Iiſdem enim ſtantibus, addatur quoduis pondus lanci B; Itaque ſi tale fuerit quod ſuperet reſiſtentiam, quam illi

illi facit centrum grauitatis contra naturam elatum in H mouebitur quædam libra. Sin autem tam parui momenti ſit, vt eam reſiſtentiam 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 fulci- " mentum habere ſurſum.

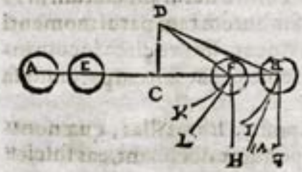
His addimus, cæteris paribus, reſiſtentiam eò eſſe maiorem, quo minus grauitatis centrum diſtat à fulcimento ſurſum, circa quod ipſa libra aduertitur.



Eſto libra A B, cuius grauitatis centrum C, & primò quidem eius fulcimentum ſurſum ſit vbi D, itaque ſi appoſito pondere declinauerit libra ad partes B, punctum C, dum aſcendet deſcribet portionem circuli C E. fulciatur iterum ſurſum puncto F, & iterum declinet ad partes B, & iterum punctum C, dum aſcendet, circuli portionem deſcribet C G. Eſt autem minor angulus contactus A C E, angulo A C G, magis ergo ſurſum, hoc eſt, ad naturam ſui feretur C, per C G, ex centro F, quàm per C E, ex centro D, quod fuerat demonſtrandum.

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

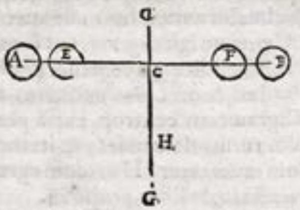
Eſto enim iterum libra A B, cuius fulcimentum D, centrum grauitatis C, ſit & alia libra, cuius brachia breuiora E F, idem habens centrum C, & eidem puncto ſuſpenſa D. Dico igitur, eodem pondere appoſito, faciliùs



declinaturam libram ad partes B, quàm ſi idem apponeretur in F. Demittatur enim à puncto B horizonti perpendicularis B G, & ab F item perpendicularis F H, Tum iuncta D B, centro D, eodem vero ſpatio D B, circuli portio deſcribatur B I, item iuncta D F eodem centro D, ſpatio D F, portio circuli deſcribatur F K. eſt autem maior D B ipſa D F ex propoſ. 21. lib. 1. Elem. quare maioris circuli portio eſt B I quàm F K. Obliquior autem, hoc eſt, à perpendiculari remotior eſt motus per F K quàm per B I. maior ſiquidem eſt angulus K F H angulo I B G. quod nos ita probamus. Ducatur perpendicularis ipſi D F linea L F contingens circulum F K in F, item ipſi D B, perpendicularis M B, contingens circulum B I in B, & quia angulus contingentiæ maioris circuli minor eſt angulo contingentiæ minoris, erit K F L maior I B M, Recti autem ſunt D F L, D B M, minor ergo D F K reſidua ipſo D B I reſiduo. Maior autem D F C ex iam citata propoſ. quã D B C, erit igitur reſiduum C F K, multo minus reſiduo F B I. ſed recti ſunt C F H, F B G, ex quibus ſi detrahantur C F K, F B I, erit reſiduum K F H, maius reſiduo I B G, plus ergo retrahitur à perpendiculari pondus deſcendens per F K quàm per B I, minus igitur præualebit reſiſtentiæ in C pondus appenſum in F, quàm ſi appendatur in B. quod fuerat demonſtrandum.

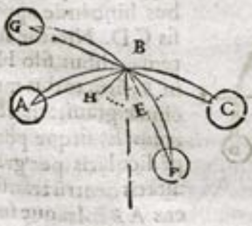
Poſſumus & idem quoque aliter oſtendere.

Sint enim ſeorſum duæ libræ, maior A B, minor E F, quàm commune grauitatis centrum C, fulcimentum verò ſurſum D. Producatur perpendicularis D C, in G & fiat C G æqualis C B, C H verò æqualis C F. Sunt igitur duo vectes



vectes D G,D H, quorum quidem commune fulcimentum D, pondus verò C, potentiæ vbi H G. Sunt autem hi vectes eius naturæ, in quibus pōdus 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 refert vtrum curuitas ſit circuli portio quælibet, aut ellipſis ſecundum alterum diametrorum; quod ita demonſtramus.

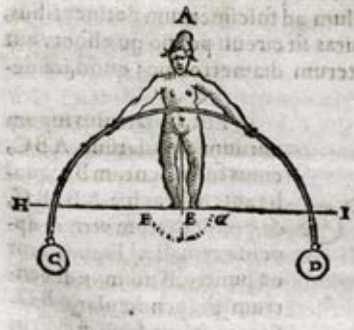


Eſto libra, cuius iugum curuum angulatūue A B C, cuius fulcimentum B, æqualia autem brachia A B, B C, & pondera item vtrinq; appenſa æqualia. Demittatur ex puncto B ad mundi centrum perpendicularis B D. Stante igitur libra A B C in æquilibrio, erit eius grauitatis

 tatis

tatis centrum in ipsa perpendiculari B D, puta in F. Apponatur pondus in C, declinabit autem libra, sit autem iuxta positionem F B G. Centrum igitur grauitatis E per portionem E H, erit in H. Ascendit ergo centrum grauitatis in H, hoc est, sursum, id est, contra eius naturam; amoto igitur pondere ex C, grauitatis centrum extra perpendicularem constitutum rursus descendet, & iterum libra A B C ad æquilibrium reuertetur. Hoc idem egregiè ostendit G. Vbald. in tractatu de libra, propos. 4.

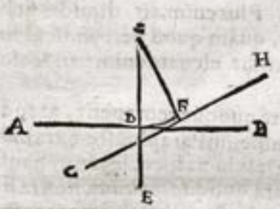
Hinc ratio pendet earum imaguncularum, quas ex contusa papyro ligneaue leui materia compingunt, perque manus earum ambas, ferreum filum trajicientes, vtrinque plumbea appendunt pondera æqualia, ea quidē lege, vt centrum grauitatis infra pedes imagunculæ statuatur. Tunc enim extenso filo imponentes ceu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



Esto imaguncula A B, per cuius manus traijciatur filum ferreum curuum cū æqualibus ponderibus hinc inde appēsis C D. Nitatur autem pedibus filo H I in *B*, sitq; totius machinæ grauitatis cētrum E, sitque perpēdicularis per grauitatis centrū transiens A *B* E. Itaque inclinata imaguncula, & conuersa circa punctum *B*, si declinet

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

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



Esto enim Aries A B funi appensus C D, cuius grauitatis centrum D, perpendicularis verò quæ ad mundi centrum ipsa C D E. Stante igitur in æquilibrio machina, centrum grauitatis erit in ipsa perpendiculari. Applicetur alicubi potentia retropellens, eleuabitur igitur centrum grauitatis per circuli portionem D F, cuius semidiameter est C D, fietque iuxta positionem C F. Aries verò in G F H. Dimissa itaque Machina centrum F vtpote graue, non stabit, sed suapte naturâ reuertetur in D. Quadruplici autem de caussa motus Arietis violentissimus est ex vi naturalis ponderis, quo deorsum fertur, tum velocitate naturalis motus in descendendo auctæ, tum ex vi potentiæ impellentis, & naturalem motum adiuuantis, tum ex velocitate ex motu violento deorsum & antrorsum impellente acquisitâ. Id etiam addimus, eo validiores fore ictus, quò grauior fuerit Machina, & maius spatium, quo retrotrahitur, grauitate ipsa & spatio tum virium vnione operationem mirum in modum adiuuantibus.

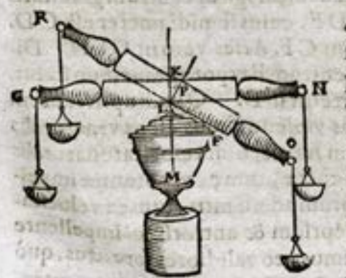
Hæc nos de Libra sursum fulcimentum habente, dicta voluimus, nunc de ea, cuius fulcimentum deorsum est, verba faciemus.

Altera quæstionis pars:

De Libra cuius fulcimentum deorsum est.

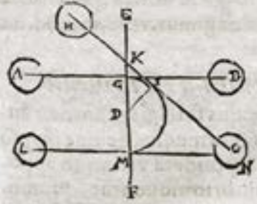
Si deorsum fuerit, inquit Aristoteles, id quod substat, contrarium facit illi quæ sursum habet, nempe ad æquilibrium non reuertitur. Plus enim, ait, dimidio fit libræ, quæ deorsum est pars, quàm quod perpendiculum secet, quapropter non ascendit. eleuata enim pars leuior est.

Hæc ille, qui schemate quoque rem aperit, atq; apud interpretes, & Picolomineum Paraphrastem, ita mēdosè lineato, vt inde obscuritas lucis loco, legentibus offundatur. Nos, quod & suprà quoque fecimus, nostra figurâ, sole ipso clariorem, ex Aristotelis ipsius mente rem totam efficiemus.



Sit libra recta, (hoc est, in æquilibrio constituta) vbi N G. Perpendiculum autem (id est, perpendicularis quæ ad mundi centrū) K L M. Bifariam igitur secatur N G. imposito posthæc onere in ipso N, erit quidem N, vbi O. ipsum autem G vbi R. K L autem vbi L P. quare

quare maius est K O, quam L R, ipsa parte P K L. Amoto igitur onere necesse est manere. Incumbit enim onus excessus medietatis eius, vbi est F. Sensus est igitur, idcirco partem iugi K L O inclinatam, ad æquilibrium non reuerti, propterea quòd maior sit ipsa K L O pars quæ trahit, ipsa R K L, quæ trahitur & eleuatur.



Potest hoc idem longè simpliciori themate demonstrari. Esto enim libra A B, cuius centrum C, fulcimentum vero deorsum D, Perpendicularis per centrum & fulcimentum transiens E F. Apponatur pondus in B, declinabitq; puta ad G H, centrum verò C, ex stabili fulcimento D, circuli portionem describet C I, libra autem secabit E F perpendicularem in K. Æquales autem sunt I G, I H, at ex parte H I desumpta est K I, additaque ipsi I G, maior est ergo tota K G, totâ K H. Non igitur K H habet K G, sed libra, nisi impedita fuerit, cum centro C descendente per I in M, ad ipsam perpendicularem delata, ad inferiorem partem, mutatis vicibus quiescet, facto nempe fulcimento sursum, fietq; horizonti æquedistans iuxta positionem L M N.

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

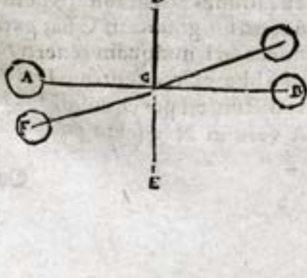
Cur

Cur autem huius libræ, quæ aliàs inutilis est, meminerit Philosophus, ea videtur caussa, quòd inde vectis 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 ipsomet fulcimento consistat. Nos igitur de hac quod operæ pretium fuerit, & ad rem, qua de agimus, vtile, 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 apposita fuerint æqualia, si ab æquilibrio mouentur, quomodocunque posita, stare nec ab eo, quem adepta 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 potiùs 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.



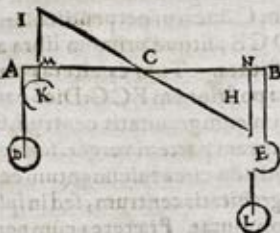
Esto enim libra AB, cuius brachia æqualia, & centrum grauitatis in C, brachijs verò AC, CB æqualibus, æqualia pondera hinc inde apponãtur. Tum fulci-

fulcimento in medio, hoc eſt, vbi grauitatis centrum C applicato per centrum ipſum C ducatur perpendicularis, quæ ad mundi centrum, D C E, ſitque primum libra æquediſtans horizonti, conſtituta. Tum ex altera parte preſſa moueatur & fiat iuxta poſitionem F C G. 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 ceu centrum motus, moueatur grauitatis centrum, ſed in ipſo ſit fulcimento; ſitum ergo non mutat. Præterea cùm perpendicularis D C E per grauitatis centrum ducatur, corpus ipſum ex ponderibus & libra conſtans ab ea in partes ęqueponderantes ſecatur, & ideo ex centri grauitatis diffinitione, quam protulit Pappus, corpus ipſum centro grauitatis appenſum, dum fertur quieſcit, & ſeruat eam, quam à principio habuit poſitioné. Et ſanè ſi partes quomodolibet librâ per grauitatis centrum diuisâ, ſunt æqueponderantes nec trahent inuicem, nec trahentur, ſtabit ergo libra, & quam adepta fuerat poſitionem, eam ſeruabit. Id tamen non negamus, difficile eſſe libras eiuſcemodi ex materia fabricare, quippe quod non omnia quæ vera ſunt, & euidentiſſimis demonſtrationibus patent, commodè ad praxim, ex artis & materiæ imperfectione, reducuntur.

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

Circa hæc poſſet cuipiam oriri Dubium, num chordulæ, quibus lances appenduntur, variationem aliquam circa ea quæ demonſtrata ſunt, inducere valeant.

Dicimus nullam inde fieri: Eſto enim libra A B, cuius centrum & fulcimentum C, ab cuius extremitate A dependeat, funiculus A D, ab alia verò *B*, funiculus *B* E,



quibus appensæ sint æqualis ponderis lances D E. Moueatur libra, fiatque in I C H, funiculi verò in lancibus in I K, H L. secet autem funiculus I K libram A B, in M, L H verò producatur & eandem secet in N. quoniam igitur I C, æqualis est C H, parallelæ autem K I, L N æquales erũt alterni anguli M I C, N H C, sed & anguli ad verticem I C H, B C H æquales sunt, quare triangulum I M C, æquale triangulo H N C, & latera lateribus, quæ æqualibus angulis subtenduntur. Æqualis est igitur linea M C lineæ N C. Itaque si pondera lance sue, K L mente concipiantur appensæ in punctis M N, ex brachiorum & ponderum æqualitate æqueponderabunt. quod fuerat demonstrandum.

QVÆSTIO III.

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

ARistoteles ita quæstionem proponit, vt eam Rhetorico quodam fuco admirabiliorem faciat. Soluit autem hoc pacto, inquiẽs, fieri posse eam esse caussam, quod vectis sit libra, eius nempe generis quod fulcimentum habet deorsum, atque idcirco in ipsa pressione in partes inæquales vectem diuidi.

Figu-

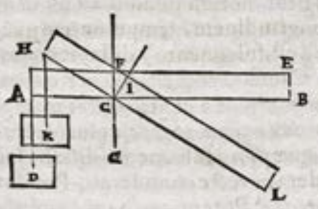


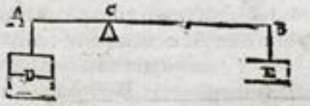
Figura quam exhibet, vix ferè quid ſibi velit explicat. Nos ad eius mẽtem aliam proponemus eamq; longè clariorem.

Eſto vectis A B, cuius fulcimentum deorſum in C, pondus D, potentia ex vecte, pondus ſuſtinens E. Perpendicularis per fulcimentum F C G. 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 æqueponderantes. Modo præualeat potentia ponderi, & vectem deprimat, fiat autem in L C H, erit igitur B, in L, A in H, D in K, & C F, quæ vectem in partes æque ponderantes diuidebat, in C I. Iam igitur non æqueponderant partes, ſiquidem pars vectis F C I, aufertur parti H C I, & adiungitur parti I C L, quæ ideo fit ponderoſior, vnde & potentia ad ponderis eleuationem adiuuatur. Eadem igitur vtitur hic demonſtratione, quam in explicando effectu libræ, cuius fulcimentum deorſum eſt, adhibuerat. Nec alia de cauſſa, vt ſuprà 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 depreſſione adiungitur. Aliunde igitur tantæ rei cauſſa eſt petenda, quod & nos deinceps faciemus. Videtur autem ipſe quoque Ariſtoteles non ſibi prorſus in aſſignata ratione ſatisfeciſſe, & 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, semper autem quã-tum ab hypomochlio (id est, fulcimento) distabit magis, tanto facilius mouebit. Caussa autem est, quæ retro commemorata est, quoniam quæ plus à centro distat maiorẽ describit circulum. quare ab eadem potentia plus superabitur id quod mouetur, quæ plus à fulcimento distat. Hęc ille, qui asserit duo pondera in vecte considerari, Pondus nempe motum, & mouentem Potentiam (hanc enim põderis habere vim atq; 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 faciliùs pondus mouebit.

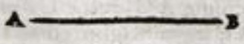
Vera vtique & exploratissima hæc assertio est. Veruntamen, caussam huiusce mirabilis effectus, esse velocitatem, quæ brachij longitudinem consequitur, non affirmamus. quæ enim velocitas in re stante? Stant autem vectis, & libra dum manent in æquilibrio, & nihilo secius parua potentia ingens sustinet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

Dicet ad hæc quispiam, velocitatem in longiori brachio si non actu, saltem potentiâ esse maiorem. At quæso 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 caussa est cur vis loco vbi velocitas maior fit, apposita magis moueat. Sanè ex velocitate, dum mouentur, põdus acquirere corpora, tum proiecta, tum cadentia certum est, quod etiam in quæstione 19. cum Philosopho cõsideſiderabimus. Sed hoc ex velocitate & motu fit, quæ ſunt actu. At brachia in ipſo æquilibrio ſuſtinent actu quidem, ſed non mouentur. Cæterùm videtur Ariſtoteles id ſubodoraſſe, quod poſtea Archimedes, Mechanicorum princeps, in propoſ. 6. primi Æqueponderantium explicitè protulit & probauit: nempe in æquilibrio ita eſſe pondus ad pondus, vt brachium ad brachium, ratione permutata.



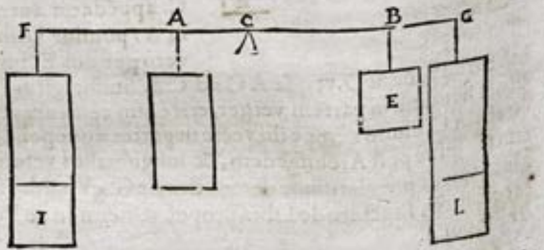
Eſto enim vectis A B, quomodolibet fulcimento diuiſus in C. appēdatur autem in A, pondus D, in B verò pondus E, ita ſe habens ad pondus D, vt ipſa A C ad C B. Stabit igitur vectis, & neutram in partem verget, erit enim centrum grauitatis in C, diuiſo nempe ibi vecte in partes æqueponderantes. Hoc poſt Archimedem, & inſignes illos veteres Mechanicos præclariſſimè demonſtrauit G. Vbaldus in Mechanicis, Tractatu de Libra propoſ. 6. necnon de Vecte propoſ. 4.

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



Æqualitatem ſtatus eſſe cauſſam, nemo, vt puto, inficiabitur. res eſt enim per ſe clara. Eſto ſiquidem linea quæpiam A B, applicetur extremitati A potentia quædam quæ lineam ad se trahat ad partes nempe A, Tum in B quædam alia potentia ipsi quæ in A potentię, 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.

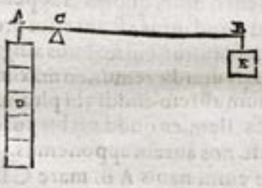
His ita constitutis, Dico vecte quomodolibet diuiso, ponderibusque vtrinque appositis, permutatâ proportione sibi inuicem respondentibus, rem esse redactam ad æqualitatem, & inde statum fieri, hoc est, æquilibrium.



Esto enim vectis 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 vectem ex æqualitate, in neutram partem inclinaturũ, sed permansurum in æquilibrio. quoniam enim Pódus D idem potest quod brachium CB, addatur in directum ipsi AC, recta AF æqualis ipsi CB, item quoniam Pondus E id potest quod brachium AC, rectæ CB addatur in directum BG, ipsi AC æqualis. Igitur cum partes CA, AF totius FC, æquales sint partibus CB, BG, totius CG, erit totum FC, toti CG æquale. Diuisus itaque

que erit vectis F G in partes æquales F C, C G in puncto fulcimenti C. Et quoniam æquale in æquale non agit, stabit vectis & in neutram partem inclinabit. Rursum quoniam ad partem F C, duæ sunt brachiorum potentiæ F A, H C, appendantur puncto F, duo pondera H, I, ipsis D E æqualia, item puncto G, alia duo pondera ijsdem D E æqualia K L, iterum æqueponderabit, quippe quod æqualibus brachijs F C C G æqualia appensa sint pondera H I K L. 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.



Esto enim vectis A B, ita diuisus in C, vt pars maior C B minori A C sit in proportione quintupla. Appendatur autem in A pondus D, quintuplũ ponderi E appenso in B. Si igitur brachio A C, quod est vnum, addatur pondus D, quod est quinque, fient sex, item si brachio C B, 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 propos. 5. His respondemus, brachia quidem operari non pondere, sed potentiâ, quæ vis quædam est, non autem pondus. Etsi & illud verum sit, dato vecte ponderoso, fulcimentum tum ponderum appensorum, tum vectis ipsius pondus sustinere.

Iacta huiuscemodi, quam diximus, æqualitate, sequitur

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

Qvæstio IV.

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

AIt, ideo fortasse fieri, quòd remus vectis sit, fulcimentum verò scalmus, stat enim. Pondus autem mare 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. Cæterùm in medio nauis plurimum remi intus esse. Ibi enim nauem esse latissimam. Moueri autem nauim, quoniam appellẽte mari remo, extremũ illius quod intus est anterius promouetur, cuius motum nauis sequitur, cui scalmus alligatur. Vbi autem plurimum maris diuidit remus, eo maximè necesse esse propelli. Plurimum autem diuidi vbi plurima pars remi à scalmo est. Rem facilem, eo quod verbis potuerit, schemate non declarauit, nos autem apponemus.

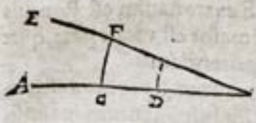
Esto enim nauis A B, mare C D, remorum alter, qui ad proram E F, cuius scalmus G, alter verò in medio nauis, H I, circa scalmum K. Ait igitur, remos esse vectes, scalmos verò fulcimenta, pondus quod remo, ceu vecte, mouetur mare ipsum. Itaque quoniam nauis lata est in medio vbi Scalmus K maior pars K H intra nauim est, minor verò K I, extra. Contra autem remi ad proram, nempe E F pars minor E G intra

intra nauim, pars verò maior G F extra nauim est. Pondus autem eò faciliùs mouetur, quo maior est vectis pars, quæ à fulcimento est ad mouentem potentiam.

Acutè sanè Philosophus. Ego autem si per modestiam liceret, dicerem, non quidem esse fulcimentum scalmũ, sed mare ipsum, pondus vero nauim, ad locum scalmi, nẽpe inter mouentem potentiam, & fulcimentum positum, etenim & eo pacto possumus vti vecte, quod obseruat & demonstrat G. Vbaldus tractatu de vecte propos. 2. Erunt igitur in descripta figura puncta F I, quæ in mari sunt, fulcimenta, quibus remorum extrema in ipsa impulsione nituntur, pondera verò seu pondus pluribus vectibus & potentijs impulsum nauis ipsa, quæ scalmis est annexa. Resistente igitur mari, cedente autem impulsionibus scalmo, nauis eo transfertur, quo scalmi ab ipsa potentia mouente in anteriorem partem pelluntur. quoniam autem vt F G ad F E ita potentia mouens in E ad pondus motum in G. item vt I K ad I H ita potentia mouens in H ad pondus motum in K, maior autem est proportio F G ad F E quàm proportio I K ad I H. 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 prorsus falsum, etenim tardius mouent & minori spatio, quod nos ita demonstramus.



Eſto enim Remus AB qui mari fulcitur in B, Scalmus remi qui ad prorã puppimue C, qui in media naui D, maior autem remi pars eſt à ſcalmo D ad A quam ipſius C ad A, Pellantur remi & ſtante ceu centro B A, in E. eodem igitur tempore C erit in F, & D in G, ſed maius eſt ſpatium C F ſpatio D G. Ergo vnica impulſione, plus mouit ſcalmum, hoc eſt, nauim, potentia ad puppim proramue remigans, quàm ea quæ operatur in media naui vt ſentire videbatur (ſi modo is eſt eius ſenſus) Ariſtoteles. Neceſſarium igitur eſt, quod ait, maximè intelligendum, faciliùs, Veritatem hanc cognoſcentes Triremium præfecti robuſtiores quidem remiges ad proram & puppim, inualidiores verò circa mediam triremem collocant.

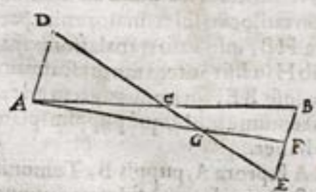
QVÆSTIO V.

Dubitatur, Cur paruum exiſtens gubernaculum, & in extremo nauigio tantas habeat vires, vt ab exiguo temone, & ab hominis vnius viribus alioqui modicè vtentis magnæ nauigiorum moueantur moles?

AN, inquit, quoniam gubernaculum vectis eſt, onus autem mare, Gubernator vero mouens eſt? Non autem ſecundùm latitudinem veluti remus, mare accipit gubernaculum; non enim in ante nauigium mouet, ſed ipſum commotum mare accipiens inclinat oblique. quoniam enim pondus eſt mare contrario innixum modo nauem inclinat. fulcimentum enim in contrarium verſatur, mare verò interius, & illud exterius. illud autem ſequitur nauis quæ illi eſt alligata, & remus quidem ſecundum latitudinem onus propellens & ab eodem repulſus in re-

ctum

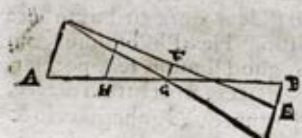
ctum propellit, Gubernaculum verò, vt obliquum iacet hinc inde in obliquum motionem facit. in extremo autē, non in medio iacet, quoniam mouenti facillimum est motum mouere: prima enim pars celerrimè fertur, & quoniam, quemadmodum in ijs quæ feruntur in fine deficit latio, sic ipsius continui in finem, 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 vltimo, quia æqualis angulus semper maiorem adspectat, tātoque magis, quanto maiores fuerint illæ, quæ continent. Ex ijs etiam manifestum est, quam ob caussam 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 nauis non antrorsum, sed obliquè & ad latus mouetur. quamobrem omnia ferè quæ de Temone dicenda fuerant, de remo loquens proponit. Ait autem:



Sit remus A B, scalmus vero C, remi in nauigio principiū A, palmula autem quæ in mari B. Si igitur A, vbi D translatum est, non erit B vbi E. æqualis enim B E ipsi A D, æquale igitur translatum erit, sed erat minus. erit igitur vbi F, minor enim B F, ipsa A D, quare ipso G F ipsa D G. Hæc

 demon-

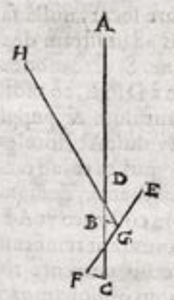
demonſtratio licet vera videatur, rei tamen, de qua eſt ſermo, minimè aptatur. Si enim aptaretur in ipſius remi motu, cum palmula eſſet in F, ſcalmus fieret in G, excurreret ergo vel ſcalmus per remum, vel remus per ſcalmũ, facta nempe eiuſmodi translatione de C in G, & ſic intra nauim modo eſſet pars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



Sit remus A B, cuius manubrium A, palmula B, ſcalmus C. Pellatur antrorſus 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 puta H B, quo caſu translationis ſpatium fit maius, nempe ab H in I. fit autem motus ſcalmi ex centris qui ſunt in ſpatio ipſo B E, quatenus autem ad temonem pertinet, quem remum ait, obliquè puppim ipſam propellentem, ita ſe res habet.

