

THESES
MATHEMATICÆ

DE

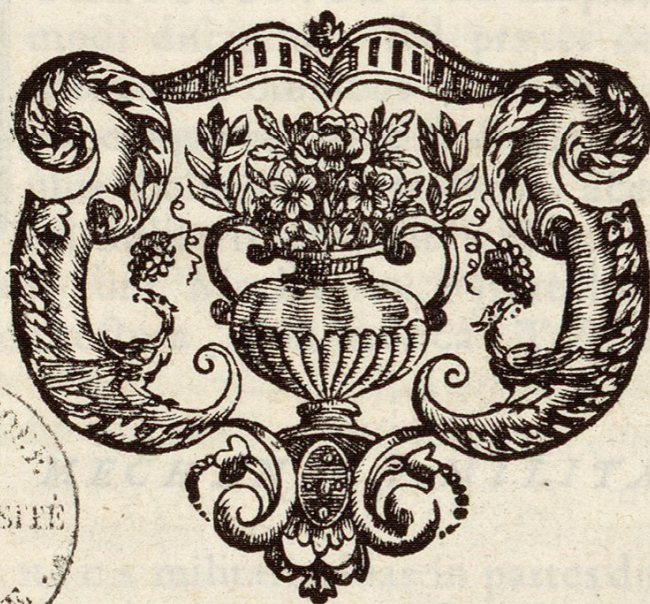
STRATEGETICA

SIVE

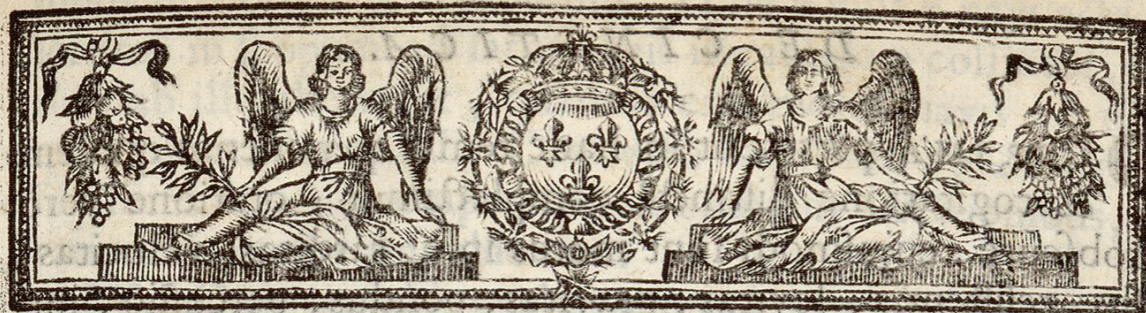
DE SCIENTIA REI MILITARIS;

PROPUGNABUNTUR

*In Regio LUDOVICI MAGNI Collegio
Societatis JESU*



*Diebus II. III. & IV. Julii anni
M. DC. LXXXVIII.*



THESES MATHEMATICÆ

DE

STRATEGICA.



STRATEGICA non simplex est & uniusmodi disciplina, sed præter communia Mathematicis omnibus elementa, variam multiplicemque continet doctrinam, ex qua, cum usus bellandi & tractatio accessit, scientia rei militaris efficitur. Hujus verò scientiæ partes præcipuæ sunt Mechanica, Pyrotechnica, Oplitica, Balistica, Architectura, Poliorcetica, Tactica, & Naumatica.

DE MECHANICA MILITARI.

MECHANICA militaris duas in partes distribuitur: primum enim de motu, tum de machinarum rationibus disputat. Prima pars, à Græca voce quæ motum significat, Cinetica dicitur; altera verò, à Græca Artis appellatione, Mechanicæ nomen retinuit.

PLURIMA pertinent in hanc rem, quæ mente quidem & cogitatione distinctè complectimur; oratione verò perobscure: cuiusmodi sunt motus ipse, tarditas, velocitas, nisus, resistantia, levitas, gravitas, pondus, percussio, impulsio, & alia generis ejusdem.

I. **CORPUS** intelligitur moveri, quod locum mutat; quiescere, quod non mutat. Nullum omnino corpus ex sese movetur, sed vel ab immoto spiritu, vel ab addita qualitate, vel ab alio corpore.

