
DISSERTATIO IV.

DE APPLICATIONE VIRIUM, SEU MECHANICA.

Mirabilis supremi Opificis artificium, ac numquam satis laudanda sapientia in eo maxime elucet, quod leges, quibus universam corpoream naturam temperavit, non solum œconomiam, ut ita dicam, generalem respiciant; verum ita sapienter dispositæ sint, quæ ad peculiare hominum usus, ac eorundem arbitrio quodammodo subiciantur. Ab harum igitur naturæ legum applicatione *Mechanica* ortum traxit, quæ vires corporum artificiosè adhibendo, naturam evehit ad ea præstanda, quæ frustrà à communi rerum cursu, seu viribus corporum sibi relictis speranda forent. Quæ quidem ut ingenium humanum obtineret, post benè pensatas hactenus expositas corporum vires, dupliciter adhibere consuevit. Nam corpora solida applicando, *Staticam* invenit, quæ machinas simplices, atque ex iis compositas innumeras alias resistentias vincit, humanis viribus insuperabiles. Quod idem in fluidis usuvenit, è quorum usu *Hydrostatica*, ac *Hydraulica* nomina inventa; eo quod aquis potissimum machinæ ad motum concitentur,

quamvis omnia fluida eundem effectum præstare possent. Ceterum animus non est, omnia fusè persequi ad Mechanicam pertinentia, quorum tractatio in longum abiret; verum notionibus ab Physicam attinentibus contenti, reliqua mechanicis permittimus, quibus hæc provincia demandatur, ut velut propriam spartam impensius colant.

PARS PRIMA.

DE STATICA SEU MACHINIS SIMPLICIBUS.

CAPUT PRIMUM.

NOTIONES GENERALES MECHANICÆ EXPONUNTUR.

269 *Machina* dicitur omne genus instrumentorum ad movenda corpora destinatum: quibus scilicet vires alioquin imbecilles aptæ redduntur ad imprimendum motum illis corporibus, quæ ob præponderantem massam communes vires longè superant: aut saltem minore virium dispendio ad motum concitantur. In duo genera tribuuntur: primum machinas simplices comprehendit, quæ partibus diversis non coalescunt, quibus machinæ nomen aptari queat. Vulgo septem numerantur, *vectis, libra, trochlea, axis in peritrochio, planum inclinatum, cuneus, cochlea*, quibus alii *rotas dentatas* adjungunt. Verum ad duo reduci posse *vectem* nempe et *cuneum* existimant plerique, imò ad solam *vectem* fortassè non incongruè revocant Paulianus et Para. Compositæ machinæ ex simplicibus coalescunt, quarum

numerus ingenii humani fecunditate comprehenditur.

270 *Machinas* hic ex materia perfectè dura et inflexibili, nullo attritu aut resistentia ex ipsarum materia proveniente donatas, consideramus, quæ quidem in natura rerum haud inveniuntur: ejusmodi autem impedimenta seorsim computantur à mechanicis; quippe quæ ad machinæ theoriam minimè pertinent, ac multipliciter augeri, minui, variari pro materia diversitate passim observantur. Nam ubi "machinarum leges, ut optimè notat *Wolfius*, investigamus, non consideramus materiam, ex qua constat, nec materiae affectiones, neque varias figuras, quæ ob certos usus inducuntur, sed tantum eorum rationem habemus, quæ machinæ essentiam absolvunt, ut nempe constet, quæ machinæ quæ tali convenient, Quod si enim contingat, vel materiam, vel figuram, vel aliud quodcumque obstaculum impedire, quominus lex ista accuratè observari queat, ea ex suis principiis seorsim sunt determinanda."

271 Quatuor in machina præcipuè consideranda veniunt. *Potentia, resistentia, centrum motus, seu hypomochlium, et celeritas*, tam potentia, quam resistentia. *Potentia* est vis quæ vis motrix animata aut inanimis, è cuius nisi motus gignitur, aut saltem eum inducere conatur. Hæc autem vis aut in se consideratur, diciturque *absoluta*, quæ scilicet nullo machinæ adjumento talem motus quantitatem gignere potest; aut relatè ad machinam, quatenus ab