Eſto nauis carina A B, prora A, puppis B, Temonis ala B C, gubernaculum B D, cardo verò fulcimentumue B; facta itaque impulſione obliquâ gubernaculi à D in E, minor fiet motus in mari à C in F, eritque temo vbi E G F,

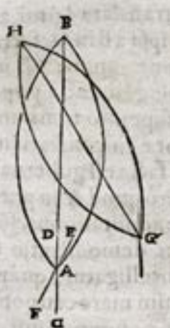
cardo



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 proræ in contrariam partem ab ea quæ facta est gubernaculi motione. Porrò quod & in præcedente quæstione adnotauimus, lōgè meliùs procedet demonstratio si fulcimentū mare intelligatur, quàm scalmus, neque enim mare ceu pondus, sed scalmus ipse Temonis uecardo, ponderum instar transferuntur.

Cæterùm 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, experientiâ docemur. Obliqui igitur motus qui validè in puppi fit, caussa 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 A B, prora B, puppis A, Temo A C, gubernaculum A D; Itaque currente naui, Temone interim & gubernaculo in eadem carinæ linea existentibus,

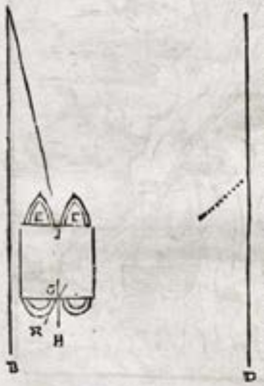


Temo quidem mare ſecat, nullâ factâ in puppi, nauis ad ſiniſtram dextramue translatione. Si verò mouetur gubernaculum à D in E, eo moto mouebitur aliquantulum & puppis ad partes E, quod voluit Ariſtoteles. Sed minimi, vt diximus, ea res ad tantum effectum eſt momenti. Temone autem in obliquum cõſtituto vt A F, naui 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 eám nempe, ad quam ipſum gubernaculum vergit. facta igitur nauis ceu circa centrum centraue quæ in carina inter puppim proramue conſiderantur A, fertur in G, prora verò in H. ex quibus manifeſtè apparet, duo ad nauis ex temone in puppi conuerſione motionem eſſe neceſſaria; Temonis nempe obliquationem, & nauis curſum, quorũ 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 faciſſimum ſit ab extremo motum mouere.

Ex hac noſtrâ ſpeculatione ratio habetur eius ma-

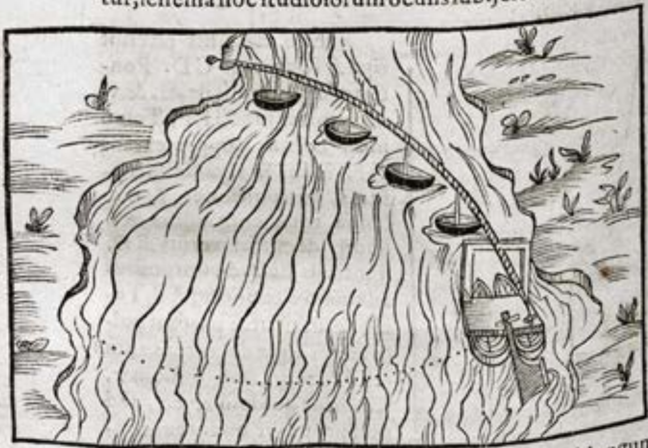
china-

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 residentiæ 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, vlterior C D. Pontones duo tabulis strati, & vnâ firmiter juncti 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 neutrã partem pulso, cum aqua decurrens eum resistentem non inueniat, scinditur quidem ab eo, sed non propellit, eo autem conuerso & in G K constituto, ala 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 deuenerit ad vlteriorem 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 caussam non esse

esse solam eam, quæ ab ala temonis fit, aquæ percussioné, vt senserat Aristoteles, sed currentis aquæ temonis alam ferientis impulsionem: nihil autem referre, vtrum 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 nauiculæue 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

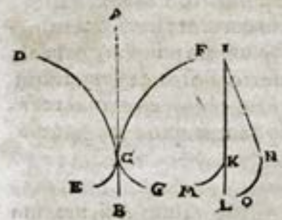
enim horum omnium principium & eadem ratio.

Diximus enim, Temonem currente naui, lateraliter conuersum obuios fluctus excipientem puppim ipsam obliquè in alteram partem transferre. Porrò ea vela, de quibus loquimur, ventorum flatibus obliquè opposita eandem ob caussam circulariter agitantur, quod vt figurâ euidentius fiat,

Esto velum AB, brachio CE obliquè affixum ita vt 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 Temone 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 præstent, vt videbimus.

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

G potest,



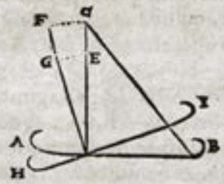
poteſt, quod in libris de animalium inceſſu docet ipſemet Philoſophus. Sit igitur, piſcem conuerti velle, & ſiquidem capite in D, deflectet illico caudam in E, eaq; aquam ceu ſtabile quippiam feriēs eiq́ue quodammodo fultus, reliquum corpus C A reflectet in D, ſi autem conuerti velit in F, caudam deflectet in G, & eadem ratione flectitur in F. Sed & Temonis quoque vſum præſtat natatilibus & volatilibus cauda. Sit enim rectus piſcis, hoc eſt, recta pergens I K L, caudam obliquet in K M itaque ex aquæ in ipſo motu colliſione, eius poſteriora pellentur vbi I N O. Hæc itaque nos de Temone, quatenus ad hanc quæſtionem pertinet, conſideraſſe ſit ſatis.

QVÆSTIO VI.

Dubitatur, Cur quanto Antenna ſublimior fuerit, iiſdem velis, & vento eodem celeriùs ferantur nauigia?

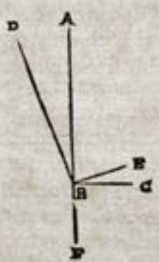
SOluit Philoſophus, inquiens: *An quia malus quidem ſit vectis, fulcimentum verò mali ſedes, in qua collocatur, pondus autem quod moueri debet, ipſum nauigium: mouens verò is, qui vela tendit ſpiritus?* Si igitur quanto remotior fuerit fulcimentum facilius eadem potentia, & citiùs idem mouet pondus, altiùs certè ſublatâ antennâ, velum à mali ſede, quę fulcimentum eſt remotius faciens, id efficiet. Hæc ille. quæ ſic figurâ explicamus.

Eſto



Esto nauis A B, malus C D, mali sedes D, locus antennæ sublimior C, depressior E: itaque quoniam C D vectis est, quo mouens remotior fuerit à fulcimento D, eo citiùs & violentiùs pellet, velocius ergo nauis mouebitur antenna in C, quàm in E, constituta.

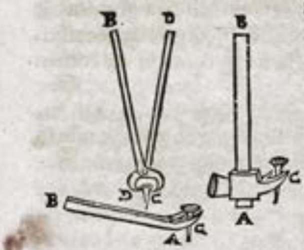
Plausibilia sunt hæc, at certè per veritatem ipsam, non vera. Rogo, Si fulcimentum dum vectis mouetur, cẽtrum est, centrum vtique motus erit D. spirante igitur validè vento inclinabitur malus, fietq; vbi F G D, quæ quidem inclinatio violentius fiet, vento pellente in F quàm in G, vtpote puncto à fulcimento remotiore. Impulso malo, duo necessariò cõsequuntur, vel enim ad ipsam sedem D. frangetur vel puppis ipsa circa D punctum conuersa, vt mali sequatur motum eleuabitur. Prora verò submergetur facta naui in H D I. Quod si quispiam funem ad mali summitatem annexam ad ipsam puppim alligauerit in B, impedietur sanè mali inclinatio ad partes F, & ideo nulla vis prorsus fiet in D ex vectis ratione. Attamen nihilo secius, quo sublimior fuerit antenna, eo faciliùs à spirante vento puppis eleuabitur. quatenus igitur malus vectis est, hoc tantum quod dicimus operatur. Quod si contrà obiectum fuerit, experientiam docere, quo sublimior antenna fuerit, eo citiùs nauigium, spiritu flante moueri. Responsio facilis, nempe, mirum non esse, si mali pars sublimior validius à vento feriatur. Videmus enim, & turres quo sublimiores fuerint, eo magis à ventorum impetuosis flatibus infestari, quod sanè ad vectis longitudinem referre, esset ridiculum. Cæterùm quod ad puppis faciliorem eleuationem ex mali ipsius altitudine pertinet, ad vectis contemplationem reducimus. est enim quædam vectium species ab alijs non considerata, cuius brachia in angulum desinunt, vt ipse angulus in operatione sit fulcimentum.



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

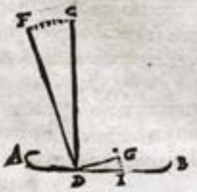
Ad huius vectis naturam referuntur fabrorum mallei, quibus clauos reuellunt, forcipes item quæ tenaci morsu clauorum capita vmbellasue apprendentes, violenter è tabulis extrahunt. In malleo itaque subtili, vt in figura videre est, A B vectis est pars quæ à fulcimento ad potentiam; ac verò quæ à fulcimento ad pondus, ponderi

siqui-



ſiquidem æquiparatur reſiſtentia quę fit in C. Idem obſeruamus in forcipe, in quo duo quidem brachia A D, C B, quatenus ad apprenſionem pertinet, fulcimentum habent in ipſo cẽtro ſeu vertebra, & ideo quo longiores fuerint, eo tenaciùs apprehendunt & retinent. quatenus autem ad extractionem facit, pro vnico forceps totus habetur vecte, cuius quidẽ pars à potentia ad fulcimentum A B. quæ verò à fulcimẽto ad hoc eſt clauum ipſum qui reuellitur A C. Violentiſſimè autem extrahunt forcipes, propterea quod maxima ſit proportio longitudinis brachij B A, 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 partẽ 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 A B; cuius malus C D: prora A: puppis B; vẽto igitur velum impellente, malũ ad partem contrariam vergit, puta in F D. At quoniã carcheſium funi ad puppim vnitur in B, nauim, hoc eſt, ipſam puppim trahat neceſſe

cesse est. non potest autem; quoniam suburræ grauitas & onera, quæ naui 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 prævalebit potentia pellens in C ad eleuationem partis nauigij, quæ à mali sede ad puppim intercedit. An igitur malus sit vectis, pes verò fulcimentum, pondus autem quod vecte mouetur, ipsũ nauigium, vt placuit Aristoteli, & qua item ratione malus in nauim vt vectis operetur, ex ijs quę dicta sunt, facilè patet.

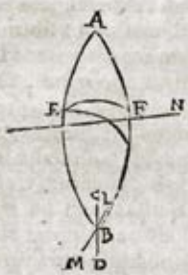
QVÆSTIO VII.

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

MIrabilis huius effectionis caussam 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.

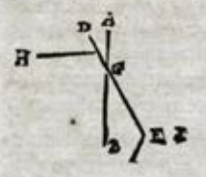
Cuius sensum breuitate subobscurum, mirâ facilitate explicat Picolomineus. Nos autem vt rem lucidiorem faciamus, schema, quod nec ipse fecit, nec Philosophus, proponemus.

Esto nauis A *B*, cuius prora A, puppis verò D, gubernaculum C *B*, temonis ala *B* D, veli sinus E F, velum verò ita cõnstitutum, vt directè ex puppi flantem ventum excipiat.



piat. Hoc vbi 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 volunt, velum quidem obliquant partem eius infimam, pedem nempe, quæ eſt in F contrahentes, Cornu verò antennæ vbi E, proram verſus laxantes ventumq; ipſum obliquè excipientes id efficiũt, vt ventus minus violenter feriat, & minori ſui parte velũ impleat, & quoniam ventus velum pellit in partem contrariam, nempe in H, ipſi vt vento reſiſtant conuerſo gubernaculo ex C in L, & temone *B* D, in *B* M compellunt proram ad partem à qua ventus ipſe ſpirat. Sit igitur inter ventum & temonem pugna, illo proram in dextram, hoc verò eandem in ſiniſtram pellente, itaq; cum neuter præualeat, neceſſario nauis mediam viam, quæ inter vtramq; eſt, ſuo curſu tenet. Nautæ autem ideo in partem nauis A E *B*, quæ verſus ventum eſt, ſe conferunt, vt vento æquilibrium faciant, ne ſcilicet naui in cõtrariam partem pellente ſpiritu, eam demergat. Cæterùm quod nec Ariſtoteles nec Picolomineus animaduerterunt, velum obliquè conſtitutum à vento in anteriora impellitur eandem ob cauſſam, quam retulimus, vbi de temone & velis, quibus farinariæ molæ cõuertuntur, verba faceremus. Quod autem addit Picolomineus rem ad vectem reduci poſſe, non eſt cur ſub ſilentio prætereamus. Ventus, inquit, ponderis gubernaculum mouentis vicem obtinet; centrum verò (fulcimentum intelligit) in medio nauis eſt, quod tamen

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



Eſto carina A B, cuius prora A, puppis B, temo B C, ventus verò obliquè feriens H. Conuerſus itaque temo vt in B C vndarum vi currente naui repulſus ſit in E F tendens verſus I, quo caſu prora conuertitur in D, nempe contra ventũ qui ſpirat ex H. fit autem conuerſio circa punctum G, quod fulcimenti locum obtinet. Vẽtus verò ad contrariam partẽ proram impellit, repugnans Temonis violentiæ contra ipſam proram dirigentis. Eſt igitur A B, ſeu D E carina, inſtar vectis, cuius fulcimentum G, vis mouens mare quo temo E F repellitur, pondus verò, 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 enimuero, quoniam fulcimentum ſui naturâ ſtare debet, hic verò nullã habeat ſtabilitatem, difficultatem patitur.

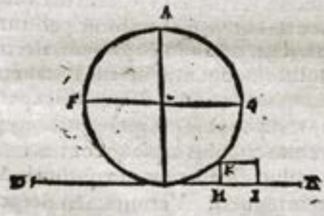
QVÆSTIO VIII.

Quæritur, Cur ex figuris omnibus rotundæ faciliùs moueantur?

TRifariam, inquit Ariſtoteles, circulum rotari contingit; Aut ſecundum abſidem cẽtro ſimul moto, quemadmodum plauſtri vertitur rota; aut circa manens centrum, veluti trochleæ puteorum, ſtante centro: Aut in pauimento manente centro, ſicuti figuli rota conuertitur. Cauſſam

Cauſſam verò explicans, ait, celerrima eiuſmodi corpora eſſe, eo quod paruâ ſui parte planum contingunt, vti circulus ſecundum punctum, item quoniam non offenſant: Non offenſandi vero eſſe cauſſam, quod ſemotum à terra habeant angulum. Item propterea quod corpus, cui fiunt obuiam, ſecundum puſillum tangunt. Rectilineo autem aliter euenire, quippe quod rectitudine ſuâ, multum plani contingat. Ad hæc, quo nutat pondus eo mouentem mouere.

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

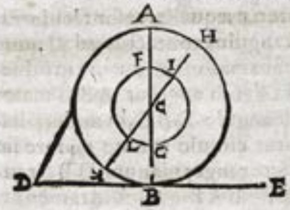


Eſto rota ſphæraue A B, cuius centrum C; Horizontis planum DE; contactus circuli in plano B. perpẽdicularis horizonti à puncto cõtactus B ipſa B C A, tranſiens per centrũ C, partes rotæ circa perpendicularem A F B, A G B, angulus contactus G B E. Primo itaque id conſtat, circulum in puncto planum, ſeu lineam contingere. At quoniam, vt Mechanici, de circulis rotiſque ſeu ſphæris 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 contingentię. eleua-

H tur

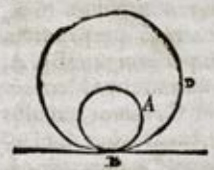
tur enim ex *B* in G. Si autem corpus quodpiam in plano
fuerit, puta HI in puncto illud tanget ci culus ei occur-
rens, exempli gratiâ in K. Hæc igitur accidunt circulari
figuræ. In lateratis autem ſecus fit, quippe quæ nec in pũ-
cto ſeu ſecundum paruam ſui partem, planum tangunt,
nec ſemotum vt circulus à plano habent angulum, nec
i npingentes offendiculum in puncto tangunt. Cæterùm
potiſſimam facilitatis motus in rotatione quæ fit ſecun-
dum abſidem, eſſe cauſſam dixit, nempe quò nutat pon-
dus eò à mouente impelli ac moueri. Primò igitu circu-
laris ſphæricaue figura in æquilibrio ſtat; æquales enim
ſunt partes quæ circa perpendicularem: ceu ſunt A F *B*,
A G *B*. ſi enim impulſus fiat ex parte F, pars oppoſita nuta-
bit, & propendet in pa tem G, & ſuo nutu motuq; ſecum
trahet partem A F *B*, fietque progreſſus. Si enim ducatur
F C G diameter, ipſi horizonti æqu diſt ns, erit veluti li-
bra, cuius pondera vtrinque A F *B*, A G *B*, brachia verò
æqualia C F, C G. Potentia autem quâ trahitur pellitur-
ue ad inſtar ponderis ſe habet, quo addito partium alteri,
factoque receſſu ab æquilibrio, ſequetur motus. Putauêre
quidam, vt refert Philoſophus, circularẽ lineam, ita per-
peti motu verſatum iri, vt 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 perpe-
tuum eſſe non poſſe horum corporum motum, ea eſt cauſ-
ſa, quod violentum accidat naturæ, & ideo non durabile.
Ad hæc, addit Philoſophus, Maiores circulos ad minores
nutum habere quẽdam; & nutum maioris ad minoris nu-
tum, ſe habere vt angulos ad angulos, & diametrũ ad dia-
metrum. Angulos autem hîc ſectores ipſos vocat; oportet
enim circulos tum maiores tum minores circa idem cen-
trum eſſe conſtitutos. Hæc autem non abſimili ab eo
quod ſuprà poſuimus ſchemate explicantur.

Eſto



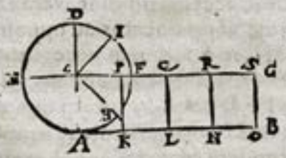
Eſto enim circulus A B circa centrum C, Horizontis planum D E, tangens circulum in B, linea verò perpendicularis per centrum B C A. Sit autem circa idem cētrum C, minor circulus F G, ducaturque C H ſecus minorem circulum in I, tangens verò maiorem in H, conſtituenſque cum A C linea angulum A C H, duos angulos, ex Ariſtotelis mente comprehendentem, hoc eſt, duos ſectores A C H, F C I. quoniam igitur ſector ſeu angulus A C H, ſuo ſpatio ſuperat angulum ſeu ſectorem F C I, facilè ex nutu quem maior ſupra minorem habet, maior ipſe minorem mouet. Videtur autem tacitè Philoſophus hæc ad vectis naturam referre, cuius altera extremitatum in centro ſit, altera verò in abſide, & ita ſe habere nutum maioris ſupra minorem, vt vectis ad vectem, hoc eſt, ſemidiameter ad ſemidiametrum, ſeu ſector ad ſectorem, quos quidem ſectores, vt vidimus, angulos appellat. Hæc autem quæ de nutu refert, licet ſubtilia ſint, vera eſſe non videntur. Si enim in figura producatur ad oppoſitam partem ſemidiameter H C in K ſecans minorem circulum in L, duos alios ſectores anguloſue habebimus, nēpe K C B, L C G, ipſis A C H F C I æquales. Itaq; quantum adiuuat motum anguli A C H maioris nutus, in deſcendendo ad partes B, tantundem retardat anguli item maioris K C B, contra nutus (vt ita appellem) in aſcendēdo 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 faciliores, 130

liores; tum quia data materiæ æqualitate sunt leuiores, tum etiam quod maior est angulus contactus ad planum circumferentię minoris quàm maioris circuli, vt in subiecta figura angulus ABC maior est angulo DBC, in materiali igitur circulo rotaue maiore sui parte tanget planum DB circulus, ipso AB. quicquid tamen sit, mobiliores sunt maiores circuli non quidem ex natura circuli, quæ tam in maioribus quàm in ipsis minoribus est par, sed alijs de caussis, quas suo loco examinabimus.



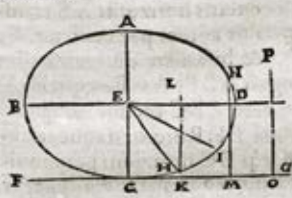
Cæterùm vt aliquid de motu qui secundum absidem fit, ex nostro penu promamus, Dicimus, Circulos, rotasue, quæ hoc pacto mouentur, vel per horizontis planum moueri, vel per accliue, aut decliue. Si autem per horizontis planum, ideo facilem esse motum, quòd nunquam, cæteris paribus, centrum grauitatis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

Esto enim planum horizontis AB, cui circulus insistat AD, circa centrum C, diuisus per centrū ipsum à perpendiculari ACD; Ducatur autem per centrum C recta linea horizonti æquidistans, ECFG: dum diuidatur circulus vtcunque 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

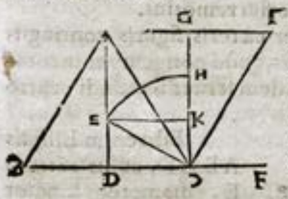


L,I in N. D verò in O. Ducanturque KP, LQ, NR, OS ipsi A C parallelæ horizonti autem perpendiculares. Centrum ergo circuli, quod idem & grauitatis est centrũ, feretur per rectam CPQRS, sunt enim KP, LQ, NR, OS ipsi A C semidiametro æquales, nũquam igitur centrum ipsum C in circuli rotatione ab horizontis 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 grauitatis eandem seruet à mundi centro distantiam.



Esto enim Ellipsis ABCD, cuius cẽtrum E, diameter longior BED, breuior AEC, Horizontis planum FCG. locus contactus C perpendicularis à contactu per centrum ipsa CEA diuidens Ellipsim in partes æquales, & æqueponderantes ABC, ADC. Sumantur in quadrante CD, pũcta HI, tum EH, HI iungantur, erit autem EH longior ipsa EC, tum EI, ipsa EH & ED, ipsa EI. Rotetur ellipsis secundum absidem, 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. Motâ 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, ibi attollitur grauitatis centrum, ascendens nèmpe vbi P. Videmus igitur ex his eandem potentiam 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.



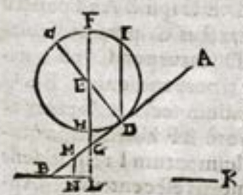
Esto enim triangulum æquilaterum ABC, cuius grauitatis centrum E horizontis planum BD. Demittatur à vertice A perpendicularis horizonti AF transibit autem per centrum E, & bifariam diuidet basim BC in F. Sunt autem trianguli ABF, ACF, æquales & æqueponderantes. angulus verò AFC rectus. Iungatur EC, erit 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 eadem demonstratione ostenderetur fieri in quadrato & alijs lateratis figuris. Cur igitur in plano horizontis facillimè circularia, difficile autẽ 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 impetu dimissa, delabantur.

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

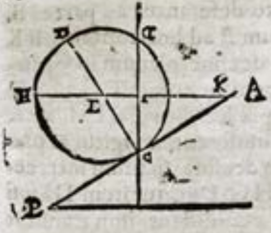
cur

tur dimiſſa hæc magno impetu deferantur ad partes B. Ducatur per grauitatis centrum E ad horizontem BK perpendicularis FEL ſecans decliue planum in G, circumferentiam verò in H. opponitur autem EG angulo recto EDG, maior ergo EG ipſa ED, hoc eſt, EH, inter



circumferentiam igitur & planum decliue, ſpatium intercedit HG. Ducatur item DI ipſi FG æquidiſtans. non tranſibit igitur per centrum E. minor erit igitur diametro CD, quare circulum in partes inæquales ſecabit, & non per grauitatis centrum, quod idem cum magnitudinis ſeu figuræ centro ſupponitur. Dimiſſa igitur rota, contingit quidem planum decliue in puncto D. At centrum grauitatis premit ſecundam per lineam perpendicularem FG, non ſuſtentatur autem in H, quippe quod inter planum & circumferentiā intercedat ſpatium HG, nec H locum habeat cui innitatur, corpus autem ita per lineam DI eſt diuiſum, vt longè maior ſit pars IFCHD ipſa DI, & centrum in ea parte cadat quæ non fulcitur. itaque ſuopte nutu, cum extra fulcimentum ſit D & perpendicularem DI ad inferiores partes rapidè rotans delabitur. Ducatur autem perpendicularis GL, parallela MN, & quoniam BN breuior eſt BL, erit MN ipſa GL breuior. Eſt igitur punctum M mundi centro propius quàm D & G, quare eò non impedita rota ipſa ſuo nutu feretur, nec ſtabit donec infimum locū vbi quieſcat nanciſcatur. Poſſumus etiam Rota ſphæraue in plano decliui collocata, datam potentiam inuenire, quæ extremitati diametri ad eam partem qua vergit applicata ipſam rotam ſphæramue impediat ne delabatur.

Eſto



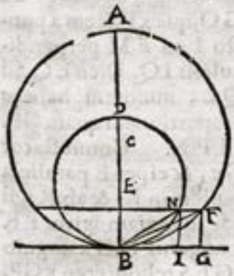
Esto planum inclinatum AB, cui Rota sphæraue insistat tangatq; illud in C. Rota verò ipsa sphæraue DC, cuius centrum E, diameter verò DEC ipsi BA ad punctũ contactus C, perpendicularis. Ducatur per C ipsi horizonti perpendicularis FCG circulum secãs in G tum per E ipsi CG perpendicularis, ipsi verò BF horizonti æquidistans HEI ceu vectis, cuius fulcimentum I respondens ipsi C, pondus verò in E, vbi grauitatis est centrum. Applicata igitur potentia in H erit pondus inter fulcimentum & potentiam, quare vt IE ad IH ita potentia sustinens in H ad pondus in E, quod demonstrandum fuerat.