II. **Q**UOD movetur ab alio, sequitur ultimam motoris determinationem, pergitque eadem velocitate moveri, donec suus impetus destruat. Hinc 1. Corpus liberum ab alio impulsus æquabiliter movetur in rectam lineam. 2. Cujus partes oppositæ contrario aguntur impetu, id movetur circa seipsum. 3. Partes corporis ita circumacti continentur recedere à centro secundum lineas tangentes. 4. Quia pulveris pyrii dilatatio, quæ globus è tormento pellitur, fit secundum tormenti canalem, linea emissionis globi eadem est cum recta linea, quæ per medium canalem & centrum globi ducitur. 5. Cum collineationis linea radit tormenti metallum quod in postica parte crassius est, tum globi directio non est parallela lineæ collineationis, sed ad breve spatium est ea inferior, factaque decussatione evadit ea superior. 6. Si, tormento malè terebrato, canalis in hanc vel illam partem inclinabit, linea directionis eò deflectet. 7. Cum flammæ vi recedit tormentum, ejusque os tantillum deprimatur, ut ferè fit, propter subjectæ è materia basis acclivitatem, vel ad dextram aut sinistram detorquetur ob inæqualem rotarum motum, tum globus ab eo emissus ad easdem partes declinat.

III. **C**UM missile à duobus externis motoribus varias in partes agitur, illius directio ex duabus motorum directionibus componitur; fitque diagonalis parallelogrammi, cujus latera secundum motorum directiones posita, eandem habent inter se proportionem, quam velocitates à motoribus impressæ: rationes autem velocitatum componuntur ex ratio-

5
nibus spatiorum & temporum. Hinc si quis è navi acta celerimè in scopum ad latus navis immobilem collineet, tantum ab illo aberrabit, quantus erit motus navis ad illum quem imprimet missili. Cum verò impellitur à pluribus missile illius directio componitur ex omnium directionibus, proportionem & modo impulsione.

IV. Qui tentabit explicare quæ ratione à spiritibus corpora moveantur, rem suscipiet inenodabilem. Corpus quod aliud impellit, tantum amittit de suo motu, quantum ei communicat. An qualitates quædam corporibus ingenitæ, aliæ sursum evehant, aliæ deprimant deorsum, non Mathematicorum, sed Physicorum est conjicere. Quamobrem duo facimus: Primum, principium motus, quo corpora quædam sibi permissa feruntur rectis lineis ad centrum Terræ, esse gravitatem; principium verò, quo alia feruntur rectis lineis à centro Terræ ad Orbis circumferentiam, esse levitatem, quæ frustra videtur à minori gravitate distinguenda. Alterum, gravitatem esse causam necessariam & ponderibus perpetuò conjunctam.

V. TAMETSI multiplex est Physicorum opinio de materia, de raro & denso; possumus tamen, nulli adhærentes opinioni, statuere gravitatem sequi materiæ modum, adeoque materiam ex pondere, & pondus ex materia rite æstimari; corpora ejusdem esse specificæ gravitatis, quæ sub eadem mole habent idem pondus: cujusmodi sunt ea quæ vulgò dicuntur homogenea; alia esse diversæ gravitatis specificæ, quæ sub eadem mole non habent idem pondus. Hinc 1. Quando conferuntur inter se corpora homogenea, moles est ad molem ut pondus ad pondus, & vicissim. 2. Quia sphæræ sunt in ratione suarum diametrorum triplicata, pondus unius globi ferrei est ad pondus alterius, ut cubus diametri unius ad cubum diametri alterius, & diameter unius est ad diametrum alterius, ut radix cubica ponderis unius ad radicem cubicam ponderis alterius. 3. Quia experientiâ cognitum est globum unius libræ è ferro fusili habere diametrum unius uncie, (sive, ut loquuntur, pollicis) & linearum decem. Si detur globi ferrei cujuslibet pondus, cognoscetur ipsius diameter, & vicissim, si detur diameter, colligetur pondus.

VI. QUANTITAS motûs intelligitur ex velocitate & quantitate materiæ, ita ut materia velocitatem, velocitas materiam compenſet. Globus enim ferreus, par mole lapideo, eademque delatus velocitate majorem habet motum & impetum: eadem enim hîc est motuum, quæ ponderum, comparatio. Quo fit 1. Ut graviora tela gravius feriant, longiorque ſariſſa & ſalarica loricam effringat, quam minus telum ne contundit quidem. 2. Ut gravia corpora per ſpatium vacans & inane pari omnia velocitate moverentur, neque velocius descenderet lapis molaris quàm pluma.