ea vires ejusdem promoventur, ac vis *relativa* audit. Resistentia est vis opposita potentiae, quae partem, aut totam ejus vim absorbet, si insuperabilis fuerit. Perspicuum ergo est, resistentiam esse reapse potentiam: in duarum autem potentiarum conflictu, alterutram poteris ad arbitrium potentiam, et resistentiae nomine contrariam appellare, ut in bilance duo pondera lancibus imposita, et resistentiae et potentiae vices promiscue gerunt. Quod si machina ad superandas resistentias inventa fuerit, opus est, ut potentia etiam in tempore, quo minores vires exerit, fortior sit resistentia, quantumvis haec toto nisu in potentiam operetur; alioquin machinam sisteret, effectumque retardaret, aut eluderet. Hypomochlium, seu centrum motus, est punctum illud, circa quod immotum potentia, et resistentia invicem agunt, ut in bilance punctum medium virgae seu jugi, circa quod lances moventur, ipsius centrum motus, seu hypomochlium est. Porro distantia ab hypomochlio seu centro motus per lineam perpendicularem ab eo ad lineam directionis *momentorum* ductam computatur. Est autem *momentum* actio potentiae prementis: unde normalis BA, BC (fig. 26) ad lineam directionis momentorum AR, CP exhibebit distantiam potentiae ac resistentiae ab centro motus. Hinc si directio obliqua fuerit, ut CF, aut CK distantia erit BS, aut BT; talis enim tunc est directio momentorum, ut art. 288 exponitur. Celeritates ab spatiis a potentia ac resistentia percursis definiuntur; ut in fig. 22 cele-

ritas potentiae A, et resistentiae C est aequalis spatio AS, RC. Ut autem clarius reliqua procedant, theoriam aequilibrii prius exponere juvat, ex qua reliqua sponte fluunt, quae de machinis dicenda veniunt.

272 Lemma 1. "Duo pondera, seu duae potentiae aequales, aequalibus ab hypomochlio distantibus constituta, remanent in aequilibrio." Nulla enim adest ratio sufficiens, cur omnibus aequalibus utrinque existentibus, altera pars alteram superet: si enim adesset talis ratio ex una parte, haec etiam aequalitatem tolleret. Debent ergo in equilibrio remanere, si neutra oppositam superat.

273 Corol. Quod si corpora aut pondera inaequalis magnitudinis sint, ita tamen collocentur, ut magnitudo ponderis unius sit ad magnitudinem alterius, ut hujus ad alterius distantiam a centro motus, etiam remanent in aequilibrio. Nam excusus in massa compensatur ex altera parte per majorem celeritatem, quam habet corpus in majore distantia ab hypomochlio collocatum, ut sequenti lem. ostenditur.

274 Lem. 2. "Duo corpora appensa, aut gravitantia supra jugum inflexibile, celeritates habent in ratione directa distantiae ab hypomochlio." *Dem.* Sint duo corpora collocata in A, et C (fig. 22) cujus centrum motus sit in B; celeritas A erit ad celeritatem C, ut AB ad BC. Nam si moveantur directionibus AS, CR, eorum motus erunt ut arcus AS, CR, quae sunt spatia descripta (80); enimvero arcus similes

ut modo descripti, sunt in ratione radiorum, qui in casu nostro sunt BA, CB radii sectorum BAS, BCR; horum igitur celeritates sunt ut AB ad BC.

275 Corol. *Æqualia pondera inæqualibus ab hypomochlio distantis, aut pondera inæqualia, æqualibus distantis collocata, in æquilibrio esse non possunt. Celeritates enim inæquales habent, quæ æquilibrium prorsus perturbant ob inæqualitatem momentorum, quum ex præced. ponderibus æqualibus existentibus, quod in majore distantia collocatum est, majorem habeat celeritatem: si vero inæqualia sint, quod massa prævalet, gravitate superat alterum. Hinc etiam spontè fuit pondera, quæ in æquilibrio non manent, inæqualia esse in massa, si distantia ab hypomochlio eadem sint; aut si ejusdem sint ponderis, distantis inæqualibus constituta sint, oportet.*

276 Schol. Hypomochlium in corporibus æquilibratis, considerari potest velut commune gravitatis centrum corporum utrinque gravitantium; ita ut, qui punctum illud sustineret, totum pondus utrisque sentiret, quasi simul utrumque ferens, aut elevans. Hinc eruitur methodus solvendi problema sequens.