Quippiam simile ostendit Pappus l. 8. prop. 9. alijs tamen suppositis & consideratis. Dico præterea, ijsdem stantibus angulum ECI æqualem esse angulo inclinationis CBF. Producatur HI concurrens cum ipsa AB in K, concurret autem propterea, quod CIK rectus sit, ICA minor recto, & quoniam HK parallela est horizonti BF alterni anguli IKC, CBF, æquales erunt. Similes autem sunt ECI, ECK, trianguli, estque ECI angulus æqualis angulo EKC, hoc est, ipsi CBF. vnde sequitur, quo minor fuerit inclinationis angulus, eo facilius rotam sphæramue in plano inclinato sustineri. quo enim minor fuerit angulus ECI, eo minus latus EI & minor proportio EI ad IH, & ideo minor potentia sustinens requiratur in H. Cæterùm accliue & decliue planum nihil differunt nisi respectu.

His ita consideratis, admonet nos locus, vt pulcherrimam dubitationem diluamus. Quæritur, Cur maiores

rotæ

rotę impingentes, facilius offendicula ſuperent quàm minores. Neque enim ſatisfacere videtur quod ait Ariſtoteles, ex contactu in puncto eo anguli à plano eleuatione id fieri, alijs ergo principijs dubitatio ſoluitur.



Eſto rota quidem maior A B, circa centrum C minor vero D B circa centrum E, tãgentes horizontis planum in B. Diameter maioris A B, minoris D B, offendiculum horizonti perpendiculare F G. Ducatur per F horizonti parallela F K ſecans minoris rotæ peripheriam in H, diametrum verò A B in K, & à puncto H ad planũ horizontis perpendicularis demittatur H I: erit autem H I æqualis ipſi offendiculo F G, & iunganturB H, B F. Itaq; quoniam B H ab extremo B cadit in triangulum K F B, erit K H B angulus maior angulo K F B. Parallelæ autem ſunt K F, B G, pares ergo anguli K H B, H B G, pares item K F B, F B G, Maior ergo H B I, ipſo F B C. At minoris rotæ grauitatis centrum mouetur ſecundum lineam B H, maius verò ſecundum literam B F, difficilius ergo mouebitur, & ſuperabit offendiculum minor rota, quàm maior: quod fuerat demonſtrandum.

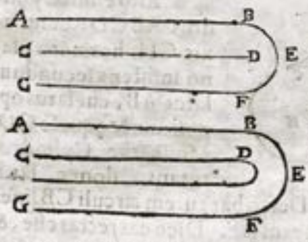
Poſſumus idem oſtendere magis mechanicè, hoc eſt, rem ad vectem reducendo. Eſto horizontis planum A B, rota maior C D planum tangens in D. rotæ verò maioris centrum E. Rota verò minor F D, tangens itidem planum in D. rotæ autem centrum G, offendiculi verò rectitudo D H. Ducatur per H ipſi A B horizonti æquidiſtans H I ſecans minorem circulum in K, maiorem verò

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. Connectatur GK, & ei per 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 inuicem sunt æquales. Sed & ESR, GPK recti sunt, quare ERS GKP anguli æquales sunt, & trianguli GPK ESR, per pr. diff. l. 6. similes. Vt ergo GK hoc est GN ad GP, ita ER hoc est EL ad ES. Componendo igitur vt NP ad PG, ita LS ad SE. quamobrem si fulcimentum esset in S, pondus in E, potẽtia in L, idem fieret ac fiat fulcimento in P, pondere in G, potentia verò in N constituta. & id quidem si eiusdem ponderis vtraque rota supponatur. Rursus quoniam vt DK 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 ipso puncto S, minor est igitur proportio EG ad LQ quàm ES ad SL. Minor ergo potentia requiritur in L ad sustinendum pondus E ex fulcimento Q hoc est I, quàm requiratur in N ad sustinendum pondus G ex fulcimento P, hoc est K. Minor ergo potentia requiritur

ad

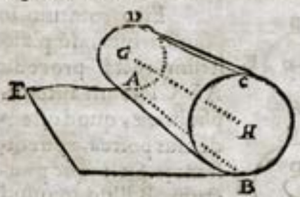
ad transferendam maiorem rotam C D vltra offendiculum IV, hoc est, D H, quàm requiratur ad transferendam minorem vltra offendiculum K T, hoc est H D, quod fuerat ostendendum.

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, dũ plaustrum rectâ procedit AB, CD, Sunt autem ipsæ lineæ, quod ostendemus postea, æquedistantes. 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 fit conuersio, punctum D conuersionis fit 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 semicirculũ pertransit DEF, vbi autem rota B, peruenerit 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 fit 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 circulorum portiones fieri. *Hinc* etiam discimus, cur veteres, vt ex antiquis cognoscignoſcimus 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.

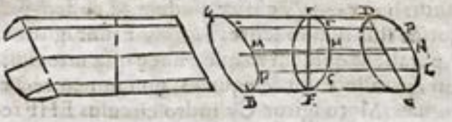


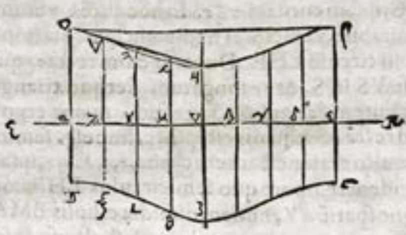
Eſto enim Cylindrus ABCD, cuius axis GH, horizōtis plano inſiſtens ſecundum latus AB, cui latus oppoſitum & ęquale CD. Moueatur Cylindrus rotans, donec latus CD, in plano ſit vbi EF. Deſcribat autem circuli CB lineā BF. Circulo verò AD lineam AE. Dico eas rectas eſſe, & parallelas. Si enim ſuperficies baſium DA, CB, extendantur ita vt horizontis planum ſecent, illud ſecabunt iuxta lineas AE BF, recta ergo eſt vtraque. 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.

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

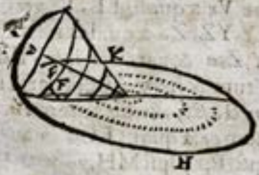
culus EHF in partes æquales quatuor FI, IH, HG, GE.





Tum per diuiſionum puncta lateri parallelę, rectæ ducantur KGL, M*H*N, OIP, quæ quidem cũ baſes AMB, DNG parallelæ ſint, erunt inuicem æquales, cumque circumferentia E*H*F æquales, eosque rectos angulos cõſtituent, Ducatur poſt hæc ſeorſum recta QR, & eidem perpendicularis ST eam ſecans in V. applicetur autem rectæ ST æqualis Cylindri lateri BC, ipſa $\eta\zeta$. ita tamen vt punctum E congruat puncto V, ſitque Vη æqualis EB, Vζ verò æqualis EC. Tum fiant VX, XY, YZ, Zα æquales ipſis FG, G*H*, *H*I, IF, & per puncta X, Y, Z, α, & paralleli ipſi ST ducantur $\varepsilon\alpha\pi$, $\nu z\xi$, $\lambda y\mu$, $\kappa x\theta$, tum & his ex altera parte reſpondentes parallelæ per puncta $\beta, \gamma, \delta, \varepsilon$. Sit autem $\varepsilon\alpha$, æqualis AF, $\alpha\varpi$ æqualis FD, item $\iota\rho$, æqualis EC, $\iota\sigma$ æqualis EB, ſed & νz ęqualis OI, zξ ipſi IP, λy ipſi MH, yμ verò ipſi HN, tũ κx ipſi KG. & xθ, ipſi GL & ipſis æquales & ęqualiter poſitæ ad partes R, aliæ parallelæ aptẽtur per $\beta, \gamma, \delta, \varepsilon$, quibus ita diſpoſitis per puncta ο,ν,λ,κ,η, item per π,ξ,μ,θ,ζ, ducantur lineæ οη,πζ, curuæ quidem & eodem pacto aliæ curuæ illis reſpondentes ηϱ,ζσ, Erunt igitur ο,η,ϱ, π,ζ,σ, parallelæ quidem eo quod lineę quæ inter ipſas ducuntur, parallelæ ſint & æquales, non tamen rectæ illæ, ſed curuæ. Moto igitur Cylindro circulus EHF rectam deſcribet αι, ellipſis verò AMB, curuam οηϱ, ellipſis autem DNC, ipſam curuam πζσ. In hoc autē Cylindri motu illud mirabile, velociores nempe, in ipſa rotatione eſſe ellipſes ipſo circulo EHF. Ducatur enim recta οϱ quæ occurrat ipſi VS in S, & οη iungatur, fietque triangulum οηS. eſt autem angulus οSη rectus, maior ergo οη ipſa οS, ſed recta οS æqualis eſt ipſi αν, hoc eſt, ſemicirculo FHE. multo maior eſt autem curua, ο,ν,λ,κ,η, ipſa recta οη, ſed eodem tempore quo ſemicirculus EHF conficit in rotatione ſpatiū αV, eodem dimidia ellipſis BMA metitur curuam ονλκη. 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 circulum 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 grauitatis centrum eſt in axe

axe ipſo, conus in partes æquepõderantes ſecatur AEBC, AFBC, ſtat ergo conus ſibimet 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 vſque 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 prorſus 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 Tyrones adhuc vernacule è Græco translatum, Venetijs prælo ſubiecimus.

Porrò ſi conus rotundus pro baſi ellipſim habeat, ſectionem videlicet per planum axi non perpendiculare, in ipſa rotatione, ſtante vertice, ellipſis baſis, ellipſim deſcribit in plano, cuius maior diameter à puncto quod coni 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 fit, conſideratis, reliquum eſſet de motu trochlearum, qui circa centrum fit, opportunè agere, ſed cùm in ſequenti quæſtione 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,

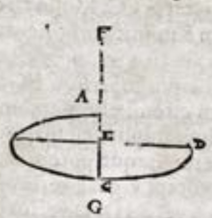
motu, qui fit circa axem horizonti perpendicularem, axis altera extremitate in eodem horizontis plano manente, vti videre eſt in ipſis figulorum rotis.

Hanc motus ſpeciem in extrema quæſtionis parte cum duabus alijs ſpeciebus comparans ait, eam quæ in obliquo fit motionem (ita enim hanc, de qua agimus, appellat) ipſam impellere mouentem, hoc eſt, nullum ex ſe ad motum propenſionem habere, nutumue, & omnia illi eſſe à motore, ſecundum verò eam motionem, quæ ſupra diametrum eſt, ſe ipſum mouere circulum. Dixerat enim, ea referens quæ ſuperiùs circa principium de circulo verba faciens, examinauerat, circulum ex duabus fieri lationibus, altera præter, 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 tertiæ ſpeciei motum, eo quòd nutu careat proprio & tantum ab alieno, vt 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, ſuſtinetur: minima quidem ſui parte axe ipſo tangente planũ vnde fit, nullam ferè dum rotatur corpus, circa centrum vbi nititur, frictionem partium fieri. Præterea grauitatis centrum ſemper ſtat, nec minimum quidem in ipſa rotatione attollitur, quod ſanè cum naturæ ſit repugnans, difficultatem facit. Ad hæc circa axem ita libratur rota, vt quantumuis exigua potentia alteri parti applicetur, altera illico ſuperata moueatur. Licet enim propriè ea tantũ corpora æquilibrare dicantur, quæ ob ponderis hinc inde æqua-

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



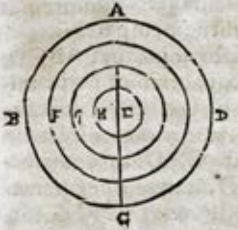
Eſto enim rota ABCD, cuius axis horizonti perpendicularis FEG tranſiens per centrum E, tangens autem planum in puncto G. Ducatur diameter BED, Itaque ſi per diametrum BED, & axem FEG corpus diuidatur, eo quòd centrũ grauitatis in axe inueniatur, corpus ipſum in duas partes tũ mole tum põdere æquales ſecabitur, nempe BAD, BCD. Nulla igitur adhibita vi extranea ſtabit corpus in quodã, vt diximus, æquilibrio. At alteri partium potentiâ quauis licet exigua appoſitâ, puta in C, præualebit pars BCD, & partem BAD vel impellet vel rapiet, alterâ interim eius motui obſequente. Potentia igitur quæ in C, nullam rem quæ impediat inueniens, velociſſimè rotam mouet, quod eo faciliùs velociusque fit, quo magis rota eſt in motu, eius verò diameter maior & potentia mouens à centro remotior, & ſanè motus facilitatẽ inde cognoſcimus, quòd ipſo impulſore ab impulſu ceſſante, diutiſſimè rota impreſſum motum ſeruet, nec niſi poſt longam rotationem omnino quieſcat.

Cæterùm quia ſicco, vt aiunt, pede Ariſtoteles quæ ad hunc motum pertinẽt pertranſijt, nos quædam quæ ad hanc rem faciunt, diligentiùs expendemus.

Quærimus igitur primò; Cur ea quæ hoc pacto rotãtur, in ipſa rotatione locum non mutent, niſi extrinſeca aliqua id fiat ex cauſſa.

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

 rizonti



rizonti perpendicularem moueatur, ABCD, cuius centrum E, Diameter AEC. Modò circa centrum E infiniti imaginentur circuli, alij alijs minores vſque ad centrū ipſum, vti ſunt FGH: ibi enim circuli eſſe deſinunt, vbi nullum amplius eſt ſpatium. Applicetur itaque potentia in B, quæ rotam vigeat verſus A. eodem 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. Stat ergo rotans, quod fuerat demonſtrandum. Eſt autem hæc demonſtratio ei ſimilis, quam ſuprà retulimus de coni in plano circa verticem rotatione, quam ab Herone in Automatis excogitatam diximus.

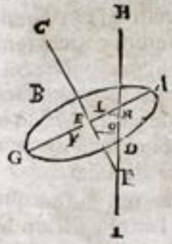
Addimus in hoc rotationis genere corpus in ipſo motu fieri leuius, idque eo magis, quo rotatio velocior. Cauſſa eſt, quod lateralis motus eum motum aliqualiter impedit, qui ex naturali grauitate fit ad centrum, idcirco experientiâ docemur, leuiſſimos eſſe turbines, quibus pueri ludunt, ſi manus teneantur 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-

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,eruntautem lateribus perpendiculares. quoniã igitur latera AD, DB, DC, rectis angulis subtenduntur, maiora erũt 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 remotissimè, & ideo velocissimè 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 ipsa rotatione, commodior atque velocior. Alia quoque de caussa id fit, quod dum circularis figura mouetur, nullis eminentibus angulis aërem verberet circũstãtem,ex qua verberatione motus impeditus sit tardior. Quæri etiam potest, Num axe inclinato, rotæ motus aliqualiter impediatur? Nos negatiuam partem amplectimur.



Eſto enim rota ABCD, cuius centrum E axis inclinatus, circa quem conuertitur EGF. Duobus autē 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 deorſumue mouebitur. Eſt autem axis FEG, ceu vectis in quo pondus in E, potentiæ ſuſtinentes GF; non enim hic vt in axe perpendiculari pondus totum ab inferiori fulcimento ſuſtinetur. quo igitur minor erit proportio FE ad FG, eo minori indigebit potentiâ 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. Eſto enim grauitatis centrum in K. Dum igitur circa axem fit motus, centrum circulatum aliquando erit in L; Secet autem rotæ diameter AC perpendicularem HI in M, Porrò à punctis LK ad ipſam perpēdicularem 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 violentiâ & præualente naturâ citò rota ſuâ ſponte quieſcet, quod fuerat oſtendendum.

Quæstio IX.

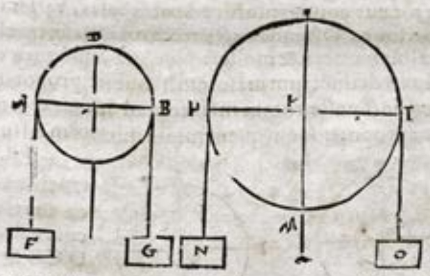
Quæritur, Cur ea quæ per maiores circulos tolluntur, & trahuntur facilius, & celerius moueri contingat veluti maioribus trochleis, & ſcytalis ſimiliter?

REſpondet ad hæc Philoſophus, forte id euenire, quoniam

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. Circulos verò libras, in quibus centrum ſpartum, ſemidiametri hinc inde æqualia brachia.

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

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

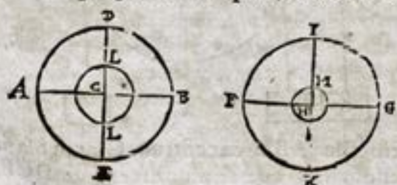


Eſto enim trochlea AB circa centrum C, appenſa in puncto D, perpendicularis quæ ad mundi centrum DCE, pondera æqualia vtrinque appenſa FG. Eſto item alia Trochlea, eaq; maior HI, circa centrum K appenſa in L, perpendicularis, quæ ad mundi centrum LKM, æqualia

 pon-

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

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

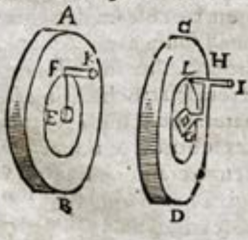


Esto enim trochlea AB circa centrum C, cuius diameter DCE sit in ipsa quæ ad mundi centrum perpẽdiculari: sit autem appensa in D. Alia similiter ei æqualis sit trochlea FG circa centrum H, cuius diameter IHK, conueniens cum

cum perpendiculari quæ ad mundi centrum. appendatur autem in I. Habeant autem & axes, circa quos conuertantur. Hi si æquales fuerint, proportione non mutatâ idem operabuntur. Modò ponantur inæquales, sitque axis rotę 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 appēsa & trochlearum ipsarum grauitas ex superiori parte prement axes, vbi puncta L, M, quæ res, secutâ inuicem corporum solidorum fricatione, motum ipsum trochlearum difficiliorem & asperiorem 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. Intelligantur autem potentiæ applicatæ punctis DI. Igitur ex natura eiusmodi vectis, in quo pondus inter fulcimentum est & potentiam erit vt CL, ad CD, ita potentia in D ad pōdus, hoc est, resistentiam fricationis, quæ fit 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 pōdera sustinere posse, idcirco crassiores fiunt, quę crassitudo cum proportione magis à magnarum rotarum diametris superetur; fit hinc maiores rotas datâ axium paritate

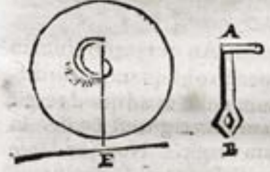
ritate facilius impedimentum ſuperare quàm minores, & hoc videtur ſenſiſſe Philoſophus in ipſa quæſtionis huius propoſitione, Hinc aurigæ vulgo axungiâ (quæ inde nomen trahit) axium aſperitates mitigant, vt minor in rotando, ex fricatione fiat reſiſtentia. Concludimus igitur, facillimè trochleam illam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

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



Eſto 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

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



Duplex autem est manubriorum forma; altera enim rectis partibus constat, altera verò curua est tota, sed rectis vtimur vt manibus apprendamus, curuis verò vt locum illis apponamus, & 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 autẽ facilitatem quandam habet, ex qua factâ modicâ flexione axis caput, dum premitur ab ipsa perpendiculari linea leniter abducitur. quæ cum cessent in manubrijs quæ manu aguntur, ideo alia forma, nempe ex rectis partibus passim fiunt. Esto igitur illud quod ex rectis partibus AB, curuum verò CD, linea verò, secundum quam pede fit pressio

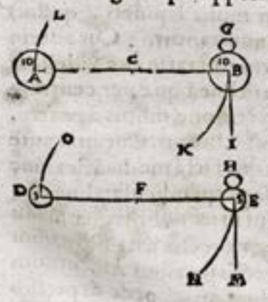
CDE. Hæc itaque de manubrijs seu vectibus nos considerasse sit satis.

Quæri interim posset, Cur duabus datis rotis æqualis magnitudinis inæqualis ponderis, circa æquales axes constitutis leuior faciliùs moueatur & citiùs quiescat; grauior verò difficilius 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, moueatur libra, quàm cum pondus habet. Simili modo rota, & eiusmodi quidpiam, quod grauius quidem est, item quod maius & grauius minori, & leuiori?

Breuiter autem soluit. ait enim, An quia non solum in contrarium quod graue est, sed in obliquam etiam difficulter 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.

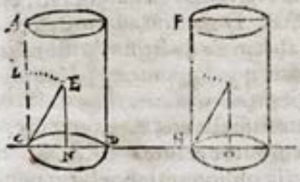


Esto libra AB, cuius fulcimentum C, pondera vtrinque appensa AB, quorum vtrumque ponderet 10. Item libra DE, cuius fulcimentum F pondere vero appensa D, E, ipsis A, B, dimidio leuiora, nẽpe 5. Addatur ponderi B pondus G, & ponderi E pondus H, quorum similiter vtrumq; ponderet 5, nutabunt igitur libræ ponderibus appositis, &

BG

BG ſecetur in K, EH verò in N, grauius eſt autem GB, eſt enim IS, ipſo EH, quod eſt 10. Difficiliùs 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 facilè in obliquum autem puta per lineas BK, EN non vergit onus. Difficiliùs 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 deſcẽdit 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 inæqualitate; 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 vtique fuerat oſtendendum. Alia quoque cauſſa & hæc accidentalis ad hunc effectum pariendum concurrit, 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.

Porrò huius quoq; ſpeculationis eſt, Cur æqualia & ſimilia corpora in æqualibus ſimilibuſque baſibus conſtituta eodem ſimiliq́ue plano fulta, ponderibus tamen inæqualia, non eâdem facilitate euertantur, ſed horum grauiora difficilius.



Sit 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 Cylindrum AD, ipso FI. Ducantur EC, KH, & æquales potentiæ applicentur punctis BG, pellentes Cylindros ad partes AF. Euersio autem non fiet donec facta corporis conuersione circa puncta CH, grauitatis centra E, K träsferuntur in L, M, in ipsis scilicet perpẽdicularibus ACFH. Demittantur EN, KO, perpendiculares ipsis CD, HF. Et quoniam CNE, HOK anguli recti sunt, erunt EC KH ipsis EN, KO, maiores, quare & LC, MH ipsis EN KO, maiores attolluntur 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 scytalas facilius portentur onera quàm super currus, cum tamen ij magnas habeant rotas, illæ verò pusillas?

OPtimè respondet dubitationi. An, inquiens, quoniam in scytalis nulla est offensatio; in curribus verò axis est, ad quem offensant. Desuper enim illum premunt, & à lateribus. quod autem est in scytalis ad isthæc duo mouetur & inferiori substrato spatio, & onere superimposito, to, in vtriſque enim ijs reuoluitur locis circulus, & motus impellitur. Tam appoſitè paucis verbis veritatem explicauit, vt ferè quicquid inſuper addatur, ſuperuacaneum videri poſſit. quicquid tamen ſit, ad maiorem claritatem aliquantulum in hac ipſa quæſtione immorabimur.

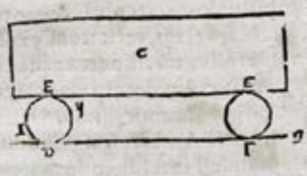
Rotatas ſcytalas proponit hic Ariſtoteles. Coniunctas autem eſſe rotas ipſis ſcytalis eſt intelligendum, nempe, vt ſimul rotæ cum ſcytalis conuertantur. Secus enim axium & Rotarum fieret offenſatio, cuius offenſationis vim & effectum cum nouerit Ariſtoteles, vel hoc ipſo loco teſte, mirum eſt, nihil 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 Ariſtotelis quidem ſcytala AB, Pappi verò ſeu vulgaris, & communis CD.

His non modò lapicidæ paſſim, ſed & nautæ nauiumque fabri ſubducendis & mari inducendis nauibus vtuntur, quod varare dicunt vernaculè, Hiſpanico, vt arbitror, vocabulo. ea enim natio teres lignum baculumue appellat Varam.

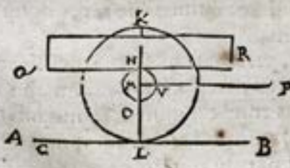
Quæri autem poſſet, vtra harum formarum ſit vtilior atque commodior? Nos rotatas laudamus magis in plano duroque ſolo, minus enim tangunt & minus offenſant; in molliori autem & minus duro proponimus non rotatas, ſiquidem rotæ ſui naturâ pondere preſſæ ſolum facillimè ſcindunt & abſorbentur.

Quatenus autem ad vſum pertinet Eſto horizontis



planum AB, scytalę duę CD, EF, Pondus verò eis impositum G, tangens ipsas in pūctis CE, scytalæ autem planum in punctis D, F, Pellatur à potentia quapiam pōdus G ad anteriora, nēpe ad partes E. rotabuntur igitur scytalæ & pars quædam scytalæ D, in qua sit contactus ascendet in I, C verò descendet in H, nulla re motum impediente, quippe quòd nulla ponderis scytalarum, & plani ad inuicem fiat offensatio. Præterea cum scytalarum centra ab horizontis plano æqualiter distent, pondus quidem horizonti æquidistanter mouetur, & ideo eius centrum grauitatis nequaquam, in motu qui fit, eleuatur.

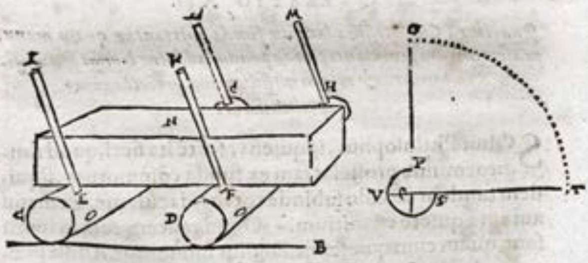
Cæterùm materiæ imperfectione remota nihil refert ad facilitatem, vtrum maioris minorisue diametri sint scytalæ, vt ea posita eo quod maiores circuli faciliùs offendicula superent, quod demonstratum est in quæstione 8. eo vtiliores sunt scytalæ, quo crassiores. Quatenus autem ad plaustri naturam spectat, cuius ad scytalas Philosophus fecit comparationem, vt ostendamus difficilius ex eo moueri pondera.



Esto plaustri rota KL, cuius centrum M, axis verò NO circa quem rota ipsa conuertitur KL. Funis quo rota ex axis centro M trahitur MP, pondus vero QR. Quoniam igitur pondus axem premit in N, axis autem rotæ modiolum in O, & eodem tem-

tempore potentia quæ trahit in P, axem admouet modiolo in parte V. duplex itaque fit ex fricatione seu offensatione 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, apertè ex dictis ad Aristotelis mentem demonstrauimus.

Cæterùm quod ipse reticuit, nos dicemus, nempe validissimè enormia pondera per scytalas moueri, si scytalis ipsis vectes adiungantur. Et sanè motus erit tardissimus, veruntamen tarditas ipsa facilitate, quæ inde fit, vberrimè compensatur.



Esto 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 propulsis, 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 O P Q R fiet ex O; centro autē Q circuli quadrans O T. existente igitur O in T erit P in S. facta quartæ partis ipsius scytalæ rotatione. Et quoniam ex eodem centro sunt quadrantes P S O T. erit vt O Q ad Q P. ita quadrans O T, ad quadrantem P S. Maxima autem est proportio O Q, ad Q P. Maxima igitur proportio O T ad P S. 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 Q P, hoc est, Q R ad Q O, ita potentia in O ad pondus quod premit in P vel in V. Facillimè itaque pondera vectibus & scytalis per horizontis planum transferri, ex istis patet.