VII. NISUS ad motum tantus est, quantus foret motus, niſi corpus exteriùs impediretur. Niſus ad motum verſus unum terminum, eſt reſiſtentia motui contrario, ipſeque niſus eſt meſura reſiſtentia. Gravitatio eſt niſus ad deſcenſum & contra aſcenſum. Hujus itaque modus ſumitur à motu qui fieret tam deorſum quàm ſurſum, ſi non impediretur exteriùs. Hinc 1. Major eſt niſus majorque reſiſtentia in majori pondere, quàm in minori, ſi cætera ſint paria. 2. Idem pondus, ſi conferatur cum æquali, poteſt plus minùſve quàm illud vel niti deorſum, vel reſiſtere motui ſurſum. Poteſt enim ita componi cum altero, ut major aut minor futura ſit velocitas. Ita majoribus opus eſt viribus, ut telum celeriùs quàm ut lentiùs contorqueatur. 3. Poſſunt duo æqualia pondera ſic componi, ut nitantur in ſe invicem, nec poſſit unum deſcendere, quin vincat alterius niſum aut reſiſtentiam. Poſſunt ita componi, ut alterum majus ſpatium deorſum conſecturum ſit eodem tempore, quàm aliud ſurſum, adeoque celeriùs movendum ſit. 4. Poſſunt ita componi duo corpora æqualia, ut unum attollat aliud. 5. Poſſunt ita componi duo corpora inæqualia, ut motus unius futurus ſit ad motum alterius: ſicuti pondus unius eſt ad pondus alterius reciprocè; adeoque ut minus ſit in æquilibrio cum majori. 6. Poſſunt eum in modum colligari corpora, ut motus levioris ſit major ad motum gravioris quàm hujus ad illius pondus: ergo ut levius attollat quod gravius eſt. 7. Ubi corpora ex communi jugo ſuſpenduntur circa punctum immobile, (*Latini preſſionem* appellant) motus futurus eſt ad motum ut pondus ad pondus reciprocè, ſi diſtancia à puncto ſuſpenſionis, ut vocant, eſt ad diſtanciam

ut pondus ad pondus reciproce. Hoc haberi potest pro principio Mechanices, quod satis videtur demonstrari, ubi datum est, tantum esse nisum tantamque resistantiam, quantus motus futurus est.

VIII. QUANTITAS nisus & resistantiæ æstimanda est ex quantitate motus secundum lineam horizontis plano perpendicularem: neque enim gravitas aliò tendit quàm ad centrum Orbis. Momentum est nisus, quem habent plura corpora inter se colligata vel collata, vel plures ejusdem mobilis partes. Ita major est motus in extrema rotati acinacis & cæsim ferientis parte, quàm non procul à capulo: major enim ab hac quàm ab altera parte circulus eodem tempore describitur. Gravitatio respectiva est nisus corporum gravium ea parte detracta quam sustinet corpus, in quo consistit, quo sensu levius esse dicitur ferrum in aqua, quàm in aëre.

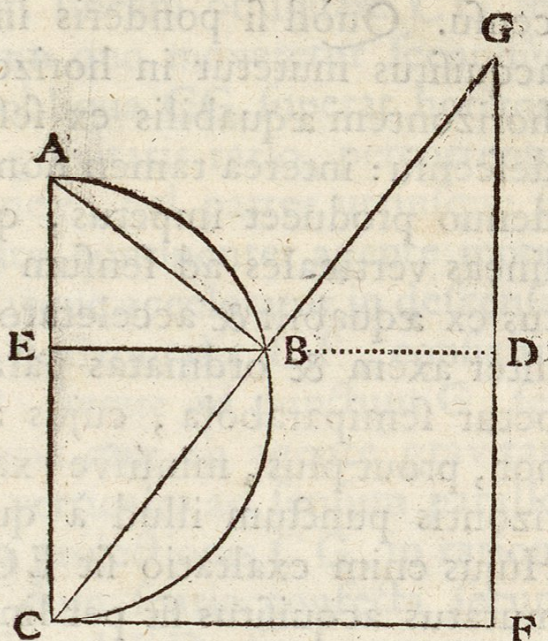
IX. LICET omnes ponderis partes toto nisu tendant deorsum lineis Horizontis plano perpendicularibus; unum tamen est punctum momenti medium, quod ejusmodi lineam percurrit, diciturque centrum gravitatis. Linea vero quæ à centro gravitatis, ad centrum gravium, hoc est, ad centrum Terræ perducitur, appellatur linea directionis. Si cogiteretur sustineri corpus ex centro gravitatis, totum sustinebitur, & quemcumque situm dederis, retinebit. Hinc