277 Probl. "Invenire centrum commune gravitatis duorum aut plurium corporum simul connexorum." Solut. Sint duo corpora inflexibili virgâ BC (fig. 25) simul connexa virgam ita in A divide, ut sit B ad C, ut CA ad AB; punctum A erit centrum commune gravitatis utriusque corporis ita connexi: quod punctum

si sustineas, pondus omne corporum gravitantium sustulisti. Jam alia denuò pondera simul adnecte, puta B, C, E, G, in se mutuo gravitantia; invento primo centro gravitatis corporum B, C in A, ex hoc quasi unum esset corpus centrum gravitatis habens in A, quare alterum centrum gravitatis inter A et E, distantiam AE ita dividens, ut sit AD, ad DE in ratione reciproca ponderis E ad pondus in A ex duobus aliis compositum; hoc novum centrum erit in E, ex quo puncto deinde inveniendum est aliud centrum gravitatis, quasi tria illa corpora unum essent, cujus centrum foret in D. Duc itaque rectam ad centrum corporis G; eam deinde dividens in F, ut sint DF, ad FG in ratione inversa ponderis G ad tria illa B, C, E, seu ad totum illorum pondus in D constitutum: novum centrum commune gravitatis erit in F, ex quo puncto si suspendantur ope fili, aut alio quocumque modo, qui punctum F sustineret, quatuor illorum corporum gravitatem sustentaret, servato interim inter illa æquilibrio. Deinde singula circa relativum centrum gravitatis convolvi possunt, quin æquilibrium perturbetur. Nam globus B circa punctum B, ubi ipsius centrum existit, circumagi potest, immotis aliis permanentibus: quod pariter in reliquis etiam fieri posse manifestum est, ac passim in horologiis automatis fieri videbimus: B etiam et C circa centrum A convolvi; quemadmodum A et E circa punctum D similes curvas describere queunt, quarum radii sint AD, DE adeoque centra A, et

E etiam torquentur circa centrum relativum D. Nihil itidem prohibet, quin concipiamus punctum D, minimè perturbato rotationis motu jam descripto, simul cum corpore G circa punctum F convolvi: quo in casu æquilibrium undique servaretur, immoto centro communis gravitatis, dum cetera tum circum peculiaria centra, tum etiam circa commune systematis centrum convolvuntur, quin æquilibrium perturbetur. Ex his notionibus systema planetarium in astronomia physica mirificè illustratur, ut suo loco videbimus.

CAPUT SECUNDUM.

De vecte.

278 Vectis est virga oblonga, inflexibilis, quam ad elevanda corpora, ac resistantiam eorumdem superandam adhibemus. Quæ quidem veluti pondere carens concipitur, eo quod ejus pondus partim ad potentiam, partim ad resistantiam referatur: pars nimirum, quæ inter hypomochlium et resistantiam jacet, in pondere ejusdem computatur; quæ verò ad alteram partem inter hypomochlium et potentiam sita est, huic adjudicatur; saltem in positione perpendiculari.

279 Triplicis generis vectes adhiberi possunt justa diversam positionem, quam relatè ad fulcrum obtinere queunt potentia ac resistantia. In primo ABC (fig. 22) potentia et pondus hinc illinc ab centro motus collocantur;

estque usitatus ad sublevanda enormia pondera, machinasque construendas. Secundum vectis genus est: in quo pondus, et hypomochlium ad extrema collocantur, potentia medium locum tenente, ut MST (fig. 23), ubi M, T in extremis jacent; potentia verò S medium locum occupat. Tertium denique genus est MNO (fig. 24), in quo pondus N inter hypomochlium M et potentiam O situm est. Alii vectem tertii generis pro secundo usurpant, et vice versa; quod auctorum arbitrio relinquuntur.

280 Prop. I. "In vecte primi generis augetur potentia, minuitur resistantia in ratione distantia ab hypomochlio." Nam celeritates massarum ex lem. 2 sunt in ratione directa distantia ab hypomochlio seu radii BC, ad BA (fig. 22); moto quippe vecte circa punctum B, anguli ABS, CBR sunt æquales (Math. 290); arcus etiam AS, CR, qui quidem sunt spatium percursum, seu celeritates potentia ac resistantia, sunt ut radii BS, BR (Math. 370): ergo ab his etiam exprimitur motus virium, seu proportio inter massarum velocitates intercedens. Quò igitur potentia magis recedit à puncto B, majorem celeritatem obtinebit: et quò resistantia minus à prædicto puncto recedit, aut etiam ad ipsum magis accedit, eò minorem velocitatem habet.