QVAESTIO XII.

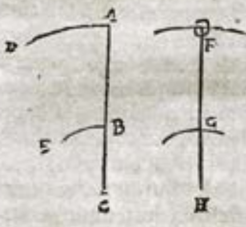
Quæritur, Cur Missilia longius funda mittantur quam manu, præsertim cum proycienti fundæ pondus addatur lapidis seu missilis ponderi: & minus missili, manu proiecto, comprehendatur?

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

Hæc Philosophus. Et sanè perquàm apposite, itaq;

illi

illi prorſus aſſentirer, niſi pro comperto haberem, in iactu qui fundâ fit, non eſſe manum 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 manum 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 ex eo impetu qui fit in ipſa lapidis emiſſione, qui quidem impetus ſi ante vel poſt illud tempus fiat, quod à funditore captatur, caſſa prorſus & inualida fit ipſa iaculatio.

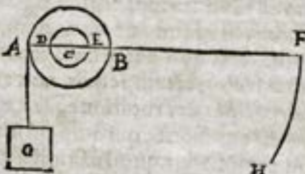


Eſto funda AB, manus B, brachium BC. Vt igitur ſe habet CH, ad CB, ita velocitas AD ad velocitatem BE; Vidimus nos pueros, arundini ad caput ſciſſæ, paruos lapides inſerentes, arundinemque manu rotantes longiſſimè lapides ipſos proijcere; Arundo FG, lapis F, manus G, brachium GH.

QVÆSTIO XIII.

Quæritur, Cur circa idem iugum, maiores collopes (vectes ſunt, quos alij ſcytalas appellant, vt Pappus & Heron) faciliùs quàm minores mouentur: & item ſuculæ, quæ graciliores ſunt eadem vi quam craſſiores?

IDeo hoc fieri poſſe docet Philoſophus, quòd tam iugū quam ſucula cētrum ſit, prominentes autem collopum longitudines eæ lineæ quæ sunt à centro. Celeriùs autem moueri & plus ab eadem vi quæ maiorum sunt circulorũ quàm quæ minorum. quippe quod ab eadem vi plus trãsferatur illud extremum quod longius à centro distat. In gracilioribus verò suculis datâ collopum paritate plus esse id quod à ligno distat.



Esto iugum suculæ maior, AB circa centrum C, minor verò circa idem centrũ DE, Collops autẽ AF, pondus quod per iugum attollitur G. Ait igitur Aristoteles, suculas, iugaue AB, DE ceu centra esse, à quibus extat colops AB, ex maiori quidem, totâ sui parte BF, ex minori autem EF. quo igitur, ait, longior fuerit collops extans, eo maior, & ideo velocior ad partẽ F per maiorem circulum FH, fiet collopis motus & ponderis eleuatio, at maior est collops EF ipso BF, facilius ergo mouebitur pondus per suculam DE, ex collope EF, ab eadem vi, quam per suculam AB, & collopem BF.

Hæc sensisse videtur Aristoteles, qui crassa, vt aiunt, Minerua rem pulchram & subtilem est prosequutus. Dicimus igitur primò, instrumentum illud quod Latini suculam, id est, scrofulam, à stridore arbitror qui in conuersione fit, appellauere, Græci verò ὄνον, id est, Asinum, quippe quod ceu Asinus pondera sustineat portetque. Hanc eandem Machinam veteres Mechanici vocauere 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 examinauêre Heron, & ipse-

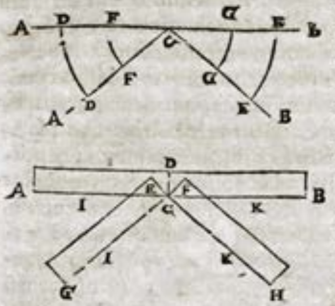
ipsemet Pappus, inter iuniores verò Guilibaldus eo Tractatu quem hac de Potentia Mechanicis suis inseruit. Summa est, hanc Machinam ad vectem reduci. Nec verum est quod scribit Aristoteles, iugum suculamue centra esse, hæc enim centrum habent, quod in figura superius posita notatur signo C. igitur vt se habet FC, ad CA, ita pondus G ad potentiam in F; est autem maior proportio FC ad CD, quàm FC, ad CA. faciliùs 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. Suculæ enim reuera sunt, positione tantū ab eis differentes, non enim plano horizontis ergatæ æquidistant, ceu suculæ & Axis in Peritrochio, sed eidem fiunt perpendiculares. Cæterùm facilitatem à velocitate non oriri superius demonstrauimus.

QVAESTIO XIV.

Proponitur dubitatio, Cur eiusdem magnitudinis lignum facilius genu frangatur, si quispiam æque diductis manibus extrema comprehendens fregerit, quàm si iuxta genu. Et si terræ applicans pede superposito manu hinc inde diducta confregerit quàm propè.

SOluitur à Philosopho paucis verbis, An quia ibi genū 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 ipsis FG, ergo inde facilius fiet fractio quam ex FG. Hæc ille ex suis



principijs. Nos diligentius, si fieri poterit, effectus huius caussam perscrutemur. Esto igitur in secunda figura lignum oblongum AB, cuius medium C, linea ducatur CD perpendicularis ipsi AB. Admoueatur genu pũcto C, manus verò diuaricentur in AB, facta igitur vtrinque impressione, lignum non frãgetur, nisi partium in CD coniunctarum separatio fiat, sitque altera in E, altera verò in F, fractum ergo erit lignũ, & centro C immobili permanente, partes facto angulo GCH erunt in GC, HC: Modò lignum suæ integritati restituetur, & denuò admoto genu puncto C, manus diducantur in I, K, quæ loca viciniora sint 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 punctis A, B, remotioribus quam ex IK, ipsi puncto C propioribus: etenim vt AC, ad CD, ita resistentia quæ fit 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,

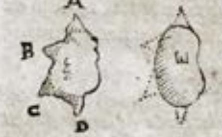
quod

quod fuerat demonstrandum. Idem autem intelligendũ est de parte CB;eadem enim est ratio. Cur igitur longiora & graciliora ligna facilè 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 resistentiam. Sed nos hac eadem de re nonnulla in declaranda quæstione 16. perpendemus.

QVAESTIO XV.

Proponitur inuestigandum, Cur litterales crocæ (glareas dicunt Latini, vel calculos, quos vmbilicos appellat Cicero lib. 2. de Orat.) rotundâ sint figurâ, cum aliquando ex magnis sint lapidibus testisue?

Ait 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 autē impetunt, impeti magis, & ideo quæ magis à centro distant, necesse esse confringi, quod cum glareæ seu crocæ patiantur, necessariò rotundas fieri. Hactenus ille, & sanè probabiliter. Verum enimuerò aliter se res habere videtur: siquidem enim à rotatione ex maiori à centro distantia id fieret, maiores quidem glareæ crocæue 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. Dúm igitur perpeti motione atque assiduâ versatione agitatur, feruntúrque, eminentiæ anguliq́ue, vtpote debiles & imbecilli, conteruntur, & 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 caussam, sculptores antequam marmoribus vltimum læuorem inducant, dentato malleo primum quidem vtuntur, tum demum eminentiores particulas radula facilè amouentes superficiem ipsam læuem & adæquatam reddunt.

Hinc etiam nostrates Architecti, in arcium propugnaculis efformandis acutos angulos deuitãt, vtpote debiliores, & magis offensionibus obnoxios. quod nec Vitruuium latuit, qui ideo lib. 1. cap. 5. ita scribit: *Turres itaq; rotundæ aut polygoniæ sunt faciendæ, quadratas enim machinæ celerius dissipant; & angulos, Arietes tundendo frangunt, in rotundationibus autem, vti cuneos ad centrum adigendo lædere non possunt.* Hæc ille. Cur autem nostri rotundas figuras alias vtiles reijciant, ab ijs petendum qui in ea facultate versantur. Porrò quod ad hanc eandem speculationem facit, videmus, antiquas statuas, vt sæpius auribus, naso, digitis, manibusue atque pedibus carere, quippe quod imbecillæ sint partes, & facilè quouis occursu mutilentur. Quæ omnia

mnia cùm vera ſint,nemo,vt arbitror, dixerit,abſolutè, quod voluit Ariſtoteles, id ex rotatione velociori & partium à centro remotione,fieri.

QVAESTIO XVI.

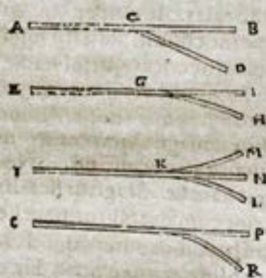
Dubitatur,quare,quò longiora ſunt ligna,tãto imbecilliora fiant, & ſi tolluntur,inflectuntur magis: tametſi quod breue eſt,ceu bicubitum fuerit, tenue,quod verò cubitorum centum craſſum?

EX ſuis principijs ſoluit Ariſtoteles. Inquit enim: An quia & vectis & onus & hypomochlium, id eſt, fulcimentum in leuando,fit ipſa ligni proceritas? Prior namq; 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. Neceſſariò 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 deprope fit. Hæc ſubiectâ figurâ ob oculos ponimus.

Eſto longum ac flexile lignum AB, manu eleuetur in A, flectetur itaq; 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 mẽs

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, vt in chalybe videmus, nitro, metallo, marmore, aut capax quidem, & hæc duplex: Vel enim natura nata eſt ad rectitudinem quandam, vt arborum flagella virgæque, aut non item, ceu ſtannum, plumbum, & cætera eiuſmodi.

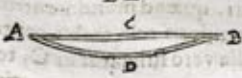


Eſto primò vitreum corpus gracile, procerum, teres AB, manu capiatur in A, itaq; pondere ipſius corporis præualente ad partes B, quia in C puncto, quod circa medium eſt, ex parte ſuperiori non fit rarefactio, nec in inferiori conſtipatio, nec interim datur penetratio corporum, fit fractio à ſuperiori parte, & pars CB à reliqua parte AC, auulſa & ſeparata cadit in D, ſuccedit autem ipſa ſeparatio rarefactioni. Porrò quod materias haſce non flexibiles diximus, ſed frangibiles, non ideo negamus vel ſenſu docente, aliquam in ijs fieri flexionem. Si autem lignea fuerit materia, eaq; flexibilis, vt EF, ſi manu eleuetur in E, præualente 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 vſque procedet, quo rarefactio & conſtipatio competens naturæ illius materiæ, quæ flectitur ad ſummam intenſionem deuenerint; tunc ſi vis maior ingruerit, frangetur omnino: ſi ſecus facta ibi reſiſten-

resistentia, vbi rarefactio fit & constipatio post inclinationem sursum feretur pars inclinata & nutans, tum in contrariam partem tendens reflectetur, vt videre est in virga IN. Declinans enim in KL, repellente ea quæ infra K fit materiæ condensatione, impetu ex descensu acquisito facta reflexione ascendit in KM, donec paullatim circa pristinam rectitudinem reuertatur, & hic quidem motus vibratio dicitur, agitatioue. Si autem virga plumbea fuerit, naturâ non factâ 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 quòd eius natura condensationem & rarefactionem commodè patiatur, nec facta sit ad rectitudinem.

Porrò 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, vtrinq; 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 vectes fient, quorum fulcimenta in extremis AB. Pondera autem communia in medio vbi

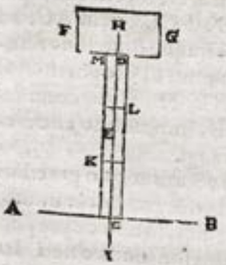
C remotissima enim ea pars est ab extremis AB. Cedente igitur materia suomet ponderi, siquidem inflexibilis fuerit, frangetur, & fiet partiũ separatio in C, duoque inde corpora AD, BE. Si autem flexionis capax, vt AB in postre-



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

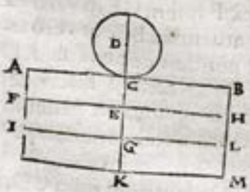
Cæterùm cur oblonga & graciliora corpora facilius illis, quæ contrario se habent modo, frangantur, ex mechanicis principijs in quæstione 14. apertè demonstrauimus. Modò vt ex hac contemplatione, quæ aliàs inutilis videtur, aliquam vtilitatem capiamus, & ex his quæ contemplabimur, Architecti prudentiores fiant, isthæc ipsa, de quibus agimus, ad rem ædificatoriam commodè aptabimus. Transferamus igitur cogitationem ad eam trabiũ compagem, quæ ad tecta sustinenda ex transuersario arrectarioq; fit, & 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 caussas diligenter examinatas in medium proferemus; nec de hac re tantùm agemus, sed de Cameris quoque, fornicibus eorumque vitijs & virtutibus quatenus ad Mechanicum pertinet, sermonem habebimus. Quærimus primo, cur perpendiculariter erectę trabes superimposita pondera validissime sustineant? Et sane hoc omnes norunt, sed non per caussas.

Esto horizontis planum, illudque solidissimum, & impenetrabile AB, trabs eidem ad perpendiculum 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 trabis centra grauitent in perpendiculari, illa verò fulciatur in C, totius



tius ponderis moles recumbet in C: non descendet autem in I, propterea quod supponatur ipsum planum AB, impenetrabile. Igitur vt 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 naturæ penitus repugnat, illud vero primum, penè impossibile. Diuidatur enim trabs in partes æquales tres, lineis KL, ipsa igitur KC infima sustinet mediam KL, hæc verò supremam LD, hæc autem põdus, 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 monstrauimus tunc facilem esse gracilis & oblongi ligni fractionem, cũ maxima est longitudinis ad crassitudinem proportio. Hic verò contrà accidit, etenim MD pars vectis quæ à fulcimento est ad potentiam minimam habet proportionem ad rectam DC, quæ à fulcimento ad locum fractionis extenditur, vbi C, quod vt euidentius pateat,



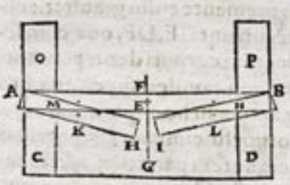
Esto seorsum trabs AB, cuius medium C. Sit autem pondus D impositum puncto C. facilè igitur frangetur lignum AB, propterea quòd maxima sit proportio AC ad CE; resistentia verò fiat in E, addatur vniaturq;

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 difficiliùs frangetur in K propterea quòd longè minor sit proportio AC ad CK quàm eiusdem ad CE & CG. His igitur consideratis, & demonstratis concludimus, impossibile esse erectam trabem ponderi cedere, & frangi.

Dicet autem quispiam, hęc si vera sunt, quo gracilius fuerit fulcrum, eo validiùs sustinebit, & frangetur minus, quod oppido falsum est. Respondemus, id non ex proportionum naturâ, sed ex materiæ ipsius infirmitate fieri. Ita quoque inuectæ non materiam, quatenus ad vim pertinet, sed proportiones partium consideramus. Vtrumque igitur requiritur ad fulcri validitatem proportio longitudinis ad crassitudinem debita, & materiæ ipsius robur & fortitudo. Præterea, quoniam pondus, cui fulcrum resistit, vel ex natura premit, vel ex violentia, illud quidem per lineam perpendicularem, quæ ad mundi cētrum, hoc autem lateraliter & diuersimodè, varia fit fulcrorum dispositio. Cuius rei summa hæc est, vt semper contra impetum supponantur.

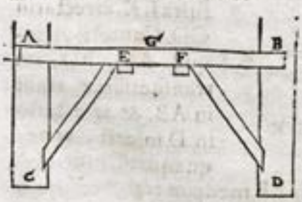
Esto enim horizontis planum AB, eidē perpendiculares CADB, itaque si naturaliter pondus premat ex C, fulcrum supponetur AE. Si autem ex F ipsum GE, si verò ex H, supponatur iuxta BE. Si verò secundum I ponderi opponatur KE. Hæc nos de arrectarijs fulcris ue; nunc de transuersarijs, & inclinatis agemus, & primum de transuersarijs, quatenus ad tectorum trabeationes spectat.

Esto transuersaria trabs AB, muris vtrinq; fulta CD, cuius



cuius grauitatis centrum E,in perpẽdiculari FEG, quæ quidem ad mundi centrum vergit. Itaq; eodem tendente grauitatis centro, si pondus quod premit in E, non præualeat vnioni partiũ ipsius materiæ quæ est in E, resistet trabs suomet ponderi, nec frangetur. Si autem vel infirmitate materiæ, aut vitio, vel maxima existente proportione AF ad FE, fractio fiet in E, & secutâ partium separatione duæ fient vtrinque trabes 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 trabes, & murorum fiet hinc inde dissipatio. Si autem non præualuerit ea, quam diximus, proportio, suspensæ remanebunt vtrinque trabes vt AHBI.

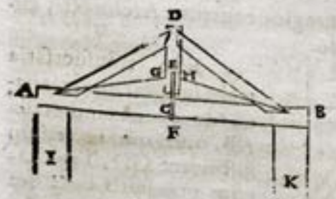
Huic difficultati egregiè occurrunt Architecti, aliquando autem hoc modo:



Esto transuersaria trabs suâ gracilitate, aliaue de caussâ imbecilla AB, muri quibus vtrinq; sustinetur CD, Trabis ipsius grauitatis centrum G. Itaque adpactis trabi lignis EF, capreolos addunt muro vtrinque fultos CE,DF, eorum capita adpactis lignis admouentes EF, sed & tunc validissima fit colligatio, si inter E & F capreolorum capita integrum lignum trabi supponatur EF. Ratio

tio autem validitatis patet; premente enim grauitatis cẽtro in G, fulcra hinc inde succurrunt CE, DF, quæ cum seipsis fieri non valeant breuiora, ne corpori detur penetratio, resistunt & robustissimè ipsi ponderi superimposito contranituntur. 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, Diuiso igitur pondere & multiplicatis fulcimentis impossibile est trabem conuelli & vitium facere.

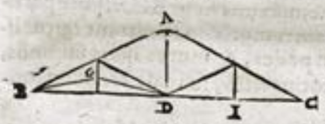
Sed & tectorum contignationes imbecillaq; transuersaria Mechanici corroborare solent, additis nempe arrectaria trabe atque cauterijs.



Esto enim transuersaria trabs AB parietibus vtrinque fulta I, K, arrectariũ CD. Cauterij vtrinque AD, BD, ita transuersariæ trabi in AB, & arrectario in D inserti, vt nequaquam inde elabi valeant. Tum ferrea fascia EF mediam transuersariam trabem AB, à parte inferiori ipsi arrectario connectens. Debet autem arrectarij pes vbi C, aliquantulum à transuersaria trabe distare, ne deorsum ex pondere vergente paululum arrectario ipsam transuersariam premat. His igitur

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

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



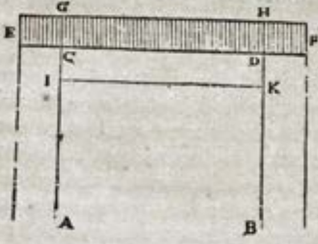
Sint enim cauterij debiles hinc inde AB, AC, media trabs arrectaria, quam Monachũ dicimus AD. Cauteriorum mediæ partes E, F, in punctis igitur E F, vtpote maximè ab extremis diſtantibus debiles cauterij valde laborant. Itaque ſuppoſitis vtrinque arrectariolis EH, FI, eorum capitibus E, F, duos cauteriolos 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, quoduis punctum G, & BG, DG, connectantur, erunt autem BG, DG ipſis BE ED breuiores 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 breuioribus 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 transuersatiæ quidem trabis capitibus cauteriorum pedes non inserũt, sed ea vice transuersariolo quodam medios cauterios vtrinque connectunt ad instar elementi A, quam compagem, capram, appellant. Sint enim cauterij hinc inde AB, AC, quorum medias partes connectit transuersariolum DE. Dico igitur colligationem istam magnopere improbandam. Sunt enim AB, AC vectes, quorum commune fulcimentum A, potentiæ hinc inde diuaricantes B, C, pondera inter fulcimentum & potentias DE. quoniam igitur vt DH ad AB, ita potentia in B, ad pondus in D, parua quidem potentia, pondus in D distrahet & superabit: facillimaq; inde fiet transuersarioli à capreolis ipsis vtrinque reuulsio: Et quoniam centrum quidem est A, facta in D, E, parua diuaricatione, maxima fit in BC, vtpote partibus ab ipso centro A quam remotis. Calcitrant igitur liberi prope cauteriorum pedes, & muros ipsos summos, non sine magno operis totius vitio, sua calcitratione propellunt.

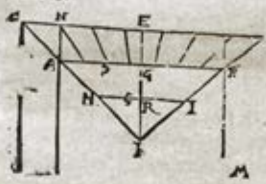
Hæc nos de trabeationibus, modò ad fornicum camerarumq; naturam stilum transferemus; id enim suadet vtilitas, imo & necessitas ipsa. Pauci enim ante nos hæc tractarunt, & sanè his probè non cognitis aut neglectis, Architecti fabrique ingentes persæpe incurrunt, & inexplicabiles difficultates. Dicimus 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 armamento,



mento, hoc est, prohibente ipso lateres ruere. 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 lateresue, cuneatim dispositi, ita sint vt ad vnum centrum tendant, licet ad rectam lineam collocentur, non delabentur, sed stabunt; quod ita ostendemus.

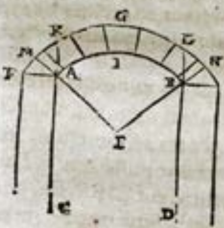


Sint cunei lateresue cuneatim dispositi ABCD, tendentes ad centrum, seu commune punctum E, Ducantur CAE, DBE, sintque muri vtrinque ponderi resistentes CL, DM, Demittatur perpendicularis, quæ ad mundi centrum FGE secans AB, in G, Tum fiat GK æqualis GF & per K ipsi AGB parallela ducatur, HKI claudens spatium AHIB. Quoniam igitur vt EC, ad EA, ita CD ad AB per 4. propos. lib. 6. maior erit CD ipsa AB, & eâdem de caussa maior AB, ipsa HI, & idcirco 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)

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

Verumenimuero, debilis hæc structura est, & eo debilior, quo vani latitudo fuerit maior, cuneorum verò altitudo minor. Idem enim patitur quod epistylia in specie Aræosstyla, quæ, vt scribit Vitruuius lib. 3. c. 2. propter interuallorum magnitudinem franguntur. Id quoque habet vitij, quod cunei ita dispositi suo 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.



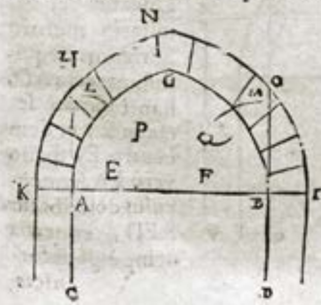
Esto fornix ex minori circuli portione AB, cuius incumbæ AF, BH muris fultæ AC, BD. Constet autem vel ex lapidibus cuneatis, vel ex coctilibus lateribus ad E cẽtrum tendentibus. Sitq; fornicis linea exterior FGH, interior AIB. Ducantur EA, ED, & producantur in M, N. Quoniam igitur vt EM ad EA, ita MGN ad AIB, maior erit MGN linea ipsa AIB, quamobrem 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.

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

est

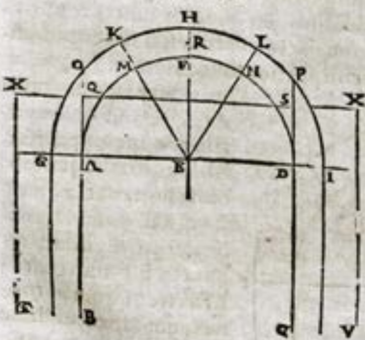
est extra fulcimenta, nempe tota AKLB quæ idcircó suopte pondere deorsum vergens & in incumbas vtrinq; pellens aperitur, & facillimè vitium facit. Eiusdem ferè naturæ ea species est, quæ vel ex media, vel ex minori ellipsis secundum maiorem diametrum fit segmento. Vtilior tamen hæc est, præcipuè circa 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 forma, qua mirum in modum delectati sunt Barbari, qui declinante imperio Italiam inuaserunt, & bonam emendatissimamque antiquorum ædificandi rationem deturparunt, ex duobus constat circuli portionibus, 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 describitur, mox in altero puncto circini pede collocato alia circuli portio lineatur, quibus arcus ipse integratur. Appellant autem tertium acutum, eo quod ex subtensa in tres partes diuisa, arcus non fiat rotundus, sed in acutum angulum ex duabus circuli portionibus desinens.



Sint igitur muri AC, BD, in quibus vtrinque incumbæ KA, BI. Ducatur itaque subtensa horizonti æquidistans AB, quæ in tres æquales partes diuidatur punctis E,F, tum centris EF, circulorum portiones describantur hinc AG,HK, inde verò BG, IH, IH,ex quibus arcus totus integratur. Vtilis hæc quidem ſpecies eſt,licet inuenuſta, propterea quod haud violenter incumbas vtrinque repellat,& in ſummo magnis ſuſtinendis oneribus ſit apta. Producantur CH in N,DB verò in O,ſitq́ue 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 ſuſtinētur, & deorſum potius quam lateraliter incumbas ipſas premunt. Si quid tamen habēt 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 inprimis admodum familiaris:



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

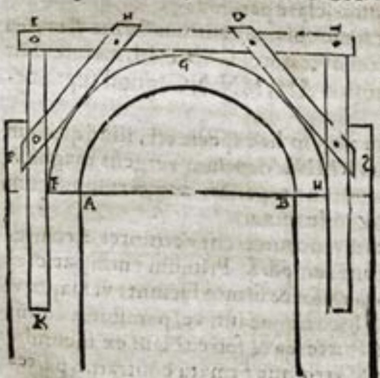
nicis pars; tum eodem centro, ſpatio verò EG, circinetur GHI eiuſdem fornicis pars conuexa. Poſt hæc productis lineis BH, CD, in OP, ſecetur fornix tota in tres æquales partes AGKM, MNLK, NDIL, & KME, LNE iungantur, ſint autem partium ipſarum grauitatis centra QRS. Eſt autem R in ipſa perpendiculari HE. Quoniam igitur partium AGKM, DILN, quæ vtrinq; ſunt grauitatis centra QS, in ipſis ſunt fulcimentorum lineis OH PD, ſuâ ſponte fulcimentis eas ſuſtinentibus 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 ſuopte pondere deorſum feretur. quæ igitur in his ſemicircularibus fornicibus partes ſtabiliores ſint, quæ verò caſibus obnoxiæ, ex his quæ diximus, clarè patet.

Cæterùm cur incumbis manentibus fornix ſtet, ea cauſſa eſt, quod partes exteriores GK, KL, LI, maiores ſint inferioribus & oppoſitis AM, MN, NG: quod ſuprà demonſtrauimus.

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 qua re ſolidarum partium fit ſolutio, & inde ruina.