1. Corpus non movetur, quin centrum gravitatis possit descendere.
2. Stat corpus quod puncto incumbit cùm linea directionis transit per illud punctum.
3. Quod incumbit planæ superficiei, non movetur quandiu linea directionis transit per basim.
4. Si corpus ejusmodi alterutram in partem inclinatum sibi permittatur, redibit in pristinum situm, si linea directionis non exceßerit è basi.
5. Quæ ruinam minantur, ea, pondere ex altera parte addito, retinentur.
6. In plano inclinato labitur corpus, cùm linea directionis transit per basim; volvitur, cùm excedit è basi.
7. Quod ex immoto centro gravitatis sustinetur, nullo negotio in omnem partem movetur, ut tolenones, pontes & portæ penfiles.
8. Ad portationes inventæ sunt rotæ, plaustra, farraca, rhedæ, cisia, curulia tormentorum fulcra, phalangæ trussariles, quorum motu centrum gravitatis parum admodum attollitur.
9. Facilior est vectio per planum iter,

quàm per salebrosum; facillima per aquam. 10. Corpus rotis impositum faciliùs movetur per planum declive, quàm per horizontale. Idcirco ut tormenta, quæ vi pulveris è fenestellis recessere, faciliùs restituantur, acclivis è materia basis subjicitur. 11. Si sustinebitur corpus ab alio puncto quàm à centro gravitatis, eam in partem inclinabit, in qua erit centrum gravitatis: ita tormentum axiculis suis innixum, in partem posticam suo nutu inclinatur, quia sic temperatur metallum, ut centrum gravitatis sit in parte postica, quod ideo cavetur, ne globus impulsus à pulvere, partem anticam suo deprimat pondere, & deprimendo aberret à scopo. 12. Corpus plano horizontali impositum non evertitur, quamdiu linea directionis transit per basim. 13. Hòc difficiliùs evertitur corpus, quò latiore habet basim: eam ob causam in Architectura militari, valla, muri, aggeres, & moles continendis aquis aut sustinendo solo destinatae, non ad perpendiculum, sed cum acclivitate quadam extruuntur, majori vel minori pro ferendo pondere. 14. Corpus divaricatis cruribus aptius est ad sustinendum impetum, quo fit ut in tractatione ensis promoveatur pes dexter, retrahatur verò sinister: in explosione manualis balistæ pes sinister aliquantulum promoveatur, retrahatur dexter, corpore antrorsum inclinato.

X. QUIA gravitas est causa descensûs necessaria & conjuncta, ideo continenter & æquabiliter agit, paribusque temporibus æquales producit impetus, qui sequentibus temporibus toti perseverant, ni fortè exteriùs impediuntur. Quamobrem impetus à descendente corpore producti, sunt inter se ut tempora. Verùm impetus qui per sensile temporis spatium continenter crescit, dimidium duntaxat illius spatii conficit, quod confecisset, si totus extitisset ab initio motûs: quo fit, ut spatii partes à pondere liberè descendente, æqualibus temporibus confectæ, crescant juxta proportionem arithmeticam numerorum ab unitate imparium, 1. 3. 5. 7. 9. 11. &c. & spatia ab initio motûs peragrata, sint inter se in ratione duplicata temporum, sive ut quadrata temporum; impetus verò acquisiti, sint in ratione spatiorum subduplicata, sive ut radices quadratæ spatiorum, sive ut ipsa tempora. Adeoque si in semicirculo fiat angulus ABC, à quo ad
femi-

diametrum AC ducatur perpendicularis BE, sitque AE mensura temporis quo confectum est segmentum AE, linea BE erit mensura temporis quo conficietur aliud segmentum EC à puncto quietis E & mensura motus acquisiti in puncto C: nam linea BE est media proportionalis inter AE & EC, sicut AB est media proportionalis inter AE & AC. Hinc intelligitur. 1. Quantæ sint percussiones corporum suo nutu decidentium: vis enim percussio-