281 Corol. I. Hinc deducitur, velocitatem tam potentia quam resistantia augeri posse in infinitum, proindeque absurdum non fuisse assertum Archimedis, qui tellurem sublevatum

ire se jactabat, si punctum fixum extra ipsam inveniret, supra quod vectem collocaret. In quo postulato vectem etiam exigebat, qui tantæ esset longitudinis ac consistentiæ, ut viribus potentia ac ponderis minimè cederet; quod æquè difficile factu est, ac fulcrum ab ipso postulatum obtineri.

282 Corol. 2. Potentia ac resistentia erunt in æquilibrio, si ceteris paribus, æquales sint distantia à centro motus; aut si inæqualia sint pondera, in ratione inversa distantiarum seu celeritatum collocentur. Hinc presiones utriusque æquales sunt; ac duo puncta quibus, potentia ac resistentia incumbunt, æqualem vim sustinent; quod non evenit, dum inæqualibus distantis ab hypomochlio pressionem exercent: in quo casu pressio sequitur proportionem distantiarum seu celeritatum ponderum.

283 Propos. II. "In vecte secundi generis (fig. 23) resistentia prevalet potentiæ, adeoque ad ipsam superandam potentia major esse debet resistentia. Nam distantia ab hypomochlio T, quocumque loco collocetur distantia S, semper minor est, quam distantia M: adeoque celeritas M seu ejus pressio semper major est celeritate S, ea proportione qua radius MT superat ST: ergo ex lem. 2. celeritas M semper major est celeritate S.

284 Corol. Hujusmodi vectis prorsus est inutiles ad machinas, in quibus semper augmentum potentiæ exigitur ad majorem facilitatem tractionum seu elevationum ponderum. Nihilominus in corpore animali illud sapius

natura adhibuit: in brachio ex. gr. pondus elevante resistentia in manu sita est, qua pondus sustinetur; fulcrum ad extremitatem alteram in cubito: musculis qui munus potentiæ gerunt, medium locum inter utrumque extremum tenentibus; quod miro sapientissimi naturæ Artificis consilio factum est, ut machina animalis quam brevissimum spatium occuparet; magna vi musculos instruendo, qua ingentes resistentias superarent. Ni hoc ita dispositum fuisset, aut si in vectem primi aut tertii generis conformatum foret brachium, crus etc. in magnam molem excresceret corpus animale. Quod mirum naturæ artificium egregie exponit Joannes Alphonsus Borellius, medicus neapolitanus, in eximio opere *de Motu animalium*.

285 Prop. III. "In vecte tertii generis potentia semper major est resistentia. Etenim distantia OM (fig. 24) ab hypomochlio major est, quam MN: idcirco ex lem. 2. velocitas O ad velocitatem N est, ut OM ad NM, pondere semper medium locum tenente: quapropter ejus recessus ab hypomochlio quam minor semper sit, quam potentiæ distantia; hujus vires majores ubique existunt.

286 Schol. In bajulis ope baculi aut sustentaculi onus quodvis ferentibus naturam hujus vectis licet contemplari. Si onus medium locum teneat, ut æquales utrobique sint distantia, vires utrinque æquales exeruntur, tantundemque ponderis ex utraque parte sustinetur. Nam uterque bajulus vices gerit potentia

ac fulcri, ut de lancibus dictum est: adeoque æquales sunt utrinque celeritates ac pressiones oneris, ex quo deducitur dimidium ponderis ad utroque sustentari. Quod si opus sit, onus inæqualiter distribuere, ut inter rusticos fieri solet, dum robustus pater à teneris assuescere labori docet filium; ut pondus impar artubus puerilibus æquè distribuat, ea proportione, qua vires utrobique inveniuntur, ita disponit, ut ipse quam proximus oneri succumbat, dum puer valdè remotus ad alteram extremitatem vis quartam pressionis partem sentit. Fac, vires in puero 1; annorum esse respectu viri robusti, ut 1 ad 4; quater igitur remotius ab onere recedere debet, ut commodè ab utroque onus sustentetur: tum ipse quartam partem oneris, dum alter ad tres quartas sustinebit. Unde patet, vires in ejusmodi bajulis esse in ratione inversa distantiarum à pondere.