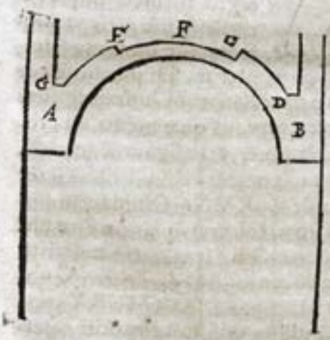
Huic difficultati vt occurrerent peritiores Architecti, plura excogitârunt remedia. Primum enim parietes hinc inde ita ſolidos, craſſos & firmos faciunt, vt ſuapte vi reſiſtentes dimoueri loco nequeant, vel paraſtatas addũt vt in figura TX, VY. Præterea & ferrea claui ex incumba in incumbam ducta & vtrinque firmata contrarias partes validiſſimè connectunt, quæ calcitrantes (ita enim loquuntur noſtrates Architecti,) fornicis pedes cohibent & ſolidum ne ſoluatur impediunt. qua in ſpecie dubitandũ esset, an optimo loco sita sit clauis, 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 insistunt, 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 ædificijs minuant gratiam. Vnde fit vt nunquam satis laudetur Lucianus ille Benuerardus Lauranensis Dalmata, qui nullibi apparentes eas posuit in admirabili illa Vrbini Aula, quam Federico Feltrio, felicissimo æquè & inuictissimo Duci, ædificauit.

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 exstruunt, arrectarias trabes, robore aliaue materia firmissima, illis inserunt, quales sunt IFK LHM, ea proceritate vt futuri fornicis superent summitatem. Consummato enim fornice, nondum tamen exarmato, transuersariam trabē à summo fornicis dorso parumper



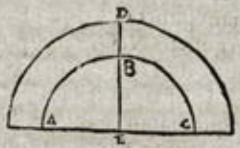
eminentem in punctis I, L, arrectarijs trabibus validissimis clauibus connectunt, tum punctis NP, Oq, capreolos transftransuerſario, & arrectarijs ferreis, clauis affigunt. Quibus ita concinnatis, facta fornicis validâ preſſione in G, incumbiſque F,H, ad exteriora repulſis, AB ſpatium non fit maius. Repulſis enim incumbis & muros propelli neceſſe eſt, & cum muris ipſas inſertas trabes, IK, LM. At variari non poſſunt, ni ſecum trahant puncta PQ, quod fieri non poteſt, propterea quod in punctis N, O, validè diſtineantur. Itaque ſpatio AB non dilatato nulla fit ipſius fornicis diſſolutio, quod vtique 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 PQ proxima ſint punctis FH, quæ cum arrectarijs à muro diſtinentur, magna in ijs fit vtrobique reſiſtentia.

Rebus igitur ita ſe habentibus cum obſeruaſſent Architecti, ob enormitatem ponderis fornices in tertia illa parte quæ ſumma eſt laborare, quãtum tertijs vtrinque partibus ſoliditatis addunt, tantundem ex illa parte ſuprema demere ſolẽt, vt 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 grauante pondere in F, minor fit ad incumbas preſſio, aut ſi qua fit, à partiũ ACE, BDG ſoliditate haud inualidè ſuſtinetur.



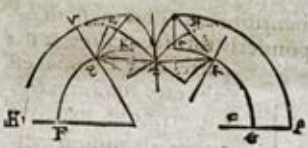
Cæte-

Cæterùm admonet nos locus, vt aliquid de fornicum dissolutionibus in medium afferamus: caussis enim morborum cognitis, facilius periti medici adhibere solent remedia.



Esto enim semicircularis fornix ABC, cuius centrum E, perpendicularis verò quæ per centrum DBE, semicirculi ABC, diameter AEC, incumbæ vtrinq; A, C. Itaque si nulla fiat incumbarum repulsio, stabit fornix; si verò fiat, ruinam faciet.

Pellantur itaque ad exteriores partes, vt in secunda figura, H in F, & C in G,



ex qua pulsione cum maius fiat spatium quod integro fornice implebatur, iam distractis vtrinq; fornicis partibus nõ impletur, Diuiditur igitur locus maior factus in tres partes, quarum hincinde duas replent fornicis partes, tertiam verò quæ media est, replet insertus, ne vacuum detur, aër, vt in figura videre est, in qua solutæ vtrinque fornicis partes HIKF, PMNG, aër autem medius spatium replens IKMN. Diuidantur singuli quadrantes FK, GN, in partes tres, quarum duæ sint hincinde FQ, GR, & à centris, quæ separatis quadrantibus facta sunt in ST, rectæ ducantur SQV. TRX. Quoniam igitur tertiæ partes vtrinque VIKQ MNRX propria grauitate depressæ, nullum quo sustineantur fulcimentum habent, corruent quidem. Ducantur autem rectæ QI, RM, constituentes cum ipsis QV, RX pares angulos VQI MRX. Itaque centris QR partes QIRM ad inseinferiores partes deuoluentur, fientque QI, RM, vbi 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 pũcto Z. quo pacto igitur fornices incumbis cedentibus in medio aperti, dissoluãtur & ruinam faciant, ex istis patet.

Ex demonstratis quasi ex consectario habemus fornices quo fuerint crassiores dato pari incumbarum secessu, ruinæ minus esse obnoxios quàm tenuiores, hoc est, maiori aperitione indigere ad ruinam crassiores quam tenuiores, quod licet ex iam dictis resultet, nos tamen clarius ex subiecto schemate demonstrabimus.

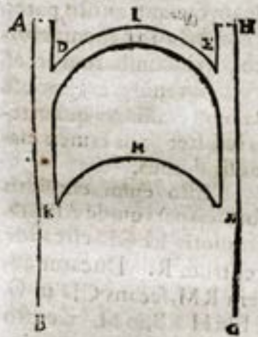
Esto enim crassioris fornicis pars quidẽ ABCD, tenuioris EFCD circa idẽ centrum R. Ducatur autem RM, secans CD in G. EF in H AB, in M. Centro igitur G fiet euersio portionum fornicum MD, HD, Ducantur GA, GE & producta AD in N ipsi AN perpendicularis ducatur GN. quoniam igitur GE cadit in triangulo AGN erit ex 21. propos. lib. 1. elem. GA, maior GE. Corruente igitur maioris fornicis portione MD, recta GA centro G punctum A describet portionem 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 occurret punctum P, cadens per Pq eo quod neutrum eorum pertingat ad perpendicularem Ix. Tenuioris ergo forni-

P cis

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

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

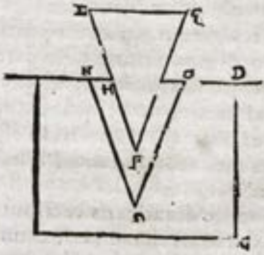
Esto ædificium ABGH, cuius vtrinq; muri ABCD, EFGH, maiorum summitates AD, EH, mediæ murorum partes κL, fornicum summus quidem DIE, medius verò κML. Dico, magis cedere pulsos muros summos circa DE, quam in medio circa κL. Sunt enim muri BA, GH ceu vectes quidam, quorũ extremis partibus à fulcimentis BG remotissimis potentia admouetur, hoc est, ipsius fornicis DIE ad DE incumbans repulsio; longior est autem pars à fulcimẽto ad potentiam AB, ipsa Bκ: Data igitur paritate potentiarum plus operabitur ea quæ in D, illa quæ κ. facilius ergo repellentur muri in DE quàm in κL. Alia quoque ratio intercedit, siquidem pondus muri superioris ADκ, premens inferiorem murum κBC, cum sua grauitate firmiorem, & pulsionibus minus obnoxium reddit. Difficilius enim propellitur id quod graue est quã quod leue, vt nos quæstione 10. demonstrauimus.



QVÆSTIO XVII.

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

IN parua re magnum negotium. Etenim quæstio hæc clarifclarissimorum 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.

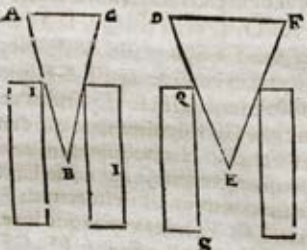


Nos autem pro veritate certantes, si in horum sententiam vltrò non transierimus, multa venia digni à non iniquo iudice existimabimur. Aristotelis mentem clarè & fusè explicat G. Vbald. in Mechan. vbi de Cuneo peculiariter agit.

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 verò 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, seorsum à cuneo considerati in puncto F, adinuicem fulti atque distracti pondera pellerent H in NP, I verò in O, Q. Verumenimuerò quoniam cunei angulus non mutatur, nec vertex ipse centri vllum prorsus præbet vsum, 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 H ipſam 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.

Porrò G. Vbald. iis quæ de diuaricatis vectibus in medium adduxerat non acquieſcens alias quærit cauſſas, cur cuneus minoris anguli validiùs ſcindat. Idq; ex quodam lemmate demonſtrare conatur, figura autem eius ita ferè ſe habet.



Eſto cuneus ABC, item alius DEF. Demõſtrauit igitur ex aſſumpto, quo acutior fuerit angulus BIM, eo faciliùs 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 æqualiſue potentia æqualiter mouebit pondera I & Q, quod ipſi eiuſdem demonſtrationi prorſus concludit contrarium. Nec meo quidem

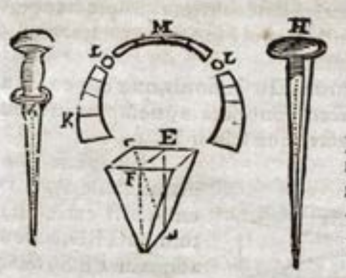
quidem iudicio id ſequi videtur, propterea quod ex Pappo ea quæ in planis inclinatis mouentur, redigantur ad libram. Ratio enim valde eſt diuerſa, ſiquidem pondera quæ in planis inclinatis mouentur, certa habent fulcimenta & determinatas tum brachiorum tum ponderum proportiones, quæ omnia in cuneo, nec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

His igitur difficultatibus conſideratis, Nos cunei vim, ad alia eſſe principia referendam pro comperto habemus. Ordimur igitur hoc pacto. Cuneo quidem res diuidi certum eſt. Cæterùm 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 vtitur, 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 & ſuperficierum naturam quodammodo aptari facilè docebimus. Dicimus igitur, duplicem eſſe Cuneorum ſpeciem, linearem vnam, ſuperficialem alteram. linearem appello, quæ ad lineæ naturam magnopere accedit. Tales ſunt orbiculares illæ cuſpides, quibus ad perforandum vtimur, & ideo vernaculè Pantirolos vocamus. Acus item ſutorij, & cætera quæ non ſecus ac linea in punctum deſinunt, & imaginariam quandam lineam ceu axem in eo puncto deſinentem continent. Ad lineam quoque referuntur lateratæ cuſpides oblongæ, & ſubtiles ceu ſubulæ, claui, enſes, pugiones, & his ſimilia, quæ cum adacta validam faciant partium ſeparationem ad cunei naturam nō referre magnæ videretur dementiæ. 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 animaliũ, cutes aculeata proboſcide penetret? Id vtique non alia de cauſſa fit, quod ad imaginariæ lineæ ſubtilitatem quam proximè accedat. Veſpæ quoque, Apes, Scorpiones aculeis iſtis ceu linearibus cuneis vtuntur. Nec refert, vt diximus, vtrum laterati ſint, ceu ſubulæ, & claui, vel rotundi & vtrum plura pauciorave latera habeant, dummodo in punctum & aculeatam aciem deſinant. Altera porro cuneorum ſpecies ſuperficiei naturam ſapit, acie ſiquidem in lineam deſinit, quæ ſuperficiei eſt terminus, quãobrem huc ea omnia referuntur, quæ acie ipsá ſcindunt, ceu ſunt cunei propriè dicti, de quibus hoc loco eſt ſermo, cultra, enſes, aſciæ, ſecures, ſcalpra lata, & cætera eiuſmodi, quibus corpora acie ſcinduntur. Quidam his addunt ſerras, quibus haud prorſus aſſentimur. Etenim alia ratione diuidunt, ſicut & limæ ſolent, deterendo enim, nõ ſcindendo ferri, ligni, & marmorum duritiem diuidunt & domant. His igitur cõſideratis, ſi daretur ex materia quapiam infrangibili cuneus, qui maximè ad ſuperficiei naturam accederet, vel paruo labore tenaciſſima ligna validiſſimè ſcinderet, & ideo optimè res gladijs illis diuiditur, qui magis ad ſuperficiei naturam accedunt. Ex quibus omnibus, nî fallimur, clarè patet, cur acutiores angulo cunei obtuſioribus facilius ſcindant, quæ quidem ratio longè ab ea diſtat, ex qua cæteri ferè omnes Cuneum ad vectis naturam referre hactenus contenderunt.

Cæterùm vtramque eorum quos diximus, cuneorũ ſpeciem ſolertiſſima cognouit Natura, & ideo quoniam res vel contuſione vel perforatione, vel ſecatione conficiuntur, triplicem dentium qualitatem dentatis animali

bus



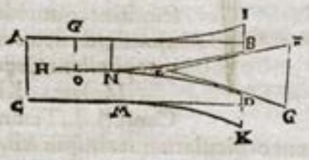
bus dedit, Molares, qui & Maxillares appellantur, quibus cibus contunditur, Canini, quibus fit perforatio, Anteriores, quibus cibus ſcinditur, quos ideo τμηκοὺς, id eſt, ſecantes appellant Gręci. Molares KK, Canini L, L, Temnici ſeu ſecantes M. Cuneus orbicularis lineariſque AB, in quo axis linea eſt, ad cuius naturam accedit AB cuneus ſuperficialis CD, accedens ad ſuperficiei naturam, quam vitro imaginamur EFGD, in aciem cunei deſinentem GD, Lateratus lineariſque cuneus, clauus HI.

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

Multa hîc addere potuiſſemus ad Cochleam ſpectantia, quippe quòd Cochlea cuneus ſit Cylindro inuolutus, qui quidem ad mallei, ſed vectis virtute ſibi adiunctâ, validiſſimè operatur, & ſexcentis inſeruit vſibus. Veruntamen cùm de hac ſpecie egregiè diſſerat G. Vbaldus, con-

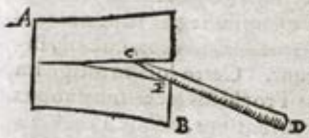
consultò hanc disputationem omittimus; idque hac quoque de caussa, quod nihil de cochlea, ac si eam non nouisset, locutus sit Aristoteles.

Possumus autem in actu scissionis, quæ cuneo fit, aliâ tamen ratione 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, fiatq; scissio per longitudinem secundum lineã EH. facta igitur ex cunei ingressu partiũ separatione B, expelletur in I, D verò in K. fient igitur materiæ scissæ partes AIBH, CKDH, ceu duo vectes, quorum hinc inde in corpore ipso fulcimenta L, M potentiæ vtrinque dilatantes BD, pondus verò materiæ resistentia, in separationis loco vbi N. Ducatur NL, quanto itaque BN maiorem habebit proportionem ad LN, eo faciliùs resistentia quæ in N, superabitur. Mutatur autẽ assiduè in ipsa scissione fulcimentum, & cũ fulcimento ipsa proportio. Pertingente enim scissione in O, fulcimẽtum fit in P. quo casu scissura est facilior, quippe quod maiorem habeat proportionem BO ad OP, quã BN ad NL. Hoc autem experiuntur materiarij, qui primis ictibus, securiculâ nondum probè adactâ, & nondũ ĩm factâ notabili scissione difficultatem sentiunt, mox facta iã separatione facillima paullatim fit materiæ totius separatio. Hoc idem & nos absque cunei vsu experimur, cum baculum aut quippiam tale manibus diductis scindimus. à principio enim difficultatem sentimus, deinde ex ea quã diximus proportione scissio ipsa fit apprime facilis. Vtimur

mur etiam vecte cuneato ad ſcindendum & aperiendum: adacto enim ſciſſuræ cuneo, idque manu malleoue, tum ab altera extremitate preſſo, valida fit ex vectis vi cõtinui corporis ſeparatio. Materia ſciſſilis AB ſcalprũ 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.



QVAESTIO XVIII.

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

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

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

Q Tigna

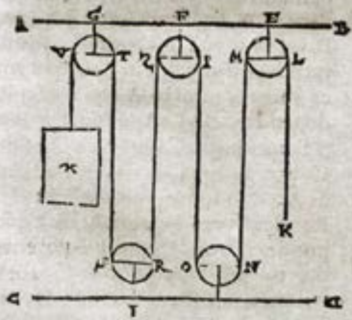
192

Tigna ſanè vocaſſe videtur ea ligna, quæ à Vitruuio Rechami dicuntur, in quibus nempe ipſi inſeruntur orbiculi. Etſi de tignis eiuſmodi aliud quippiam ſentire videatur Picolomineus. Græca lectio pro tignis habet ξύλα, id eſt, ligna; item vbi Leoniceni verſio legit, ad ſe inuicem iunctis, textus habet συμβαίνουσιν αὐτοῖς ἐναντίως, 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 cohæreat, 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. Pondus alteri ligno Trochleæ appenſum F. Tracto itaque fune DABC, eleuatur & trahitur pondus F. Ex quibus clarè patet, Philoſophũ propoſuiſſe Trochleam duobus tantum orbiculis munitam, quod vtique ſatis erat ad explicationem. Inquit autem, faciliùs vecte quã manu pondus moueri. Trochleam verò (id eſt, orbiculum; ita enim eſt intelligendum) eſſe vectem, aut vectis virtute operari. Ita autem videtur argumentari. Si vnicâ Trochleâ plus trahitur quàm manu, multo faci ius & velocius id fiet duobus, quibus plus, vt ipſe ait, quàm in duplici velocitate pondus leuabitur. Summa dictorum eſt, ex multiplicatione orbiculorum pondus ipſum imminui, & minori difficul-

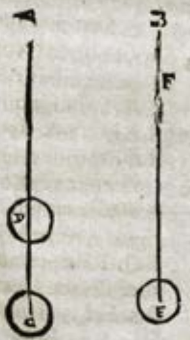
tate

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 vtamur, 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 vtcunque à fulcimento diuiditur. Libra verò quod & orbiculis ex centro accidit, semper bifariam. Ad hæc videtur ille ad orbiculorum multiplicitatem Trochlearum vim referre. Si enim, ait, vnicâ Trochleâ pondus facile trahitur, id multo validius pluribus fiet. Veruntamen non absolutè ex orbiculorum multiplicatione id fieri ita ostendemus,



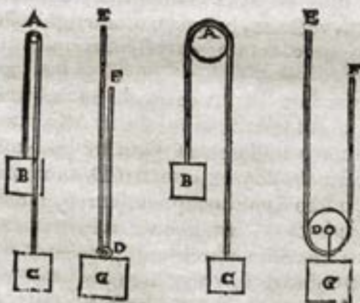
Sint duæ oppositæ lineę rectę, vtpote trabes AB, CD, inuicē æquidistantes & ipsæ stabiles: superiori tres appendantur orbiculi ex pūctis E, F, G, nēpe ML, PQ, TV. inferiori autē duobus punctis IH, nempe NO, RS. Erunt igitur in vniuersum quinque, indatur per eos funis ductarius KLMNOP QRSTVX, ex cuius extremitate pendeat pondus X.

Trahatur funis in K. Dico ex multiplicatione orbiculorũ, trahenti pondus nequaquam minui. Sint autem orbiculorum diametri, LM, NO, PQ, RS, TV, applicetur potentia in S. Erit igitur ad hoc vt ſuſtineat æqualis ponderi X, orbiculi enim TV ſemidiametri ſunt æquales. Transferatur potẽtia in q, & ita deinceps donec perueniatur in K, vbi funis ipſius 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 quærenda 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, diuiſæ quidem in A, ſit autem lineæ BA caput B, ipſius verò CA caput C. Modò intelligantur vnitæ in A, ſitq́ue vnica linea à puncto A ceu funiculus dependens BAC; Appendatur capiti B pondus B. Capiti vero C, põdus C, inter ſe æqualia. Potentia igitur in A, duo ſuſtinebit pondera BC. Pondera verò ex æqualitate æqueponderabunt. Quod ſi B potentia dicatur ſuſtinens pondus C, aut C potentia ſuſtinens pondus D, vel duæ potentiæ inter ſe æquales, nihil refert. Vtcunque enim id ſit, fiet æquilibrium. Habemus igitur ex iſtis ad ſuſtinendum pondus ex ſuperiori parte appen-

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 potentiæ pondus E sustinentes D, F. Vtraque igitur dimidium sustinebit ponderis E, sed potentia quæ sustinebat pondus B, in C erat ipsi B æqualis, vbi appensio ponderis erat in superiori parte in A, hîc autem, vbi 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.



Sit igitur punctum A, vt in sequenti figura clauus paxillusue, 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 funi-

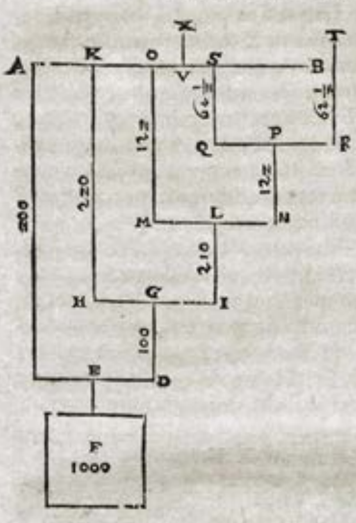
funiculos circa paxillum, & anulum ad attollenda & deprimenda pondera mouere incommodè illis vtique succedebat, clauo & anulo motum difficilem facientibus. Quamobrem vt difficultati occurrerent, ad locum claui clauo ipsi orbiculum circumposuerunt, & anuli itidem loco orbiculum aptauerunt. Hæc autem agentes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

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 vtique 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 ijſdem inſiſtentes adiecta libra, vecteue, bifariam diuiſo rem ipſam ex ſubiecto diagrammate lucidiorem faciemus.

Eſto linea quædam ſtabilis ceu 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 vecti 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



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 vectes quatuor inferiorum cubiculorum loco, CD, HI, MN, QR, quorum centra E, G, L, P. quoniam enim A hoc eſt, C, vnà cum potentia G, hoc eſt, D, ſuſtinet pondus F alterum ponderis dimidium ſuſtinebit C, alterũ vero D. erunt igitur vtrinque libræ quingentæ. Tum potentia in K, hoc eſt, in H, vna cum potentia in L, hoc eſt, in I ſuſtinebunt quingenta. Quare vtraq; 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 quæ ſuſtinet in T, & locis ipſis ſtabilibus quindecim partes integri ponderis, potentia verò T ſextam decimam

tantùm

tantùm commendari. Itaque si ex puncto V appenderetur 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 trigesimam secundam partem integri ponderis, hoc est, dimidium librarum sexaginta duarum cum dimidio, nempe triginta & vnam cum quarta parte, si item sextus adderetur, potentia in T sexagesimam partem sustineret integri ponderis, hoc est, libras quindecim & $\frac{5}{8}$ libræ vnius. Vnde patet clarè ponderis diminutionem fieri ex orbiculis inferioribus, non autem ex superioribus, superiores autem addi non necessitatis quidem, sed commoditatis gratiâ: neque enim absque superioribus vnico ductario fune fieri posset attractio & ponderis ipsius eleuatio. Hactenus igitur nobis isthæc de Trochleæ natura & vi post alios, considerasse sit satis.

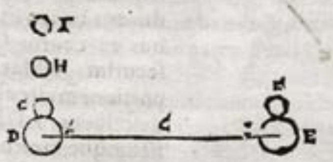
QVÆSTIO XIX.

Dubitat Philosophus, Cur si quis super lignum magnam imponat securim, desuperq́; magnum adijciat 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?

POterat Aristoteles, ni fallimur, rem breuius & vniuersalius 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

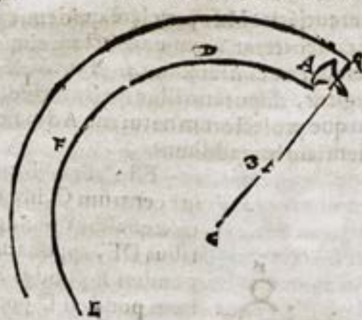
dum

dum eam quæ est percutiẽtis? Hæc præclarè quidem, cætera autem, quæ de cuneo iterat, nempe ad vectem eius operationem referri superius confutauimus. Porrò 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, librata 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 sex ex H in lançem 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 vtique 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



locus vbi humero brachium iungitur, motus ipſius centrum, attollit autem ſecurim is qui percutit,& retro ad ſcapulas reducens totis viribus 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 percutiente impreſſa. Fiunt autem motus tam naturalis quàm violentus eo validiores, quo maius eſt ſpatium, quo res mota mouetur, idque præcipuè cum violentia ipſam ſecundat naturam. Itaque maior fit ictus in E quàm in F, & in F maior quàm in D. Item violentius feriret percutiens, 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 malleoue vtitur, 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, ea ratio eſt, quod cuneus adactus, nec inde remotus eam interim ſeruat, quam antea fecerat partium ſeparationem,

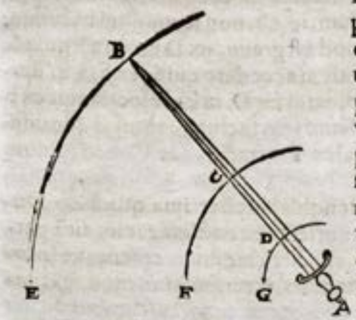
quod

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 enſem, 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 fiunt 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 efficaciorem 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, quā in C. Hiſce hoc pacto conſideratis, putarem ictum efficaciorem 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, erunt AB, duo fulcimenta ſuſtinentia pondus in C, vbi grauitatis eſt centrum, Si igitur paria fuerint ſpatia BC, CA,



in B erit dimidium ponderis C, quantum ergo velocitate præualet ictus in B, tantũ 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 naturâ 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.

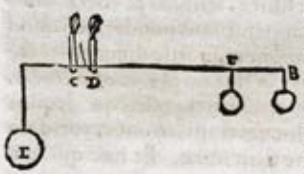
QVAESTIO XX.

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

SOluit Philoſophus, inquiens, ſtateram ſimul, & vectem eſſe & libram, ipſius verò libræ centra ſeu fulcimenta

eſſe

eſſe ibi vbi ſit 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 põderis 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.

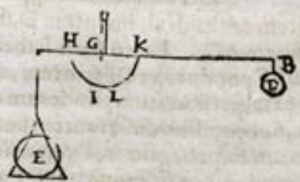


Eſto igitur ſtatera AB, cuius appendiculum currens F, fulcimentum centrumue C, lanx quæ catena ſuſpenditur E ſpatium à loco fulcimenti ad appendiculum CF. quod verò à fulcimento ad catenam, ex qua lanx appenditur AC. Intelligatur autem & aliud fulcimentum D, ſitque maius ſpacium AD, quam AC. Porrò ita ſe habeat pondus in E ad appendiculi F pondus, vt CF ſpatium, ad ſpatium AC, quo caſu ſeruata, permutatim, ponderum & brachiorum proportione, fiet ęquilibrium. 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 præualebit pondus E ponderi F. Itaque vt iterum fiat æquilibrium, neceſſe eſt iterũ proportiones brachiorum ſeu ſpatiorum proportionibus ponderum æquare. Transferatur igitur (lancis interim immoto pondere) ipſum appendiculum in B, fiatque vt FC ad CA, ita BD ad DA. Stabit autem iterum ſtatera ad eam redacta quam

 dixi-

diximus brachiorum & ponderum permutatam proportionem.