287 Atque hæc dicta sint de pressione, aut nisu perpendiculari potentia ac resistentia, in quo casu vires summam vim exerunt, effectumque maximum producant, qui ab ipsis obtineri possit. Non ita evenit, dum actio potentia obliqua est resistentia positionem perpendicularem observante, aut utraque diversos obliquitatis gradus obtinente. Tum enim relatio inter potentiam ac pondus variat juxta diversitatem anguli, quem directiones faciunt, quam sequenti theoremate definimus.

288 Theor. "Vires potentia vecti applicatae diversis obliquitatis gradibus sunt inter se ut sinus angulorum, quos cum vecte faciunt

directiones." Dem. Sint P, R (fig. 26) potentia ac resistentia vecti applicatae, primum directione perpendiculari CP, deinde diversis obliquitatis gradibus CF, CK; in primo casu directionis perpendicularis vis gravitatis agit per lineam CP plano horizontali CV perpendiculararem, adeoque per lineam directionis gravium; totamque proinde pressionem suam exercet in punctum C, ut ubi de gravitate dissuerimus, ostensum manet. Quod si directione CF agat potentia, ejus vires in duas directiones CN, CM resolvuntur (178): pars CN nihil confert ad elevationem ponderis, quum sit directio horizontalis: quæ tantum ad hypomochlium è loco suo dimovendum, seu vectem directione CN trahendum exercetur: restat igitur pars virium CM, quæ juxta directionem perpendicularem agat, et quæ nitatur pondus elevare. Quum autem CM sit æqualis FN, aut ES, quæ est sinus anguli obtusi BCF (Math. 444), valor hujus sinus exprimet vires agentes directione CF. Potentia igitur directione CP agens, erit ad eandem directione CF agentem, ut sinus anguli BCM ad sinum anguli BCF, sive ut sinus totus, ad sinum ang. BCF; quum BCM sit rectus, BCF obtusus.

289 Schol. Nihil refert, quod potentia agat directione CF sub angulo obtuso ad partem CV, vel sub auto ad alteram partem BC angulo æquali MGF: sinus enim communes habent BCF, et MCF (Math. 444) ab angulo recto æquè distantes, hinc per excessum, illinc per defectum. Angulus ex gr. 45, et 135 gr. eundem sinum

habent (Math. 460). Unde etiam deducere licet, cur in directione perpendiculari CP maximam vim habeat potentia: sinus quippe anguli recti est radius, qui omnium sinuum maximus est (Math. 445).

290 Ut autem in directione obliqua CK sub angulo acuto BCK imminutionem potentiae ostendamus, eadem ratiocinatione, atque in angulo obtuso invenitur, vires per CK agentes in duas directiones resolvi CT, CD; quarum prima CT tota impeditur in vecte directione CB trahendo, adeoque nihil confert ad resistantiam directione RA sublevandam: altera igitur parte virium CD pondus elevabitur, quae sola respondet directioni perpendiculari RA, per quam pondus, seu resistantiam attolli debet. Est autem $CD = KT$, qui sinus est anguli BCK; ergo vires obliquae sunt, ut sinus obliquis angulis respondentes ad potentia agentis in P erit ad eandem in K, ut sinus anguli BCP ad sin. ang. BCK. Eodem modo aestimari deberent vires agentes directionibus CO, CE, CH, ut pondus in Z aut A locatum per ZA deprimerent: sinus nimirum ES, HV in proportione adhiberi deberent, et cum directione CO, quae est recta, comparari.

CAPUT TERTIUM.

De libra, trochlea, et axe in peritrochio.

291 Libra, seu *bilanx* machina adeo nota est, ut eam nominare satis sit, quae ab omnibus statim dignoscatur. Vectem esse primi generis, jam saepe inuimus, in quo pondera utrinque lancibus imposita potentia ac resistantia vices promiscue gerunt. Ad examinandum pondus ignotum unius quantitatis per alteram, cuius pondus notum sit, adhibetur: unde aequilibrii machina recte appellari potest. Nam ejus utilitas in eo sita est, ut ignota pondera dignoscantur, ea ad aequilibrium reducendo cum aliis ponderibus jam notis; ex quo recte deducimus, quantitatem seu corpus lanci impositum eandem materiae quantitatem ac alterum jam examinatum contingere, ut lemma 1 statuimus.