Nos ſtateris vtimur ex duplici fulcimento, altero propiori, altero à lance ſeu loco, vbi lanx appenditur, remotiori, illa grauiora appendimus pondera, & non per vncias & 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 appenſionis lancis vicinius, & per libras, ſelibras & vncias diuiditur, quo quidem minora appendimus pondera, eò quod exquiſitioré contineat diuiſionem, ſubtile dicunt. Rectè igitur dicebat Philoſophus, in ſtatera plures eſſe libras, quanquam & ea quoque de cauſſa dici poſſit, quod, quot ſunt appendiculi, è loco in locum translationes, totidem ex proportionum variatione fiant libræ. Et hoc quidem ſenſiſſe videtur Ariſtoteles.



Poſſemus & alio modo ſtatera vti, nempe ſtabili appendiculo, mobili autem fulcimento. 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 vbi ſit eſt ignotum. Ex illo autem inuento ſi corpus totum appendatur, partes æqueponderabunt. Appendatur autem, puta in G, ſit autê grauitatis centrum in H. Quoniam igitur H eſt extra fulcimentum G, declinabit ſtateræ pars GA, centro G per cir-

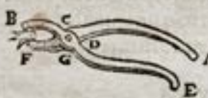
circuli portionem HI, à centro grauitatis in ipsa descensione descriptam. Si autem grauitatis centrum fuerit vbi K, eo quod ibi quoque sit extra fulcimentum G, descendet pars GB, describente interim grauitatis centro K, circuli portionem KL. Itaque si stateram totam cum ponderibus trahamus pellamusq; 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 citroque transferre, quæ difficultas commodè appendiculi mobilitate vitatur.

QVAESTIO XXI.

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

RESpondet Philosophus, An quia ex manu, magis quam ex dentiforcipe 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 destruere, & 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. i c l ibitur, mollis enim est digitorum caro, ferrum autem circumplectitur, & hęret magis. quicquid sit, Græcam lectionem contrarium ei quod quæritur,

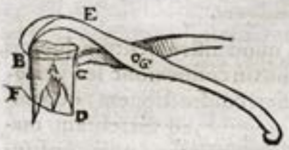
tur,affirmare certum eſt. Picolomineus,Ideo,inquit,digitorum caro mollis minus aptè extrahit, quod dentem totum comprehendere non poteſt,quod ferrum ob ſuam duritiem & conſtantiam commodiſſimè facit. Senſum ex mente reddidit,quod ex verbis non poterat. Subiungit denique Ariſtoteles,An quia dentiforcipes 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: vtroque igitur vecte B,& F ſimul comprehendentes mouent,Hæc ille. Attamen 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 eſſe pondus,ego quidem abſolute non dixerim. Pondus autē hîc propriè 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 prorſus ad extractionem : id tamen operatur brachiorum longitudine dentiforceps, quod valide ex vectium 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 claui reuelluntur, qua de re nos queſtione 6. verba fecimus. Quo pacto autē dentis

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 partiũ, quibus Dens apprehenditur, ea quæ longior est potentiæ 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. Dente igitur apprehenso in BC, & manu dentiforcipe ceu vecte ad inferiora compresso C, fit fulcimentum centrumue. Stante enim puncto C, trahente autem potentia quæ est in B, fit motus ipsius B, per circuli portionem BE, radicis 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 vtique 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 ferrum

S rum

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

QVÆSTIO XXII.

Hic quærit Ariſtoteles, Cur nuces abſque ictu facile confringuntur inſtrumentis quæ ad eum faciunt vſum, & hoc licet multum auferatur virium, ceſſante motu & violentia, quod accidit dum malleo confringuntur. Addit præterea, citius fieri confractionem graui, & duro inſtrumento ferreo videlicet quàm ligneo.

SOluit, inquiens, id fieri quod inſtrumentum duobus vectibus conſtet, coeuntibus in connexione ſeu vertebra, & idcirco eo violentius fieri confractionem, quo minus eſt ſpatium à nuce, quæ frangitur, ad vertebram: maius verò quod à vertebra ad extremitates, quæ confringentis manu comprimuntur. Ait igitur, & id quam oppoſite, vim ex vectibus ictus loco ſuccedere & idem operari.

Eſto igitur inſtrumentum, de quo agimus CDBF, ex duobus vectibus conſtans, quorum alter CAF, alter verò DAB vertebra ſeu connexio A locus vbi nux frangitur K, manubria vero BF. quo igitur prolixiores erunt AB, AF, breuiores vero AC AD, violentius fiet cõfractio. Erit autem nucis reſiſtentia loco ponderis A, fulcimentum BF loco potentiæ. Itaque ni maior ſit proportio potentiæ 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 fuerit pars vectis quæ à potentia ad fulcimentum.

Quod autem addit Aristoteles, eo maiorem fieri vectium eleuationem, hoc est, instrumenti aperitionem, quo magis nux quæ frangitur, fuerit propior fulcimento, hoc est, ipsi vertebræ, facile ostenditur ex conuersa 21. propos. lib. 1. Elem. si enim ab extremitatibus vnius lineæ ad easdem partes constituantur duæ lineæ maiores concurrentes in angulo, & ab ijsdem extremitatibus duæ aliæ minores, quæ intra triangulum à maioribus constitutum cadant, maiorem angulum continebunt. At talis est angulus qui fit in instrumento, cum partes vectis à vertebra ad nucem fuerint breuiores. magis ergo dilatantur vectes, & magis dilatati magis comprimuntur, magis autem compressi validius frangunt, quod dixerat Aristoteles.

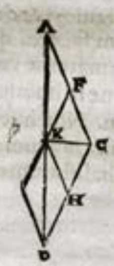
Cæterum & illud quod scribit, ex grauiori & duriori materia instrumentum citius fractionem facere, quam ex leuiori & minus dura, ex parte quidem materiæ verum est, nec pertinet ad proportionem, quæ sane in huiusmodi instrumentis formæ ferè habent rationem. Nos hisce instrumentis non vtimur. Sunt autem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

QVÆSTIO XXIII.

PVlcherrimam proponit hoc loco Philosophus contemplationem, eamque ad mixtos motus pertinentem. Mixtorum autem motuum speculationem antiquis Mechanicis fuisse tum vtilem tum etiam familiarem, norunt ij qui norunt quæ de lineis spiralibus Helicisue, cyssoidibus, conchoidibus & alijs eiusceemodi scripta & contemplata reperiuntur, quibus tum ad duarum mediarum proportionalium inuentionem , tum ad circuli quadrationem vti solent. Quod autem hîc quærit Aristoteles, ita se habet.

Cur si duo extrema in Rhombo puncta duabus ferantur lationibus, haudquaquam æqualem vtrumque eorum pertransit rectam, sed multo plus alteram? Item cur quod super latus fertur, minus pertranseat quam ipsum latus. Illud enim diametrum pertransire certum est, hoc vero maius latus, licet hoc vnica, illud autem duabus feratur lationibus?

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



Esto itaque Rhombus ABCD, cuius latera AB,BD,DC,CA, diametrorum maior AD, minor BC, secantes se inuicem in puncto seu figuræ centro K. Sunt autē ex ipsius Rhombi natura latera æqualia & parallela, Angulorum vero qui maiori diametro opponuntur, recto maiores, qui vero minori minores. His igitur consideratis, intelligatur punctum A moueri peculiari & simplici motu, per lineam AB, ab A versus B, & eodem tēpore moueri totam lineam AB, versus lineam DC, hac tamen lege, vt semper eidem DC feratur parallela, & eius alterum extremorum feratur per AC, alterum vero per BD, Intelligatur etiam punctum B moueri eodem tempore proprio motu, eoque simplici, per eandem rectam BA, versus A, & cum eadem, vt dictum est, mota; ferri versus

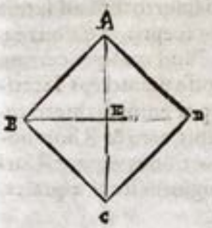
sus

ſus CD. Erunt autem ſemper AB puncta in eadem linea quæ mouetur, ſibi inuicem ex contrarijs partibus occurrentia. Itaque cum ex duobus motibus ſemper proportionalibus, hoc eſt, laterum proportione ſeruata, recta producatur, vt demonſtratum eſt à principio, vbi productio circuli ex Philoſophi mente eſt declarata, vtraq; puncta quæ eandem laterum proportionem ſeruantia mouẽtur, rectas lineas producẽt 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 ſimplices, tum punctorum, tum etiam lineę, à qua puncta ipſa feruntur, æquali velocitate fieri. Illud igitur mirabile eſt, cuius etiam ratio quæritur, quo pacto eodem tempore eademque velocitate latum A quidem totam percurrat AD maiorem, B vero totam BC, eamque longe minorem? Porro neceſſe fuit rem in Rhombo ſpeculari, non autem in quadrato & altera parte longiori rectangulo, in quibus diametri (quod Rhombo non accidit) ſunt æquales. Imaginemur igitur A, proprio motu percurriſſe ſpatium AE, nempe ipſius AB lineæ dimidium. Erit igitur in E, item lineam totam AB eodem tempore pertranſiſſe dimidia oppoſitarum linearum, ACBD, & eſſe translatam, vbi FKG. Quoniam igitur æquali celeritate lineæ AB extremitas A, translata eſt in F & A, punctum per eam motum in E, erit ſpatium AE, æquale ſpatio AF. Ductis igitur lineis FKG, EKH lateribus AB, AC æquidiſtantibus, 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, & linea AB verſus CD, cum B fuerit in E extremum lineæ motæ BA, nẽpe B erit in G, æquales ergo ſunt BE, BG & Rhombus 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 igitur simplicium motuum velocitate, in æqualia spatia AB puncta pertransierunt, quæ res miraculo, cuius dilutio quæritur, præbet occasionem.

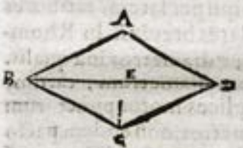
Porro quod de dimidijs diametris demonstratum est, possumus & de totis eadem ratione concludere, quippe quod eadem sit proportio partium ad partes, quæ totius ad totum. Hæc igitur prima est pars propositæ quæstionis. Secunda vero dubitatio ita habet; Nempe mirum videri punctum B, cum peruenerit in C, extremum lineæ BA, videlicet ipsum B, translatum esse in D, licet æqualiter moueantur linea BA, per lineam BD, & punctum B per lineam BA. sitque BC ipsa BD maior. Primam dubitationem hoc pacto soluit Philosophus; A fertur tum proprio, tum alieno motu, hoc est, lineæ AB versus oppositam partem CD, Itaque cum vterque motus deorsum vergat, motus fit velocior. Contra vero B proprio quidem motu fertur versus A, hoc est, sursum, alieno vero, hoc est, lineæ BA versus D, hoc est, deorsum, qui motus cum inuicem aduersentur, motus ipse fit tardior, non igitur est mirum, A eodem tempore maius spatium pertransire quam B.

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

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



item A, versus B, & B versus A, itaque punctum A tum proprio tum alieno, hoc est lineæ illud deferẽtis motu deorsum trudet, hoc est, versus CD. Motus ergo velocior erit motu puncti B, quod lationibus 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 caussa sequi debuisset effectus; non sequitur autem, Aristotelis igitur caussa non est caussa. 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 satisfacientibus veriorem si per imbecillitatem nostram licuerit, huius effectus caussam inuestigabimus. Rationibus igitur & veritate contra auctoritatem & probabilitatem est nobis pugnandum: quod & intrepide faciemus.

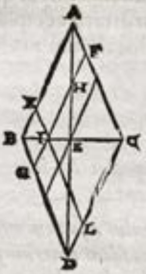
Dicimus igitur, in quouis parallelogrammo sit illud quadratum aut altera parte longius, vel idem Rhombus Rhomboisue semper mixtos motus proportione seruata

fieri

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

Itaque diametrorum & laterum varia adinuicem ratione se habentibus, attentis proportionibus, mixtorũ & 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 quidẽ, sed ex illis tardior qui per latus 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 variæ sint diametrorũ ad latera habitudines, varia quoque dari potest proportio. aliquando enim diametri dari possunt lateribus maiores quandoque, alter eorum minor. Si autem Rhombus in duos soluatur triangulos, alter diametrorum datur æqualis æqualibus lateribus æquicrurium triangulorum; itaq; in istis mixti motus per diametros ęque veloces erunt simplicibus, qui per latera longiora, velociores autem illis qui per latera breuiora. His igitur hoc pacto non perfunctoriè consideratis, facile ex proprijs caussis, nî fallimur, hocce Aristotelicum & mirabile Problema soluitur.

Esto



Esto enim Rhombus ABDC, cuius diameter longior AD maior sit tum lateribus, tum etiam altera diametro 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 parallela ducatur KIL, Cum ergo B mixto motu per diametrum BC erit in I & A per diametrum AD, mixto similiter motu erit in H, & quia motus mixti 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, quippe quod AE longior sit ipsa EB. motus igitur mixtus puncti A per diametrum AD vsque ad H velocior est motu B, per diametrum BC vsque ad I. *Mota igitur linea AB mouebuntur* communia eius & diametrorum BC, AD puncta, 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 problematis partem pertinet, dicimus Propositionem non esse vniuersalem. Si enim Rhombus detur, ex duobus æquilateris triangulis constans, breuior diameter lateribus erit ęqualis, 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 lõgius, nec mirum quoque erit simplici motu moueri velocius quam mixto, quippe quod, vt

T dictum

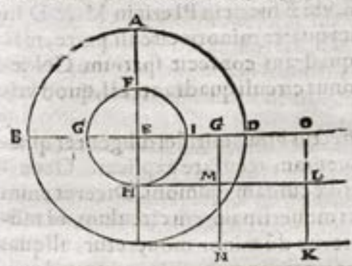
dictum est, motus isti à proportionibus linearum, per quas mouentur, legem velocitatis atque tarditatis accipiant. Hæc igitur nos circa hoc mirabile Aristotelicum problema considerare sit satis.

Qvæstio XXIV.

Mirabilem aliam quæstionem proponit Aristoteles, quæ itidem ad mixtos motus pertinet.

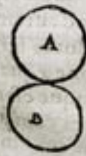
Dubitatio est, quam ob caussam maior circulus æqualem minori circulo circumuoluitur lineam, quando circa idem centrum fuerint positi. Seorsum autem reuoluti quemadmodum alterius magnitudo ad alterius magnitudinem se habet, ita & illorum adinuicem fiunt lineæ: Præterea vno etiam & eodem vtrisque existente centro. Aliquando quidem tanta sit linea, quam conuoluuntur, quantum minor per se conuoluitur circulus, quandoq; vero quantum maior.

Hæc ille, qui vt probet maiorem circulum in sua rotatione maiorem lineam pertransire, minorem vero minorem; ait sensu cognosci angulum maioris circuli, id est, eius qui maiorem habet circumferentiam, esse maiorem, eius vero qui minorem, minorem. Ita autem se habere circumferentias vt se habent anguli, & eandem proportionẽ habere per quas tum maior, tum minor circulus circumuoluuntur. Ad quorum clariorem intelligentiam ea reuocare oportet in memoriam, quæ dixit de maiorum circulorum ad minores circulos nutu. Hic enim, quod ibi quoque fecerat, sectorem ipsum angulum appellauit, angulum vero maiorem maioris circuli sectorem, & minorem angulum minoris ipsius circuli sectorem dixit. Claudit igitur dicens: quoniam circumferentiæ se habent vt anguli, hoc est, vt sectores, maior erit circumferentia maioris circuli, & ex consequenti maior linea, per quam circumcumuoluitur,ea per quam minor. Demonſtrationem vero ex ſenſu petijt. Sat autem 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, nî fallimur, clariorem, proponemus.



Eſto circulus maior ABCD, minor FGHI, circa idem, & commune cẽtrum E. Circumuoluatur maior ad partes D. Sint autẽ diametri, maioris quidẽ AEC, BED, minoris verò FEH, GEI, ſitque CD, quadrans maioris, HI vero minoris circuli. Moto igitur maiori circulo ſecũdum 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 quadrãtis 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 minori circulo, maiorem vna circumuolutũ 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 curuæ HI. Tunc autem facto motu centrum E erit vbi P, existente EP, ipsi HM æquali, demittatur autem ex P per M, ipsis HL CK perpendicularis PMN. Et quoniam in eadem linea sunt DIE, vbi E fuerit in P I erit in M, & D in N. quamobrem rotata quarta minoris circuli parte, maioris interim circuli quadrans confecit spatium CN æquale ipsi HM, hoc minus circuli quadranti HI, quod vtique est admirabile.

Porro caussam 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 dũ minor moueretur, aliquas inter rotandum moras interponeret, minor vero ad motum maioris spatia aliqua transiliret, & ita spatiorum fieri adæquationem. Porro demonstrationem aggressurus hęc assumit principia. Eandem ęqualemue potentiam, aliquã 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 iunctũ nempe ipsi B, quam si ab ipso esset seiũctum. Pręterea quod non suo, sed alieno motu mouetur, impossibile esse plus eo moueri qui mouet.

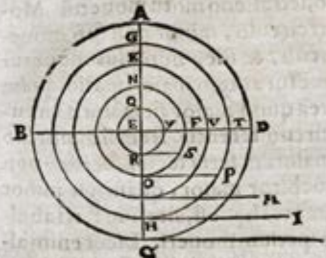


mouet,siquidem non suo,sed alieno motu mouetur. Moto igitur suo motu maiori circulo, minor non suo mouetur,sed motu maioris circuli, & ideo non plus mouetur quam ille moueatur,mouetur autem maiori spatio quam ex se moueretur,propterea quod maior sit maioris circuli,à quo simul defertur,circumferentia. Item si minor suo motu circumuoluatur,maiorem feret secum, & ideo non plus in sua rotatione mouebitur maior, quam ipse minor circulus moueatur. Summa rei hęc 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 si eam habeat,ipsa nequaquam vtatur. quod non fit si vterque separatim circa proprium centrum moueatur, tunc enim magnus magnum, paruus vero paruum spatium conficit. Hinc decipi ait Aristoteles illum,qui putat vtrumque circulum per se super idem centrum in rotatione moueri, licet enim videatur,re vera non est. Id enim vtique certum est,cum à maiori circulo minor fertur, circa maioris centrum motum fieri. Si vero maior à minori feratur circa minoris circuli centrum motum fieri. Hæc ferè Philosophi est mens, cuius solutionem esse certissimam, & ex veris caussis non dubitamus.

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

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 absidem integri quadrantis

 spa-



spatium CD, eritque D, in F, item si ex rota GH, ex quadrante HT, erit T in I. Exalijs item minoribus in M, P, S. erit itaq; longissimũ spatium CF, breuissimũ vero RS, Mota igitur rota circa circulũ seu axem, QR, maior rota spatio 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, vbi cum non sit circulus, nullus fiet progressiuus 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 materiæ circa quem & cum quo circumuoluatur rota, cauum semirotundum incidere oportet, in quo insertus axis dum conuertitur à loco in quo conuertitur, non recedat.

QVÆSTIO XXV.

Quæritur, Cur lectulorum spondas secundum duplam faciant proportionem, hanc quidem sex pedum, vel paulo ampliorem, illam vero trium. Item cur vectes funesue non secundum diametrum extendantur?

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

Nostra-

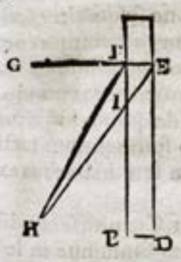
Nostrates alia vtuntur proportione, sesquialtera, videlicet, quam Græci Hemioliam dicunt, communiter enim pedes quatuor latos faciunt plus minusue, longos vero circiter sex. quod ideo fit vt in eis duo corpora commodius cubare possint. Lectuli autem, de quibus loquitur Philosophus, ad vnum tantummodo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

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

Cæterum lectos tabulis seu asseribus sternimus, quibus saccos paleis plenos imponimus, saccis vero culcitras, & tormenta, ne tabularum durities cubantes offendat. Atqui in re facili multum laborasse videtur Aristoteles, tum etiam obscure & inuolute nimis quæstionem tractasse. Difficilem enim apud eum habet hæc explicationem, tum ea [illegible] n diximus de caussa, tum etiam quod Græca lectio & [illegible] na versio corrupta, vt apparet, præ manibus habeantur. [illegible] ne 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 põdus inde commodius sustineatur. Tertia, vt in ipsa textura minus restium funiumue absumatur.

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

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



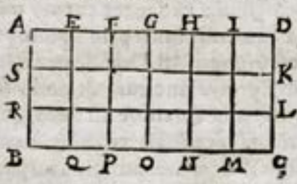
men inditus GFE, sitque E pars seu caput exterius, quod nodo in E distinetur. Sit autem spondæ lignum iuxta longitudinem vt natura assolet scissile. Vis quædam, fune ita extento applicetur in G, quę funem ipsum ad se violenter trahat, non discindetur idcirco sponda eo quod non diametraliter funis extendatur. 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 præualente, ligno vero scissili, minus resistente, funis, assecuta rectitudine, fiet in HIE scissa sponda ad quãtitatem trianguli FIE, quod fuerat demonstrandum.

Cur autem funes ab angulo in angulum extensæ minus commode pondus sustineant, satis patet. quo enim funis lõgior, 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 Philosoph⁹. Esto lectulus cum suis spõdis AB CD, cuius sponda AD, sit pedum sex, AB vero triũ, 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 spõdæ BF in tres partes distinguatur BN, NO, OF, & FC

& FG ſimiliter in tres FI, IK, KG, 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 adijciuntur particulæ cadentes extra, quæ ſunt FI, GH, KC. Poſt hæc alterius funis principium per foramen traijcitur, quod eſt in angulo B. Deinde per E, inde per L, N, O, M, D, F & in F probe vincitur, & nodo facto obfirmatur. Erunt igitur aliæ quatuor alterius funis partes, tum inter ſe, tum etiam ſupradictis æquales, nempe BE, NL, OM, FD, quibus illæ pariter adijciuntur particulæ, quæ cadunt extra, videlicet EL, NO, MD. quoniã igitur quadratis ex BA, AE æquale eſt quadratum BE, erit BE quadratum 18. cuius latus radixue $4\frac{1}{3}$ quam proxime. Sunt autem huius longitudinis funes æquales octo. Earum igitur ſimul ſumptarum longitudo erit pedum $34\frac{2}{3}$ vel circiter, quibus ſi addantur pedes ſex funium qui cadunt extra, erit reſtis totius longitudo expanſa pedum $40\frac{2}{3}$ plus minuſue. Picolomineus vero ait $34\frac{2}{3}$, omiſit enim particulas illas ſex, quæ, vt diximus, cadunt extra. Idem rationem funium diametraliter extenſarum in idem, ait eſſe longitudinis pedum $40\frac{1}{2}$. Hic autem eas quoq; particulas prætermittit, quæ extra cadunt. Itaque his additis clare patet, plus reſtium inſumi diametraliter ipſis, quam lateraliter extenſis. Cæterum ratio, qua Philoſophus hæc probare conatur, adeo eſt mutila, inuoluta, obſcura, vt Delio prorſus, vt 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, inutiliorẽ fuerint amplexati. Poterant enim reticulatim hoc per lineas lateribus æquidistantes intexere.



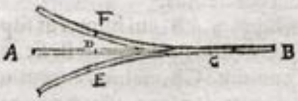
Esto enim lectulus eiusdem dimensionis ABCD, in cuius latere AD sint foramina quinque E,F,G,H,I, totidem in latere opposito QP, ONM. Duo vero in latere breuiori AB, nempe RS, & totidem in opposito KL incipiatur extensio à foramine E, per QP, F, GON, HIM & in M funis obfirmetur, tum alterius funis caput 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 XXXII. Vide igitur quantum hinc minus insumatur restium quam eo modo, quem probauit, & ceu vtiliorem proposuit Aristoteles. Præterea validissimum est hoc texturæ opus nec ex eo fit vera spondarum distractio scissione, quibus haud parum obnoxia est ea ratio, quam præfert ipse Philosophus. Concludimus igitur, aut nos eius verba & sensum non intellexisse, aut veteres ipsos, quorum vsum ipse explicat, rei, quam nos proponimus, naturam & commoditatem (quod tamen vix credibile est) ignorare.

QVAE-

QVÆSTIO XXVI.

Proponitur à Philoſopho examinandum, Cur difficilius ſit, longa ligna ab extremo ſuper humeros ferre, quam ſecundum medium,æquali exiſtente pondere?

DVo hic conſiderat,vibrationem,& pondus. Ait enim primo fieri poſſe,procera ligna vibratione impediente,difficilius ferri. Quæreret autem quiſpiam, (ipſe enim id reticet) cur vibratio hæc ferenti ſit nocua. Nos itaque id explicare conabimur.

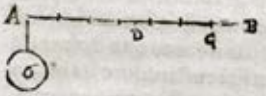


Eſto igitur lignum oblongum,flexile,& vt ita dicam , vibrabile AB, imponatur humero, eique hæreat in C, manu vero ſuſtineatur facta compreſſione in B. Nutet igitur & vibretur,in ipſa vibratione, ad partem A. Sit autem centrum grauitatis eius D, Lignum igitur in ipſa vibratione deſcendet ſua preſſus grauitate in E, tum facta ligni conſtipatione in ea parte quæ eſt inferius inter C & D,& inde reſiſtentia, eodem fere impetu quo deſcenderat,repulſum per D,nec enim in ſua rectitudine 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 antrorſum, impedit igitur motus iſte, qui fit ſurſum deorſum lationem,quæ fit ad anteriora;Latorem ipſum quodammodo retrahens. Si autem medio ligno ſupponatur humerus, eo quod vibratio ſit minor: breuiores 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 tamẽ ſit ad ferendum ab extremo, eo quod facilius eleuetur ex medio quam ab extremis, & ideo ſic ferre ſit facilius. Cur autem ex medio facilius eleuetur, cauſſam 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 vt fiat æquilibrium inter potentiam ſuſtinentem in B, & pondus comprimens in A, ita ſe habere oportet potentiam in B, ad pondus in A, vt ſe habet pars ligni AC ad partem CD. Eſto igitur pondus in A, puta librarum ſex. Erit igitur potentia quæ in B ad hoc vt ſuſtineat librarum triginta ſex, quas ſi addas põderi in A, fiet humerus in C ſuſtinens pondus librarum quadraginta duo. Si autem humerus medio ligno, hoc eſt, in D ſupponatur, ad hoc vt 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.