292 Verum ut ejusmodi deductio legitima sit, opus est, ut potentia ac resistantia aequalibus omnino distantibus ab hypomochlio constituta, paria momenta contineant: in quo plures fallaciae occultari possunt, quae non facile, nisi ab oculis mechanicae principii illustratis deteguntur. Nam 1. lancee ejusdem prorsus ponderis sint, oportet: quippe quae in potentia ad resistantiam partem ingrediuntur. Ut autem hoc obtineatur, opus est 2. ut partes junctae seu virgae utrinque non solum longitudine, verum etiam pondere perfecte aequales consti-

tuantur. Si enim unum ex brachiis longius et subtilius, alterum crassius ac brevius forent, ad æquilibrium componerentur pondere minori in brachio longiore, majore in breviori constituto ex lem. 2; quod fallacem libram veluti justam ponderis mensuram exhiberet. Ad ejusmodi fraudem, aut errorem detegendum solent pondera æquilibria permutari, in quibus si vera æquilibras adsit, commutatis vicibus permanebit: sin minus disparilitas statim prodibit. 3. Axis circum quem brachia volvuntur, quam fieri possit, à frictionibus liberum sit, quæ motum impediunt: nam si ex alterutra parte major resistentia, ac frictio habeatur, planum est, æquilibras turbari. 4. Sub *indice*, seu virgula ab axe prominente, lingula ejusdem ponderis, ac index, subducta sit, oportet; ut in nutatione axis, dum index ad alteram partem inflectitur, in contrariam lingula distracta æquilibrium conservet. 5. Quum jugum ex quacumque materia fabrefactum, etiamsi durissima sit, à nimio pondere inflectatur, unde prominentior fit axis, in quo centrum motum situm est, ex hac inflexione, libræ seu vectis motus difficilior redditur: quambrem dum gravia pondera lancibus imponenda sunt, præstat ea seorsim perpendere, si dividi possint, ne brachia nimium inflexa justum pondus non exhibeant. Sin autem in unam molem congestum foret pondus, quod dividi non possit, alio artificio inventa est machina, quæ sine inflexione brachiorum majora pondera excipiat.

293 *Statera romana* audit hujusmodi libra, cujus brachia inæqualis longitudinis quum sint, vectem exhibent primi generis, in quo potentia, ac resistentia inæqualibus ab hypomochlio distantis collocatæ, facili negotio parva potentia cum magna resistentia in æquilibrio stare potest. Quod quidem ut obtineatur, ita ut ad examinanda majora pondera sine periculo erroris, vel fraudis adhibeatur, pondus et æquipondium ad eas distantias collocari debent, ut per ipsas multiplicata momenta, utrinque æqualia inveniantur; quod jam lem. 2. satis explicatum arbitror; omniaque de bilance dicta, æquè stateræ conveniunt, ut ejus exacta constructio examinetur.

294 *Trochlea* est rota versalitis HE (fig. 27), quam ad hauriendam è puteis aquam communiter adhibent, canaliculo excavato, ut funis aut catena, ex qua onus D pendet, ac trahitur, commodius inseratur, ne extra trochleam deflectat, dum circa axem circumvolvitur. Duplicis generis trochleam distinguunt, *mobilem* ac *immoam*. Hanc ideo ita vocant, quia etsi volubilis circa axem sit, affixa tamen loco est, ut HE, aut GI. Mobilis autem versalilis est tum circa axem BL, quum etiam circum funem EC, cujus extremitas E fixa manere debet, ut trochlea attollere queat pondus AP; quod non accidit dum immobilis est, fune utrinque remisso manente. Si machina uno tantum constet orbiculo, ut ABL, dicitur *simplex* aut *monospastus*: quæ plures contineat rotulas, velut HE, GI, *composita* audit et *polyspastus*.

295 Corol. Trochlea fixa est vectis primi generis, in quo resistentia H (fig. 27) seu pondus D, ac potentia E æqualibus distantis ab hypomochlio seu axe constitutæ sunt. Quod si mobilis sit trochlea, ut BAL, ad vectem tertii generis reduci potest, ita ut in B sit hypomochlium, resistentia in A, ac potentia in L: his enim punctis respondet nisus seu actio, quæ in E et C exercetur; quemadmodum ponderis P actio seu pressio, quæ per lineam AP dirigitur; et perinde agit, ac si in A situm esset.