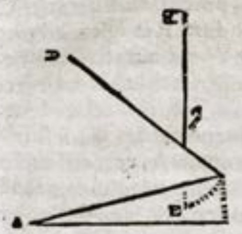
Poſſumus & aliter idem oſtendere. Intelligatur enim ijſdem ſuppoſitis, vectem quidem eſſe AB, cuius fulcimentum

cimentum quidem B, pondus A, potentia ſuſtinens in C, nempe inter fulcimentum & pondus. Res igitur ad eum vectis vſum reducitur, de quo G. Vbaldus tractatu de Vecte, propoſ. 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 ſariſſaue ſolo iacens manu ad alteram extremitatum apprenſa difficillime extollatur?

Eſto igitur ſariſſa haſtaue iacens AB, cuius extremitati A manus ad ſuſtollendum applicetur, ſit autem pars quæ digitis capitur AC, quæritur cur pars reliqua CB difficillime ſuſtollatur? Facile dubitatio ex præmonſtratis 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, Itaq; 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.



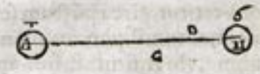
Sit enim hasta AB, quæ manu ex B capta eleuetur in C, & fiat in AC, tum facta ex C partis A veloci vibratione, ipsa extremitas A transferatur in D, sitque vbi CD, tum veloci manus depressione extremitas C transferatur in E, fiatq; EF horizonti perpendicularis; quod vbi factum fuerit, erunt in eadem linea quæ ad centrum mundi, manus ipsa quæ sustinet, & grauitatis ipsius centrum G, quare manus ipsa facta vibratione tantum portat, quantum præcise ipsius est hastæ pondus.

QVAESTIO XXVII.

Dubitatur, Cur si valde procerum fuerit idem pondus, difficilius super humeros gestatur, etiamsi medium quispiam illud ferat quam si breuius sit?

QVæstio hæc superiori est affinis. Ait autem Philosophus, caussam non esse id, quod in præcedenti quæstione dixerat, sed vibrationem: quo enim longiora sunt ligna, eo magis eorum extrema vibrantur, debiliora enim sunt & à medio remotiora, quare suopte pondere facilius nutant. Si autem breuiora sint ea caussa cessante minor fit aut nulla vibratio, quare breuiora feruntur facilius. Dupliciter autem vibratione ipsa, portans offenditur, tum ex caussa quam in superiori quæstione considerauimus, nempe quod motus sursum deorsum assiduus, progredientis motum impediat, tum etiam quod duplici pressione grauetur ferentis humerus, quod Philosophus non animaduertit.

Sit enim oblongum lignum AB, quod humero medio



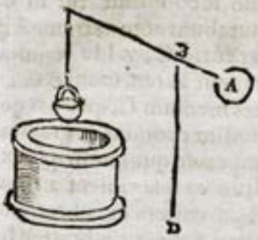
dio loco ſuſtineatur in C. nutabunt ergo extrema AB, à centro C, valde remota, cadent autem ſimul A in D, & B in E trahere ſecum conantes medium C, quare is qui in C ſuſtinet, non modo ligni ſuſtinet pondus ex grauitatis centro quod eſt in C, ſed impetum quoque in ipſa extremorum depreſſione acquiſitum ex ipſa violentia. Illud autem ſubtiliter conſideramus, portantem ex vibratione per interualla deprimi & ſubleuari. fiat enim vibratum lignum ex contrario motu, vbi FCG. alleuiabit 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 vtique demonſtrandum fuerat. Eſt autem quæſtio hæc illi familiaris, quam *16.* loco explicauimus.

QVAESTIO XXVIII.

Quæritur, Cur iuxta puteos celonia faciunt eo quo viſuntur modo? Ligno enim plumbi adiungunt pondus, cum alioquin vas ipſum & plenum & vacuum pondus habeat.

RESpondet 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 dimitti vt facilius extrahatur, plumbo nempe coadiuuante, & ſane Philoſophi ſolutio eſt luciđiſſima. Nos autem luci ipſi lucem aliquam adhuc afferre conabimur.

Eſto Celonium (Latine Tolenonem appellant) ABC, cuius arrectarium BD, tranſuerſum lignum AC, quod con-



conuertitur, circa pũctum seu fulcimentum B, pondus, plumbumue, vbi A, situla E, funi appensa CE. Dico rebus ita constitutis difficilem quidem esse vacuæ situlæ demissionem, facile vero eiusdem extractionem. Vectis diuisi, situlæ, ac ponderis, ad hoc vt fiat æquilibrium, ea debet esse proportio, 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, itaque 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 demissionem. Plena vero situla sit æquilibrium, vnde quantumuis pusilla vi adhibita, situla extrahitur, quasi ex semetipsa ponderis appensi virtute ascendens. Quantum igitur pondus dum vacua demittitur impedit, tantundem plena dum extrahitur, adiuuat. Quę cum ita sint, si paria sunt difficultas in demittendo, & facilitas in extrahendo, quæ ratio hoc in negotio vtilitatis? Sane situla vacua, manu per funem facile demittitur, plena vero difficile extrahitur, vsu autem Celonij res permutãtur. Corporis enim proprij pondere, dum premit, adiuuatur demittens, qui per funem simplicem extrahendo, ab eodem proprij corporis pondere impediebatur. quod quidem ex corporis pondere, auxilium, ingentem parit in extrahendo commoditatem.

Quippiam simile accidit, aquas è puteis extrahentibus vsu trochleæ. Sit enim trochlea puteo imminens ABCD, cuius centrum E suspensa quidem in A, funis, cui situla

ſitula ſuſpenditur FCABG, ſitula vero G. Eſt igitur diameter CED, inſtar libræ, quare vt fiat æquilibrium neceſſe eſt capiti funis F, potentiam applicare, quæ ſit æqualis pondere ſitulæ aqua plenæ, itaque extrahens proprijs viribus corporis pondus adijciens facile ſitulam aqua plenam extrahit, ex qua re magna extrahentibus fit commoditas. Patet autem diuerſo modo extrahentes iuuare Celonium & Trochleam, ibi enim corporis mole adiuuatur demittens vacuam, hic vero qui extrahit plenam aqua ſitulam.

Cæterum Celonij partem BC, qui à fulcimento ad funem longe maiorem eſſe oportet, ipſa AB, vt ſitula in profundum poſſit demitti, quamobrem ita ſe debet habere pondus in A, ad pondus ſitulæ plenæ, vt ſe habet brachium ſeu pars BC, ad partem BA. Tunc enim ex permutata proportione efficitur æquilibrium.

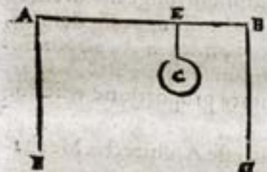
Illud addimus, nouum non eſſe Architectis Mechanicisque, tum hominum tum animalium vt commodius machinas moueant, adhibere pondera corporum. Nec enim alia ratione mouentur Rotæ illæ, quas ob hanc cauſſam ambulatorias vocant; quarum vſus ad Mangana, ad extrahendas è puteis aquas, & ad farinarias quoque 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.

QVAESTIO XXIX.

Dubitatur, Cur quando super ligno, aut huiusmodi quopiam, duo portauerint homines, idem pondus non æqualiter premuntur, sed ille magis cui vicinius fuerit pondus?

SOluit Aristoteles, inquiens, lignum esse vectem, pondus vero fulcimentum; res quæ mouetur is qui ponderi 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 eaque breuiori, mouetur.

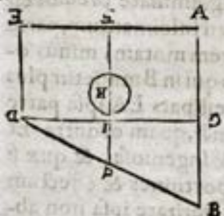


Esto lignum AB, pondus C appensum in E, vicinius extremo B quam ipsi A, sit autē portātium alter quidem AF, alter vero BG, Imaginemur itaque locum E à pondere ita figi & deprimi, vt sursum quidem ferri nequaquam possit, circa vero punctum E, ceu circa centrum fulcimentumue ipsum vectem conuerti. Lignum ergo AB vectis: mouens potentia A, pars vectis à potentia 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: Picolomineus vero Paraphrastes apposite duos vectes in vnico ligno

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 econtra. Et ſane conſideratio hæc ſubtilis eſt & ingenioſa, & quæ ſi recte intelligatur, quatenus ad proportiones & 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, quomodocunque res accipiatur, 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.

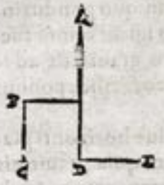
Pulchre autem dubitari potest, an idem prorsus contingat, si alterum eorum qui sustinent, sit statura quidem procerior, alter vero humilior.



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 horizõtem perpendicularis, ipsis vero AD, BE, æquidistans CF. Transibit autem per ipsius ponderis, grauitatis centrum H. Dico igitur, nil referre quatenus ad pondus sustinendum pertinet, vtrum portantes sint statura pares vel ne. Ducatur enim horizonti æquidistans GB, secans perpendicularem CF in I. Quoniam igitur AG æquidistans est ipsi CI erit vt AC ad CB per 4. sexti elem. ita GI ad IB. Sunt ergo GI, IB inter se æquales. Intelligatur itaque pondus H, solutũ à puncto C appensum esse libere ex puncto I, hoc est, ex medio vecti, GB, æqualiter ergo diuisum erit pondus inter portantes, licet alter procerior, alter vero statura pumilior, quod fuerat demonstrandum.

Si autem pondus ita vecti alligatum sit vt libere non pendeat, vecte ex vna parte eleuato, ex altera vero depresso, grauitatis centrum ad eam partem verget quæ magis ab horizonte attollitur, & ad eam ipsam partem vectis à pondere ad sustinentem fit breuior.

Esto enim vectis AB, cuius medium C, pondus vecti in C alligatum CFG, cuius grauitatis centrum H eorum qui portant procerior AB, humilior BE, horizontis planũ DE. Demittatur per centrum H horizonti perpendicularis IHK, secans vectem quidem in I, horizontis vero planum



num in K. Post hæc intelligatur pondus solutum quidem à puncto C, appensum vero ex puncto I. Stabit igitur ex definitione centri grauitatis nec situ suo mouebitur. Dico autem partem AI ipsa IB esse breuiorem, hoc est, punctum I 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 eidem 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 I cadet in C. Eadem autem ratione monstrabitur non cadere inter CB, cadet ergo inter CA, & ideo minor AI ipsa IB. Itaque vt se habet BI ad BA, ita potentia in A ad pondus in I, sed maiorem proportionem habet BI ad BA, quam IA ad AB. Ergo minor potentia requiretur in B quam in A, & sane pars IB respondet potentiæ sustinenti in A, at IA potentiæ sustinenti in B, minor est autem AI ipsa IB, ergo maior potentia requiritur in B, quam in A, quod fuerat demonstrandum.

Hoc item concludetur, si portantes statura quidem pares fuerint, sed per planum ambulent horizonti accliue aut decliue. Si enim pondus libere pendeat, vectis partiũ proportio non mutabitur; si autem libere non pendeat, is magis laborabit qui in ascensu præibit, minus vero qui in descensu.

Hinc quoque Carrucarum ratio pendet, quæ duplici manubrio vnica rota vulgo sunt in vsu, pro vecte enim habentur, cuius fulcimentum ad contactum plani & rotæ; potentiæ 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 accliue horizonti planum pellantur, duplici fit de caussa, tum quia grauitatis centrum ad ipsum portantem seu pellentem vergit, & ideo pars quæ à fulcimento ad centrum grauitatis ponderis fit maior, tum etiam quoniam ipsum graue contra sui naturam sursus pellitur ferturque.

Quærere 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 caussa 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.

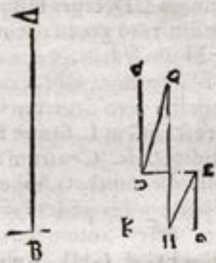
Eadem de caussa fit quoque vt ij qui magna pondera sinistro ferunt humero, in dextram partem inclinentur, qui vero dextro, contrario modo se habeant, æquatur enim pondus eo pacto, & grauitatis centrum in ipsa perpendiculari collocatur.

QVÆSTIO XXX.

Cur assurgentes omnes fæmori tibiam ad acutum angulum constituamus & pectori thoracive similiter fæmur, quod ni fiat haudquaquam surgere poterunt?

AIt Philosophus, forte id fieri, quod æqualitas sit omnino quietis caussa, rectum vero angulum quietis angu-

angulum eſſe,& ſtationem facere, nec alia de cauſſa ſtantem ipſi terræ eſſe perpendicularem, & ideo caput & pedes in eadem linea habere, ſedentem vero non item. Tūc autem à ſeſſione ſurrectionem fieri, cum caput & pedes in vna linea collocantur, quod ſane fit cum pectus & crura acutum cum ipſo fœmore angulum faciunt.



Eſto enim ſtans AB horizonti IBK perpendicularis, cuius caput A, pedes vero B, ſedeat modo ſitque eius cum capite Thorax CD, fœmur 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 vt ſurrectio fiat, neceſſe eſt vt ſedens retrahat quidem pedes in H, & pectore inclinato acutum cum fœmore angulum conſtituat GDE, quo caſu fient 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, vt ſentit Ariſtoteles, quod rectus angulus quietis ſit cauſſa, ſed propterea quod eius thoracis tum etiam fœmorum 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

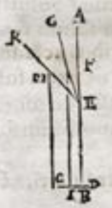
ſuſti-

ſuſtineat, nec à pedibus ſuſtineatur, ſitquies & laſſitudinis alleuatio. Natura autem ideo commodam hominibus ſeſſionem facere voluiſſe inde apparet, quod clunes, quibus tota ſuperior pars, & grauior nititur, carnoſam fecerit, & ceruicalis cuiuſdam inſtar mollem & facilem. Sed nos ad quæſtionem.

Eſto enim ſtans AB, cuius caput A, Thorax AC, fœmora CD, crura DB, pedes vero B, centrum vero grauitatis in ipſo Thorace E. Modo ſedeat, ſitque caput in F, Thorax FG, fœmora GH, crura HI, pedes I, grauitatis vero centrum vbi K. Producatur recta FG in L, ſitque FL horizonti perpendicularis. Centrum ergo grauitatis K fulcitur puncto G, hoc eſt, puncto L, in quo poſteriores pedes ipſius ſedis ſolo hærent. efficit autem ſedens duos rectos angulos FGH, GHI. Rebus igitur ita diſpoſitis ſeruatis rectis angulis, non fiet ſurrectio, & id quidem non ideo quod, vt ait Philoſophus, æqualitas & rectitudo angulorum quietis ſit cauſſa, ſed propterea quod centro grauitatis extra pedum fulcimétum conſtituto, non habet centrum ſtabilem locum cui in actu ſurrectionis hæreat, & fulciatur, vnde fit vt ſi ſedenti ſubtrahatur ſedes remoto prohibente, ſedens prorſus corruat. Modo retrahit qui ſedet crura, & pedes ponat in M, à puncto autem M. horizonti perpendicularis erigatur MN. erit ergo fulcimentum in M, ſed adhuc ſurgere non poterit, centro grauitatis adhuc extra lineam MN, quæ per fulcimentum eſt, conſtituto. Reclinetur autem pectus ad anteriora, & cum fœmore acutum angulum faciat ſitque vbi GO, erit igitur grauitatis centrum vbi P, hoc eſt, in ipſa perpendiculari NM, fiet igitur inde commoda ſurre-

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 cauſſam, vt videtur ſenſiſſe Ariſtoteles; niſi dicamus, cauſſam eſſe cauſſæ, 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 cauſſa 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, quę vero ad calcaneum BD fœmoris vertebra E, centrum vero grauitatis ipſius corporis F. Primum igitur ſtatuendum eſt, hominem & cætera fere 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 AB, & ideo corporis moles ponduſque fulcitur puncto B. Modo fiat ex vertebra E thoracis AE, inclinatio in anteriora, in GE & grauitatis centrum D diluetur in H, & per H perpendicularis demittatur HI, non erit ** extra pedis fulcimencimentum 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. Cur igitur natura animalibus quę erecto corpore ambulant, pedes in anteriora porrectos fecerit, hinc clare patet.

Hinc etiam ceu consectarium habemus, cur homines si impellantur, magis ad casum in posteriora quam in anteriora sint proni. Necnon etiam cur simiæ, vrsi, & 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.

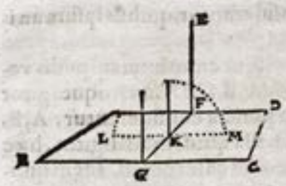
Quærere item haud importune possumus, Cur grallatores non stent erecti, nisi assidue moueantur? Solutio facilis. grallæ etenim duobus tantum punctis solum tangunt, nec porrecti beneficio, quod ambulantibus accidit, vti possunt. quamobrem grauitatis centrum fit extra fulcimentum, & ideo coguntur grallatores assiduo motu grauitatis centro fulcimentum supponere, quod dum fit, à casu prohibentur.

Potest autem id quod fulcitur, tripliciter fulciri, nẽpe aut puncto, aut linea, aut superficie.

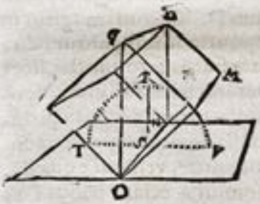
Quod puncto fulcitur, nulla re impediente ad quamuis partem cadere potest, centrum siquidem, motus, punctum est.

Quod linea fulcitur ad duas tantum partes, easque oppositas, habet casum. sit illud superficies, corpusue in latus constitutum.

Esto



Esto horizontis planum ABCD, cui ad rectos angulos insistat superficies EFGH, secundum latus FG. Sit autem ipsius superficiei grauitatis centrum I. à quo ad horizontis planum perpendicularis demittatur IK. Cadet autem in lineam FG. per propos.38. vndecimi elem.& anguli IKG IKF recti erunt. Itaque superficie 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 pūcta in recta LKM, quæ quidem communis sectio est plani horizontis, & plani per IKLM, transeuntis.

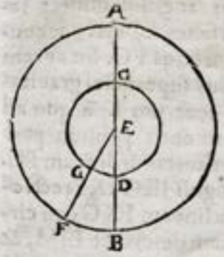


Idem quoque de corpore dicimus in latus collocato. Esto enim cubus LO, cuius grauitatis centrum R, latus vero quo fulcitur, NO, Si enim ita collocetur, vt interna superficies LNOQ ad rectos angulos horizonti sit constituta, demissa perpendicularis à puncto R, cadet in S, in ipsa linea NSO. Cadente igitur 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

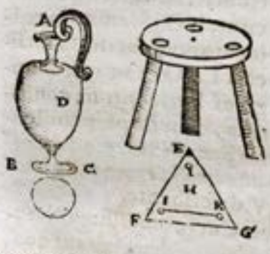
 pede

pede duo saltem puncta considerantur, quibus ipsum animal fulcitur.



Sint enim humani pedis vestigia A,B,C,D, in vtroque igitur duo puncta considerantur, A,B, C,D, illa quidem ad digitos, hæc autem ad calcaneum. Idem quoque in auium pedibus obseruatur, ex quibus concludimus, bipedum omnium fulcimentum esse quadruplex. Porro quadrupedia eo quod tota corporis mole ad inferiora vergant, quatuor fulcimenta, eaque distincta, & commode ab inuicem remota eademmet Natura præparauit.

Eadem quoque in artificialibus consideramus. Sit enim vas quodpiam ABC, cuius pes vnicus, isque rotundus BC, grauitatis 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, vt mensæ quædã, nonnulla etiam tribus, vt tripodes, qui nomen ab ipso pedum numero sortiuntur. Sit enim triangulum EFG, cuius centrum grauitatis 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 grauitatis centro

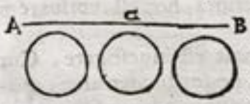
extra

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 magnopere 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 caussa est, quod grauitatis centrum in thorace constitutum, duobus genibus fulciatur, eosque premat. quæ quidem genua eo quod natura apta nata 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 fulcimento eo casu ingeniculatus fulcitur. Sit enim ingeniculatus ABCDE, cuius grauitatis centrum F. dextrum vero genu, cui nititur D, sinistrum vero, quod eleuatur B. Tribus ergo fulcimentis ingeniculatus vt diximus, sustinetur, CDE. Diuiditur itaque pondus in tres partes, & ideo singulæ minus fatigantur. Magis tamen laborat punctum D, vtpote illud, cui ad perpendiculum F grauitatis centrum innititur.



Vtique illud quoque mirabile est, Aues 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 cauſſam, quod dum dormiunt, caput ſiniſtræ alæ, vt naturali calore iuuentur, ſupponunt, quapropter ad eam partem declinantes, vt interim æquilibrium faciant, pedem ſubleuant, & eo caſu ceu inutilem retrahunt atque ſuſpendunt: addita item alia cauſſa, nempe vt pedem ipſum dormientes natiuo calore confoueant.

Quæritur etiam, Cur ij qui inclinantur, vt rē quampiam à ſolo ſuſtollant, alterum crurium ad anteriora, nēpe verſus manum ipſam, quam porrigunt, extendant?

Eſto enim quiſpiam ABCD, cuius crura BC, BD, grauitatis centrum E, velit autem quippiam à ſolo tollere quod ſit in F. ſit perpendicularis, quæ per grauitatis centrum GEH. Dum igitur ad anteriora inclinatur, centrum amouet à perpendiculari, quamobrem docente Natura, crus BC ad centrum ipſum fulciendum adanteriora, 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 Phyſicis principijs fecit, mechanicis demonſtrabimus.

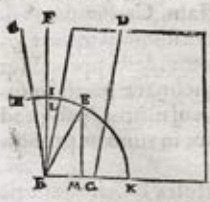
Sint duæ in plano parallelæ AB, CD, in quibus quadrupedis pedes E, F, B, D, quorum EF, anteriores, BD vero poſteriores. iungantur BDEF, eritque EBDF parallelogrammum altera parte longius, cuius diametri ducantur

ED,

ED, BF, secantes sese in G, vbi & grauitatis 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 grauitatis centro simul translatis fulcimentis sese diametraliter respondentibus; quod vtique demonstrandum fuerat.

Sane & bipedia quoque alternatim gradiendo grauitatis centrum transferunt. Dum enim dextrum crus eleuatur, centrum sinistro fulcitur, & econtra.

Naturalia isthæc sunt; in artificialibus autem quæri posset, Cur Architecti, Arcium muros non ad perpendiculum erectos, sed introrsum inclinatos constituant?



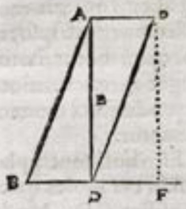
Vtique hoc faciunt, vt minus sint ad ruinam proni. Esto enim murus ad interiorem partem vergens ABCD, Cuius grauitatis centrum E basis BC erigatur à puncto B horizonti perpendicularis BF, & ad eundem à centro grauitatis E demittatur EM, tum BE iungatur. Post hæc à puncto BG angulum cum linea horizontis BK faciens recto maiorem. Itaque murus hoc pacto constitutus ad interiorem partem suo pondere vergit, cadere autem non potest, vel quod viuæ ru-

rupi, cui forte hæret, fulciatur, vel antiſtatis, quos noſtrates ſperones & contra fortes appellant, innitatur. Sed nec in anteriora corruet, quandoquidem ruinam facturus, neceſſe eſt vt grauitatis centrum ſecum trahat in perpendiculari BF, & demum in eam quæ vltra perpendicularem eſt BG, facta nempe circa B, ceu circa centrum, cõuerſione. 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 ſoluitũr quæſtio, Cur ſcilicet Campanaria turris quæ Piſis viſitur, nec non alia Bononiæ in foro prope Aſellorum turrim, 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 inclinatæ 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 fulta BC, horizontis planum BCF latera AB, DC, centrum vero grauitatis totius molis E. Propendeat autem ad partes DC ex angulo DCF. Ita autem conſtituta intelligatur vt perpendicularis ab A, in planum horizontis demiſſa per grauitatis centrum

trum

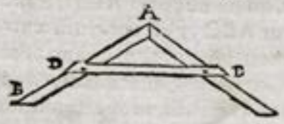


trum E extra baſim BC, non cadat, cadat autem in C. Quoniam igitur ABCD moles per E grauitatis centrum diuiditur, in partes ſecatur æqueponderantes, ſed & centrum grauitatis extra fulcimentum non cadit, quare nec pars ACD, trahet partem ABC, nec centrum extra fulcimentum poſitum locum petet centro mundi viciniorem. Cur igitur Cariſenda ſtet, & egregia illa turris campanaria quæ Piſis prope ſummum Templum marmoribus 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 currus commotos citius agitant, quam moueri incipientes? Hoc quæritur.

PRoblema hoc eſt mere Phyſicum: verumtamen quoniam ad localem motum pertinet, de quo ipſe quoque Mechanicus agit, Hiſce quæſtionibus contemplatio hæc interſeritur. Soluit autem Ariſtoteles inquiens, id fortaſſe ea de cauſſa 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 quidā 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, potentiæ impellenti, ſuperata demum reſiſtentia moles quæ moueri cœpit, fertur in F & mouetur, quare potentia quæ à principio reſiſtentiam 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 facilior atque in ipſa velocitate velocior, 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 cauſſa vſque & vſque velocius. Motus ergo fit in motu, qui motus cum ſemper à motore, & motu ipſo augeatur, creſcit ex progreſſu in immenſum. Certe cauſſam velocitatis auctæ eam eſſe, quod potentia mouens rem motam in motu ipſo moueat, nemo vt arbitror, inficias ibit, acquirit enim corpus motum pöderoſiderositatem 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 proijciuntur, cessent à latione?

HOc itidem problema est mere Physicum. Ad quod ea pertinent quæ à Philosopho tractantur libro Naturalium 8. & lib. 1. de Cœlo. Tres autem affert subdubitando rationes, An quia impellens desinit potentia, vel propter retractionem, vel propter rei proiectæ inclinationẽ, quando ea valentior fuerit quam proijcientis vires?

Quicquid dicat Philosophus, id vtique exploratissimum est. Proiecta ideo à motu cessare, propterea quod impressio, cuius impetu & virtute feruntur, non sit proiectus quidem naturalis, sed mere accidentalis & violenta, at nullum accidentale & violentum quodque, non naturale est, perpetuum est. Cessat ergo accidentalis illa impressio, eaque paullatim cessante proiecti motus elanguescit, donec quietem prorsus adipiscatur. Illud quoque notamus, quod à multis vidimus non obseruatum, nempe violentum motum violentia præualente non differre à naturali, & ideo tardiorem esse à principio post hæc, in ipso motu fieri velociorem, remittente demum paullatim impressa violentia, tardiorem, donec impetus, & cum impetu motus euanescat, & res ipsa mota quietem adipiscatur. Vnde etiam experientia docemur, ictum ex proiectis violentius fieri, si fiat paullo remotior à principio, & tunc demum esse innocentissimum, cum ibi fit, vbi proiectum ex motu plene acquisito, summam adeptum est velocitatem.

rem. Hinc videmus, vel pueros ipsos, docente Natura cũ nuces, vel aliud quippiam, parieti allisum frangere conātur, à pariete moderato aliquo spatio recedere. Si autem eos interroges, 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.

QVAESTIO XXXIII.

Dubitatur, Cur proiecta moueantur, licet impellens à proiectis separetur; vel vt verbis Philosophi vtar, Cur quippiam non peculiarem sibi fertur lationem impulsore alioquin non consequente?

SOluit, inquiens, an videlicet, quoniam primum, id est, impellens ipse, id efficit vt alterum, nempe proiectum ipsum impellat, illud vero (hoc est proiectum) alterum impellat, hoc est, aërem ipsum mediumue, quod à proiecto repelletur. Cessare autem motum, cum res eo deuenit, vt motus eidem à proijciente impressus, non possit amplius rem proiectam 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 satis clara. etenim motus impressus accidentalis est, quod vero lationi violentæ resistit principium, naturale, & ab ipso motu inseparabile, vincente igitur quod natura est, paullatim remittitur quod ex accidenti est, & inde proiecti fit quies. Est autem & hoc quoque Problema pure physicum, & superiori, de quo immediate egimus, perquam familiare, quamobrem ex iisdem prorsus soluitur principijs.

QVAE-

QVÆSTIO XXXIV.

Cur neque parua multum, neq; magna nimis longe proijci queunt, sed proportionem quandam habere oportet proiecta ipsa ad eius vires qui proijcit?

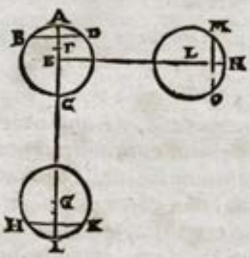
PVlchre dubitationem diluit, inquiens, An quia necesse est quod proijcitur, & impellitur contraniti ei vnde impellitur. Quod autem magnitudine sua nihil cedit, aut imbecillitate nihil contranititur, non efficit proiectionē neque impulsionem. quod enim multo impellentis excedit vires, haudquaquam cedit. Quod vero est multo imbecillius, nihil contranititur, & 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 caussis minus moueri. quod enim valde paruum est nihil mouet imbecillitate sua impediente. quod vero valde magnum est, ex contraria caussa nihil mouet, nempe quod ob magnitudinem suam nihil moueatur. Vnde fit proportionem inter proiectum & proijcientem esse inprimis ad motum, necessariam. Hæc eadem præclare in sua Paraphrasi explicat Picolomineus.

Huic nos, de proiectis quæstioni, hæc addimus.

Cur proiecta corpora non sibimet ipsis secundum partes æquegrauia, si fuerint irregularis figuræ in ipso motu, secundum grauiorem partem antrorsus inuiolento, & deorsum in naturali ferantur, & dum in latione conuertuntur, sonitum edant.

Esto pila ABCD, cuius centrum E concinnata ex dispari materia leui, nempe BCD, & graui ABD. non ergo

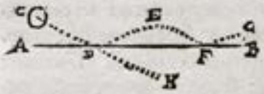
 erit



erit centrũ 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. facto enim molis ſeu magnitudinis centro vbi L, grauior pars fiet in MNO; quæcunque igitur ſunt corpora ita cõſtituta, vt in illis non ſit idem molis & grauitatis centrum in ipſa latione conuertentur, & eorum pars grauior antrorſus fiet. Sonitus porro in ipſo motu editi ea eſt cauſſa, 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 ῥοῖζον Rhœzum appellant.

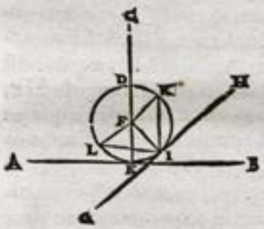
Ad hanc quoque ſpeculationem pertinet, Cur lapides ad ſuperficiem aquæ proiecti non ſtatim demergantur, ſed aliquot vicibus aquæ ſuperficiem radentes, ab eadem reſiliant.

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 violẽto motu ceſſante demergatur. Vtique lapis C, proiectus in D,



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 antrorsum, fiunt ipsæ resilitiones, & eo cessante, resilitiones cessant, & lapis suapte grauitate 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 proijciaturue pila DE, cuius grauitatis centrum F. Tangit autem planum in puncto E. Perpendicularis ergo EC, circulum DE per centrũ secat, hoc est, in partes æquales & æqueponderantes, sed dum pila cadit proijciturue, 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 planũ aliquod ita ad horizontem inclinatum, vt GH, & in illud cadat proijciaturue eadem pila. Dico eam ab eodem inclinato plano ad pares angulos resilire, non tamen rectos.

Vri-

Vtique pila cadens, planum non tanget in E. esset enim GH, vbi AB. Tangat autem in I, & à centro F ad contingentiæ 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 inæquales. 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 KDLI 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 FIL æqualis angulo FIK, sed GIF, HIF recti sunt, ergo residui LIG, KIH æquales sunt inter se comparati, & recto minores; quod fuerat ostendendum.

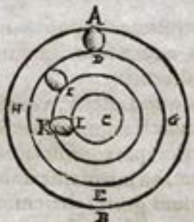
Hinc colligimus, quo magis planum ab æquidistantia horizontis recesserit, eo pilam in eo proiectam in partes inæqualiores diuidi & ad minores ipsi plano angulos resilire. Nihil autem refert, vtrum planum, in quod pila cadit, ad horizontem sit inclinatum, vel eodem horizonti æquedistante pila non ad perpendiculas, sed iuxta aliquẽ angulum in illud proijciatur. Hæc sane ita ex demonstratione fieri ostenduntur. Veruntamen quoniam proiecta pila materialis est, & ideo nec æqualis, nec æqueponderans & sua grauitate resistens, non ad pares ex amussi resilit angulos, sed minores aliquantulum in resilitione, remittente nimirum vi in ipsa reactione. Et sane fieri non potest,

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 interualla motus eſſet, donec res quæ mouebatur, omnino quieſcat.

QVÆSTIO XXXV.

Quærit hoc vltimo Problemate Ariſtoteles, Cur ea quæ in vorticoſis feruntur aquis, ad medium tandem agantur omnia?

TRibus 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 fit magnitudinis motus, & ipſa magnitudo ad interiorem 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 inferius 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 extremitremitas 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 fiunt, velocitas, & ideo impetus 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 tardiorem reijcitur, hoc est, interiorem, & 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. acutæ sane illæ quidé, attamen 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 remotioreq; 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 curua eademque profunda ripa ABCD. Aquæ vero moles rapida EFDC, quæ quidem eo quod magno impetu deferatur in C, ripæ ipſius naturã ſequens turbinatim circumuoluitur, egreſſa autem extra locum ſeu ripam B rotationis principium ſecundans, in ſeipſam ſpiraliter contorquetur, & verticem efficit GHFIK, cuius quidem centrum eſt vbi K.

Alia quoque de cauſſa, ex quieſcente nimirum, & mota aqua fiunt ſpiræ verticesue. 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 propellit, & eius quidem partem quam tangit, ſecum rapit, puta ex F in G. Delata igitur aqua & currente ex F verſus G quieſcens lateraliter eidem ſeſe aliqualiter opponit, & currentem repellit ex G in H. Cœpto itaq; ſpirali motu aqua circumuoluitur ſecundum lineam GHK, donec perueniat ad centrum I, vbi circumuolutæ aquæ partes ſeſe inuicem tangunt. Porro vortices iſti ſpiræue, quod nos per Padum, Abduam, & magna flumina nauigantes obſeruauimus, non eodem permanent loco, ſed rapientis aquæ motum ſecundantes, paullatim in currentem aquã delati euanescunt, fiunt etiam eiuscemodi vortices nautis quidem valde formidabiles etiam in mari, de quibus Poëta libro Æneidos primo.

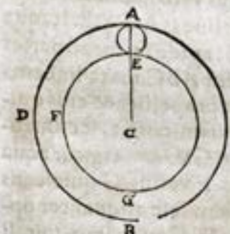
--- ast illam ter fluctus ibidem
Torquet agens circum, & rapidus vorat æquore vortex.

Sed & idem quoque de vorticibus, qui in fluminibus fiunt libro 7.

--- hunc inter fluuio Tiberinus amœno
Vorticibus rapidis, & multa flauus arena
In mare prorumpit.

Fiunt autem in mari partim occultis de caussis, partim etiam ex violentia aquarum sibi inuicem obuiantium agitatione. Sed nos hisce explicatis commode ad ea quæ dixerat Aristoteles, reuertemur.

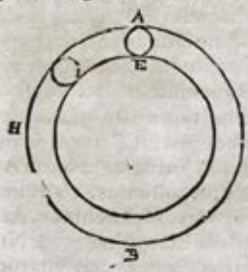
Dicimus igitur, primam eius rationem haud magni videri ponderis, siquidem non per circulos actu distinctos aqua circumfertur, sed ipsamet sua mole tota simul.



Esto enim vortex AB, cuius centrum C, semidiameter CA, fiat autem rotatio totius aquæ CA ad partes D, in linea autem AC, sit corpus aliquod aquæ rotatione circumlatũ 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 circulũ ADB, eodem & E percurrit circulum EFG. Itaq; A reuerso in A & E, punctum reuersum erit in E, nulla facta corporis E quoad situm, mutatione quod voluit Aristoteles.

Ad

Ad ſecundam vero dicimus, non ideo quod omnes circuli æqualiter 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 aliquãtulum ab aqua rapiente ſuperatur in ipſa rotatione, partim aquę 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 cauſſa, feretur in medium.

Cæterum horum vorticum effectum & cauſſam obſeruare licet, ſi vaſe quopiam aqua pleno aquam ipſam baculo manuue circulariter agitauerimus, fiet enim vortex, & ſi quippiam quod leue ſit, in aquam motam proiecerimus, ea quam diximus de cauſſa 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 inſaniæ. Quicquid tamen ſit, pro pulcherrima veritate laboraſſe, à parte aliqua laudis non fuerit prorſus, vt arbitror, alienum.

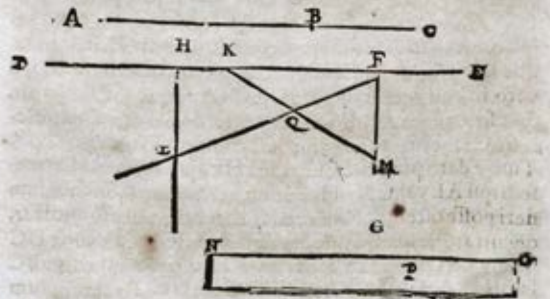
APPENDIX.

MOdum inueniendarum duarum mediarum proportionalium non tantum vtilem esse, sed prorsus necessarium, illi norunt, qui in Mechanicis disciplinis vel parũ fuerint versati. Nulla enim alia ratio est, qua corporeę magnitudines seruata figura & similitudine augeri proportionaliter imminuiue possint. Quamobrem factum est vt in his inueniendis tum vetustissimo tum etiam inferiori æuo, clarissimi Viri magnopere laborauerint. Plato etenim, Eudoxus (cuius modum repudiauit Eutocius) Heron Alexandrinus, Philon Byzantius, Apollonius, clarissimi Geometræ, Diocles, Pappus, Sporus, Menæchmus, Archytas Tarentinus, Platoni æqualis: Eratosthenes, & Nicomedes ad has inueniendas varias rationes excogitarũt, quorum omnium modos, & instrumenta, demonstrationesq; diligentissime collegit, & in illos Cõmentarios 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 absoluere, quod sane laboriosum valde est & operantibus permolestum. Itaque cum modum praximue inuenissemus, ex qua is qui operatur tutissime & facillime ad quæsitas ipsas medias manuducitur, hunc pulcherrimæ huius facultatis studiosis inuidere nefarium iudicauimus. Quod si quispiã dixerit, Ballistarum, Catapultarum, Scorpionum, & cæterarum eiuscemodi Machinarum vsum, olim apud nos desijsse, & ideo Problema hoc videri superuacaneum, Respondemus, nulla alia ratione æneorum tormentorum pilas augeri imminuiue seruata ponderis ratione posse, innumeraque esse, quæ vt rite perficiantur, hæc penitus indigent speculatione. Nos rem Mechanicis vtilem, Mechanicis

chanicis noſtris Exercitationibus annectere, haud importunum iudicauimus. Sed tempus eſt, vt his breuiter præfatis, ad rem ipſam explicandã commode accedamus.

Datis duabus proportionalibus prima, & quarta duas inter eas medias in continua proportione inuenire.

ESto prima datarum AB, quarta BC, inter quas ſecundã & tertiam oportet inuenire. Ducatur recta DE, cui à puncto F, vtcunque ſumpto, perpendicularis demittatur FG, Tum ab F verſus D duplicetur quarta BC, ſitque 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 regulaue quæpiam NO, in cuius latere accipiatur OP, æqualis medietati primæ datarum ſeu ipſi KL. Tum regulæ latus aptetur puncto L, extremum vero O, feratur aſſidue per rectam EK, verſus K, nunquam



interim

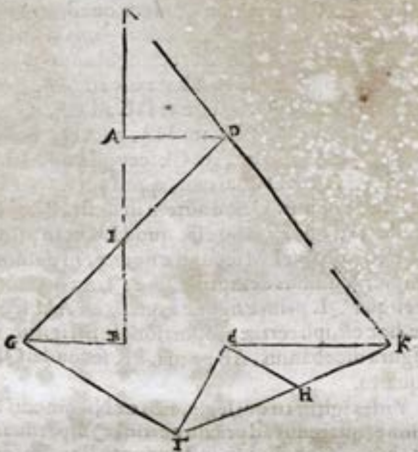
interim regulæ latere ON amoto à puncto L, idque donec punctum P, obuians incidat in lineam KM, puta vbi Q extremum vero O inueniatur in R. notato igitur in linea EK puncto R habebitur, quod quærebatur. Erunt igitur AB prima, RK secunda, QL tertia, BC quarta.

Hæc praxis ijsdem principijs demonstratur, quibus suam ex Conchoide ostendit Nicomedes. Conficit ille instrumentum, ex quo describit Conchoidē, ex qua postea duas medias venatur. Nos autem nec instrumentum construimus nec Conchoidem describimus, & duabus fere lineis rem absoluimus, vt nemo fere non dixerit, hoc istud quod docemus, à Nicomedea 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 mediæ in continua proportione hoc modo assumuntur.

Compleatur ABCD parallelogrammum, & vtraq; ipsarum AB, BC, bifariam secetur in punctis L, E, iunctaque LD producatur; & 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, quę faciat κH æqualem ipsi AL vel CF. Hoc enim per lineam Conchoidem fieri posse ostendit Nicomedes, & iuncta κD producatur, 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 quadra-



quadrato ex Eκ. commune apponatur ex EF quadratum, ergo rectangulum BκC vna cum quadrato CF æquale eſt quadratis ex κE, EF, hoc eſt, quadrato ex Fκ. Et quoniam vt MA ad AB, ita eſt MD ad DK, vt autem MD ad Dκ per 2. ſexti, ita BC ad CK erit vt MA ad AB, ita BG ad CK. Atque eſt ipſius AB dimidia AL, & ipſius BC, dupla CG, eſt igitur vt MA ad AL, ita GC ad CK. Sed vt GC ad CK, ita FH ad HK propter lineas parallelas GF, CH. quare & componendo vt ML, ad LA, ita FK ad KH, ſed AL ponitur æqualis HK, quoniam & ipſi CF, ergo & ML per 9. lib. 5. æqualis erit FK, & quadratum ex ML, æquale quadrato ex FK. eſt autem quadrato ex ML, æquale rectangulum BMA vna cum quadrato ex AL & quadrato ex Fk æquale oſtenſum eſt rectangulum BkC vna cum quadrato ex CF, quorum quidem quadratum ex AL æquale est quadrato ex CF, ponitur enim AL, ipsi CF æqualis, ergo reliquum BMA rectangulum æquale 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 æqualis ipsi LM secundæ figuræ, in demonstratione Pappi, ex quibus demptis QR & LA, quæ sunt æquales, reliqua QL primæ figuræ æqualis 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 resecasse, & absque Conchoidis instrumento lineaue rem ipsam confecisse, idque non tentantes, vt alij, sed progredientes, & quasi manuductos quæsitum inuestigasse.

FINIS.

Typographus beneuolo Lectori.

Amice lector, antequam ad libri lectionem adis, hæc quæso errata corrige.

Pag.2.l.4 ciſſima l.ciſſimę.lin.5.linearũ l.planorum.l.11. Iedericus l.Federicus.

p.4.l.23.ſecetur feretur.l.25. violentia violentiæ.l.28. DCD.per CD.lin.penult.Natura & Violentia.

p.7.l.20.quæ qua.l.25.ſparſum ſpartum.

p.8.lin.2.mouente l. manente. lin.11. circumlatione.l.22.moto mota.

p.9.lin. 2.circumlatione.l.6. vacua l. vnica.l.12.deſid. conſid.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. circũlata.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,15.

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.FI GI.

p.20.l.21.gracilis l.grauitatis.in fig.centro appone C.

p.24.l.13.DLE l.DCE.

p.25.l.2.quædã quidẽ.l 11 aduert.cõuert.l.23.ad cõtra.

p.26.l.21.reſidua reſiduum.l.31 quam quarum.in fig.infra B pone G.& inter H & G pone M.

p.27.l.13.propoſitio proportio.l.20.detinent l.deſinẽtibus.in 2.fig.infra B pone D.

p.28.l.14. imagunculæ, in fig. redintegra B, & infra appone E.

p.29.l.6.HBE l.HBI.in fig.inter H& E reſtaura G.

p.31.l.8.them.ſchem.l.21.habet traher.

p.32.l.14.mouẽtur l.moueatur.l,15.poſitam.in fig.ſupra B pone G.

p.34.l.13.ICH l.ICA.l.22.vectes vectis.

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. alueũ.in fig.ſupra B appone A,& ſupra 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 duc lineam oblique HI ſuperiori parallelam. & in concurſu linearum ex A.C.B.appone F.& in earũ medio G.
p.51.in fig.vbi H & A ſeſecant pone D.
p.52.l.20.ipſi l.ad.l.vlt.ac l.AC.
p.53.l.14.ad hoc eſt l.ad põdus,hoc eſt,in fig.1. in vertebra forcipis pone A.in 2.fig.ex I fac E.
p.54.l.1.ſuburræ l.ſaburræ.
p.55.in fig.ad ſiniſt.lineæ rectæ pone G.& ex N fac H.
p.56.in fig.infra B ꝓductæ 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.HI l. EI.
p.62.in fig.ad ſiniſtrã 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. ſecũdum 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.maiꝰ maioris.l.24. literam lineam.in fig.pro N pone H & inter B & E pone K.

p.66.

p.66.l.30.EG l.EQ. in fig. pró H fac N & iuxta O pro 7 fac P & iuxta S perfice Q.

p.67.l.22.DEF l.BEF.

p.68.l.16.circulo.in fig. infra E repone F.

p.69.l.11.&paralleli l.parallelę dele&.in 2.fig.suprema linea restitue A.F.D.in infima B.E.C. In 3. fig. sic restitue literas,in suprema recta ε.S.ϱ. paulo infra ad lineam curuã φ.ν.λ.κ.η.In 2.recta,Q.α.Z.Y.X.β.γ.δ.ε.R.in infima curua, π.ξ.μ.θ.T.σ.

p.70.l.13.αν.l.αV.l.30.DE l.DC.in fig. ad coni basin pone superius,A,infra,E,inferius B.ad verticem coni C, in fine rectæ,I.

p.71.l.13.AEBF.

p.73.in fig.ad sinistram pone B.& perfice curuam AD.

p.76.l.3.FEG.l.4.& 11,GF.l.G,F.l.5.graui⁹ l.grauitatis. l.20.LK l, L,K.in fig.infra 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 restaura H,in centro,K.infra D,C pone E.& supra K,L. & perfice lineas.

p.78.in fig.perfice diametros.

p.79.l.17.DI.l.D,I.l.15.centra.

p.81.l.7.FL,l.F,L, l.9.axis rotæ l.axis G,rotæ.l. 20.locũ l.lorum.in fig.1.ad centrum pone D,& supra,C.

p.82.l.16.obliquum.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.ACFH AC,FH. in fig.ad dextram A pone B. ad dextram F, G. & infra G,I inter H & I perfice 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 G.& ad latus perfice H.infra E perfice F. & B.

p.87.l.6.maior mai⁹.l.16.CD C,D,l.17.EFGH E.F.G.H.in fig.1.ſupra N reſtaura K& ſuperius,L.infra ! ,G& infra C adde A.In 2.fig.perfice circellum & in centro Q.

p.88.paſſim male interpunctum.l.13.QR.QV.

p.89.l.17.CH CA.

p.90.l.26.ſcroſulam ſcrofulam.

p.91.l.29.& 30.DE ipſis FG l. D,E,ipſis 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.

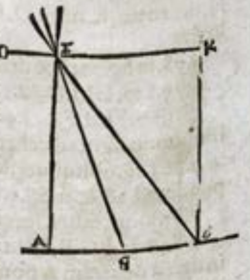
p.96.in 2.fig.ex I fac F.in 4.fig.medio adde Q.

p.97.l.10. QS.l.QP,l.25 27. AB l. A, B,in fig.ad dextrá pone B.inferius C.in 2.fig.iuxta D perfice E.

p.98,lin.15.16.cauterijs,biſcaut.canterijs, biſcant. l.19. mera l.29.C grauitatis centrum F. C, grauitatis centrũ 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,BI.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.pẽdebit 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 deeſt figura quam ex pag.178.huc transfer,& in ea repone C.

p.105.lin.5.cum tum. in fig. ad ſiniſt. 1.lineæ pone C,ad dextram D.& infra,B.ſupra G ex E fac F.infra ex R fac K. & in-

& inferius pone E. infra A pone L. ex D demitte perpendicularem verſus M.

p.106.l.24.ED,E .

p.107.l.20.tertium verticẽ l.31. EF l.E,F,l.33.HK l. NK.

p.108.l.1.IH l.IN l.4.CH in N l.CA in H l.7.AN l.AH l.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 Q.R.S.l.8. QS.ibid.OH, Q,S. OA,l.19.NG ND.

p.110.in fig.dextro,infra H pone M,ſupra,perfice L. iuxta H dextrorsũ perfice 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 & S pone A.ex R & G produc lineas vt concurrant & ad concurſum pone T & ſupra R pone X.in areu GRN perfice N. & ſupra N pone M. infra K & N perfice Z & inferius pone E,& ſuperius D.ſupra K pone I.

p.113.l.3.QR Q,R,l.13.& alibi,aperitione apertione lin. 21.in H AB l.in H,AB l.29.ris re.in fig.ad dextram I,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 incumbãs 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, GIF,l.27.EG E,G, l.28. HI H,I,in fig.ad ſiniſt. N. pone A. vlterius P. infra A, fac B,ſupra O perfice G.ad ſiniſtram O pone I.

p.116.l.22.dele IM,vel ſcribe IBM.in fig.1.dextro dele I.

p.119.l.16.vitro intro l.31.ad l.nõ.in fig. infra A fac B. infra F,G.infra E,D.infra H,I.ſupra F perfice 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 ſi l.16.AB A,B,in fig.ſuperius adde E.

p.123.in fig. linea ſuperiore ad ſiniſtram adde A, ad ſuperiorem

periorem 2. circulum adde Q & P. ad 1. inferiorem S. infra 2. H.

p. 124. l. 26. BC l. B, C. l. 30. D,l. B, in 1. fig. ſic pone literas, A. B. C. in 2. ſic, D. F. E.

p. 125. l. 24. BC l. B, C.

p. 127. l. 10. cubiculorum l. orbiculorũ 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 connatá l. igitur ſecundum connatam.

p. 129. l. 10. DE l. D, E, l. 15. G ſex l. G, ſed l. 22. dimitteretur. in figura reſtaura literas A. B. F. G.

p. 130. in fig. exter. circulo adde H & G.

p. 131. penult. EG l. E, G.

p. 132. l. 1. AB 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. BE l. B, E, l. 27. ponderis, A l. 28. fulcimentum, BE.

p. 139. l. 3. apertionem.

p. 140. in fig. perfice rhombi latera & parallelas, & ad ſiniſtram appone ſuis locis E. B. G.

p. 141. l. 1. AB l. A, B. l. 21. erit igitur in E. l. 23. ACBD l. AC, BD. l. 31. B. l. B,

p. 142. l. 6. in ęqualia l. inęqualia. l. 7. AB l. A, B, l. 17. maior l. minor.

p. 143. in 2. fig. reſtaura perpendicularem AC.

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. PI l. D, I, E, P, I, 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.in fig.superius adde A.C.

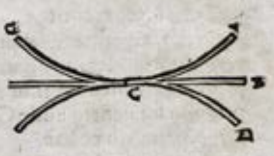
p.153.l.3.G,H,K,C,E.

p.154.l.1.scindendum l.10.&11.Q,P,O,N,M,l.13.&14. literas distingue cõmatibus. l.23.vera vlla. l.vlt.rare rasse.

p.156.l.13.sustinens in C.l.19.CD l.CB.

p.158.in fig.literæ reponantur iuxta textum.

pag.159. lin. 2. AB, l. A,B, Figura non quadrat, sed hæc l.14. sustinet, in l. pen. Tollelonẽ.



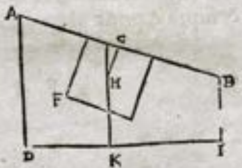
p.161.l.2.CED l.CEB l.13.qui l.quæ.

p.162.l.30.in E,& l.in B,eo.

p.163.l.2. vbique post mouens pone comma.

p.164. l.2.alter l.31. AB, l. AD, figura est inuersa. & pro D pone B.pro B, A.pro A,D.

p.165.l.15.ex l.&.figura spectat ad pag.173. Huc vero pertinet hæc.



p.167.in fig. supra B pone A. ad sinistram I. & duc lineã I B K. supra K perfice D. ad dextram fac H. postea F.

p.168.in fig.perfice lineam GH.& infra G pone L & dele I

p.169.l.9.fulcimentum.in fig.restaura F.M. & inter F, M, pone H. infra M ad C pone L. lin.penult. D diluetur l.constituetur.

p.171.in 1.fig.ad sinist. F pone A, ante G,B.perfice semicirculum, & supra K pone I. supra G, H. producta linea GH & ducta HE parallela ipsi GF. In 2.fig.supra O perfice Q.& dextrorsum L.

p.172.l.4.A,B,C,D, l.AB,CD.

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 B duc B G.in fig.inter E & D fac A.infra G, H.inferius B.
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 ergo 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.produc lineam FM vsq; ad G.infra L appone I.ex K ad L duc rectam punctatam.rectam L Q produc & vbi ea tangit rectam K E ibi adde R.
p.193.in fig.perfice rectam G K.& duc DC.& inter A& B fac L.inter B & C fac E.& duc rectam E F. & perfice F. & supra A pone M.

F I N I S.