296 Prop. I. "In trochlea fixa seu immobili potentia non augetur; juvat tamen, ut commodius pondus attollatur. Quod si mobilis trochlea fuerit, potentia ad pondus erit in ratione subdupla, sive ut 1 : 2." *Dem.* Trochlea immobilis est vectis primi generis, in quo potentia ac resistentia æqualibus ab hypomochlio distantis constitutæ sunt: paria igitur utrinque sunt momenta, quum sit $EF = HF$ (fig. 27) seu æquales ab hypomochlio distantia, adeoque potentia æqualis ponderi. Compertum tamen est, ejusmodi machinamento directionem ponderis commodiorem fieri, eo quod positura corporis in suo statu naturali perseveret; quod non evenit dum pondus manibus sublevandum est. Deinde ad magnas altitudines pondera hoc machinamento attolluntur, ad quæ frustra brachiis ea evehere tentares.

297. Jam si trochlea mobilis adhibeatur BAL, quum hæc vectis tertii generis species sit, potentia L erit reciproce ad resistentiam A, ut LB ad AB (fig. 27). Enimvero LB duplum est

AB: ergo potentia L est ut 1 : 2, seu subdupla resistentiæ A tempore æquilibrii, quod semper intellectum volumus in hujusmodi proportionibus. Ponimus etiam funes parallelos, ut momenta utrinque sint paria: aliter enim directio momentorum inæqualis diversitatem pareret, ut art. 288 notatum manet.

298 Prop. II. "In trochlea composita seu polyspasta resistentia se habet ad potentiam, ut numerus funium trochleis mobilibus insertorum." Nimirum in trochlea A (fig. 27) potentia C erit reciproce ad pondus P, ut $CL + EB$ ad EA; ita ut si una tantum ex trochleis mobilis fuerit, potentia erit ubi ipsa; si duæ, subquadrupla etc. *Dem.* Dum resistentia A attollitur ad E, potentia distenditur per spatium æquale $BE + LC$, quod duplicis funis longitudine comprehenditur (præc.), quod ad omnes trochleas mobiles extendendum esse, res ipsa per se loquitur: ergo quicumque sit trochlearum mobilium numerus, augmentum potentia semper erit in ratione subdupla trochlearum seu numeri funium eisdem insertorum. Hinc ope hujus machinæ pluribus trochleis mobilibus constante, ingentia pondera exigua vi sublevari possunt.

299 *Axis in peritrochio* est cylindrus AB (fig. 28) volubilis circum axem supra fulcra F, H, quibus sustinetur ope vectium decussatorum GR, HI, qui *scytalæ* solent nuncupari; suntque veluti radii cylindri producti. Cylindro ad alteram vectium partem funis X alligati consuevit, quo pondus P attollitur. Positio

cylindri horizontalis, ut est ABE perinde confert, ac perpendicularis ad machinæ theoriæ; solet tamen *ergata* appellari quum cylindri positio est horizonti verticalis. Hanc positionem plerumque adhibent artifices, ut ingentia pondera per planum promoveant, ac ab uno ad alterum locum traducant: positione autem horizontali ad ea sublevanda opus est uti. Neque machinæ vires auferuntur, aut minuuntur, si loco vectium rota dentata aut tympano ad motum concitetur; ut fieri solet in moletrinis aquæ aut venti impetu concitatis, vel tympanis concavis hominis intra reptantis impulsu circumvolutis.

300 Corol. *Axis* in peritrochio est quædam species vectis primi generis, in quo potentia sita sit ad extremitatem radii scytaalæ, hypomochlium in axe cylindri; resistentia ad punctum X, in quo funis ponderis P pressio nem sustinet, collocata intelligatur. Quod etiam extendendum venit ad omnes alias machinas, quæ speciem hujus referunt; quasque sub sequenti propositione comprehendimus; ut illarum vires innotescant.

301 Prop. III. "In axe in peritrochio resistentia est ad potentiam, ut radius scytaalæ seu vectis; quo maquina movetur, ad radium cylindri." *Dem.* Hujusmodi machinamentum est vectis species, in quo distantia potentiæ ab hypomochlio est radius, quo circumagitur; radius cylindri, cui inseritur manubrium, est fulcrum vectis; pars altera ejusdem, sive distantia resistentiæ ab hypomochlio est radius

cylindri ad partem, ex qua funis pondus sustentat per præc. cor. Verum in vecte potentia est ad resistentiam in ratione distantiarum ab hypomochlio (280): itaque ratio inter potentiam ac resistentiam in hac machina intercedens, est ipsa radiorum manubri ac cylindri: eritque virium æquilibrium, quando pondus erit ad potentiam, ut radius seu vectis manubri est ad radium cylindri.

302 Corol. Ex quo id planè descendit, ex hujusmodi machinis validiores illas fore, quæ longioribus scytaalibus, tenuioribus cylindris instructæ sint; quod plerumque evenit in verticalibus seu ergatis: quæ etiam pluribus hominibus manum adhibendi locum præbent. Verum si funis nimis crassus fuerit, aut plicatura altera supra alteram accumulatur, radium cylindri augment, ac proinde major fit resistentiæ seu ponderis ab hypomochlio distantia; quæ idcirco in prædicta proportionem computari debet, addito radio crassitiei funis, si nimis crassus fuerit, aut accumulatur una supra alteram plicaturæ, augendo radio cylindri.

303 Schol. Rotæ dentatæ species etiam sunt axis in peritrochio, quamobrem ex ejus natura facile intelligitur ratio potentiarum, quæ diversis machinis applicantur. In rotis quidem dentatis invicem insertis, quæ machina *glossocomum* Heronis ab ejus auctore Herone Alexandrino, aut etiam *pancratium* solet nuncupari, ea ratione augetur vis potentiæ, quæ rotæ dentatæ multiplicantur. Quælibet autem ex his rotis, quum ad modum axis in peritro-

chio vires augeat potentia, multiplicatis rotis, miræ efficacitatis effectus edere potest. Sed de his hactenus.

CAPUT QUINTUM.

De plano inclinato, cochlea, et cuneo.

304 Planum inclinatum, de quo jam, quæ dicenda erant, tradidimus art. 234, idcirco inter machinas annumeratur, quia vires potentia adjuvat, dum pondera attollenda, aut demittenda sunt, gravitate relativa admodum imminuta. Etenim quum gravitas absoluta sit ad respectivam, ut longitudo plani ad altitudinem, habebitur inter potentiam et pondus æquilibrium, dum potentia sit ad resistantiam, ut altitudo plani ad longitudinem; quod maximè vires juvare debet, adhibito plano eo gradu inclinationis, qui ad rem opportunior fuerit.

305 Cochlea, machina satis cognita, est cylindrus spiris continuatis sulcatus (fig. 29), quæ si prominentes sint, ut ita C, dicitur cochlea *mas*: alium verò cylindrum, qui has helices prominentes interna cavitate excipit ut D, *femininam* appellare consueverunt: ex utraque enim cochlea tamquam parte machina componitur. Frequens ejus usus est in prælis typographicis, torcularibus etc., in quibus effectus pressionis maximè intenditur: verum ad elevanda, etiam, aut movenda pondera adhiberi posse, res est ex se manifesta.

306 Prop. "In cochlea potentia cylindro

immediatè applicata est ad pondus, ut distantia seu altitudo duarum helicum proximarum ad peripheriam cylindri." *Dem.* Eodem tempore quo potentia circumferentiam cylindri percurrit, pondus elevatur, aut deprimitur ad distantiam duarum helicum proximarum: spatium autem percursum exprimit celeritatem potentia ac resistantia: ergo celeritas potentia exprimitur per circumferentiam cylindri, ponderis verò per distantiam duarum helicum proximarum. Itaque ut in hac machina inter utramque habeatur æquilibrium, potentia ac resistantia esse debent in ratione reciproca celeritatum, id est potentia ad resistantiam esse debet, ut altitudo inter duas helices intercepta ad cylindri peripheriam.

307 Corol. Ut igitur utilior sit machina, seu minores vires à potentia impendantur ad premendum vel elevandum, helices invicem propriiores esse debent, eadem manente cylindri crassitudine; aut hic crassior fieri, eadem perseverante helicum distantia. Verum peripheria major cylindri, plerumque vecte AB eidem inserto suppletur: in quo casu potentia est ad pondus, ut altitudo inter duas proximas helices ad peripheriam circuli, cujus radius sit distantia puncti, in quo potentia vecti AB applicata est, ab axe cylindri.

308 Cuneus est prisma triangulare ABC (fig. 30), machina, adeò omnibus nota, ut operæ pretium non sit illam describere. Nonnulli cuneum velut duplex planum inclinatum simul connexum, ac in eandem aciem desinens con-