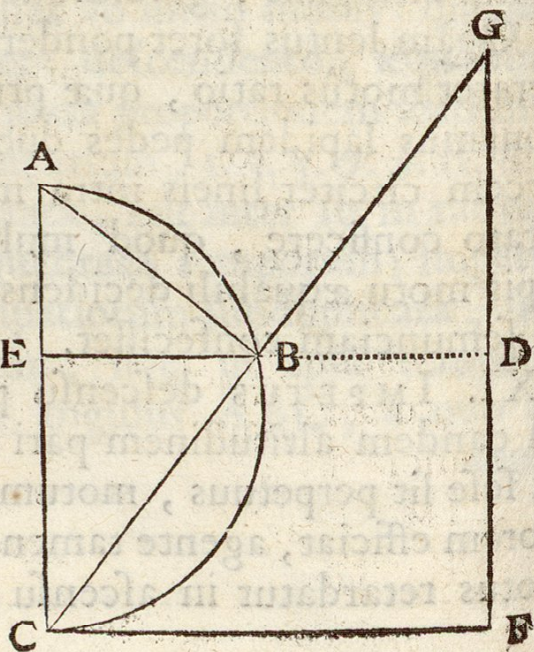


nis componitur ex pondere corporis & velocitate. 2. Quantæ sint fistucarum vires pro earum pondere & altitudine, ex qua decidunt. Est autem fistuca, ligneum, sed capitibus ferratum instrumentum, quo pali sublicæque in terram panguntur, ut in congestio palustrive solo ædificiorum & molium fundamenta solidentur. Ut autem fistuca ejusdem ponderis duplum ictum infligat, necesse est ut altiùs quadruplo attollatur, novies tanto altiùs ad ictum triplo validiorem. 3. Quantus sit ictus clavarum, malleorum & acinacium solo pondere decidentium. 4. Cur equites Turcæ & alii qui cæsim feriunt, brevioribus utantur stapedis, ut altiùs assurgant, gladiusque majorem describat circulum. 5. Quàm lentus foret ponderum descensus, si eadem perseveraret motûs ratio, quæ primo tempore extitit: quippe si ponamus lapidem pedes duodecim cum duabus uncis & decem circiter lineis intra minutum secundum motu accelerato conficere, quod multi se expertos asserunt, idem lapis motu æquabili decedens ab orbe condito, vixdum spatii semunciam confecisset.

XI. IMPETUS descensu ponderis acquisitus potest illud ad eandem altitudinem pari tempore attollere: licet enim ex sese sit perpetuus, motumque æquabilem & duplo velociorem efficiat, agente tamen continenter gravitare, perinde motus retardatur in ascensu, atque acceleratus est in des-

censu. Quòd si ponderis impetus verticalis descensu certo acquisitus mutetur in horizontalem, motus fiet secundum horizontem æquabilis ex sese perpetuus, & duplo velocior descensu: interea tamen non erit otiosa gravitas, sed novos denuo producet impetus, quibus accelerabitur motus per lineas verticales ad sensum parallelas: fietque motus mixtus ex æquabili & accelerato, eadem proportionem, quæ est inter axem & ordinatas parabolæ lineas; adeoque describetur semiparabola, cujus amplitudo major erit, vel minor, prout plus, minúsve exaltatum fuerit supra planum horizontis punctum illud à quo incepit motus horizontalis. Hujus enim exaltatio sit EC , & impetus in horizontalem mutatus acquisitus sit per lineam AE , linea BE quam fecimus ductam à semicirculo perpendicularem in diametrum AC ad punctum E , erit media pars semiparabolæ; linea verò EC erit ejusdem altitudo. Ut autem subducto calculo intelligas, quanta futura sit emissio ponderis, datis tum spatio quo impetus acquisitus est, tum exaltatione supra horizontem puncti illius à quo incipit motus horizontalis: alterum datorum per aliud multiplica, producti radicem quadratam extrahe, duplum inventæ radicis erit quæsitæ emissio, sive semiparabolæ amplitudo.

XII. At verò si impetus descensu acquisitus mutatur in ascensum obliquum, motus componetur ex horizontali æquabili & verticali retardato. Quamobrem, parabolica linea describetur, cujus commensus omnes hunc in modum investigare possumus. 1. Motus obliquus sursum CG componitur ex horizontali CF , & verticali FG . 2. Quatenus ex horizontali componitur, æquabilis fit & perpetuus: neque enim ipsi resistitur; adeoque paribus temporibus paria decurrit spatia secundum lineam horizontalem CF . 3. Quatenus componitur ex verticali, huic continenter resistit gravitas. 4. Si pona-



missile impelli secundum lineam obliquam CG impetu, qui tantum superet illum quo moveretur secundum horizontalem CF , quantum obliqua CG superat horizontalem CF , nullaue ducatur gravitatis ratio, percurrentur eodem tempore ambæ illæ lineæ, vel partes utriusque similes. 5. Verum, quia gravitate continenter agente motus perinde retardatur in ascensu, atque acceleratur in descensu, quo tempore conficitur tota horizontalis CF , conficitur tantum dimidia verticalis FD ; neque ad punctum G , sed ad D missile perveniet. 6. Spatia quæ ab agente gravitate conficiuntur secundum lineas verticales ad sensum parallelas, crescunt recedendo à linea projectionis CG , in ratione temporum duplicata, interea dum spatia confecta secundum lineam horizontalem CF , vel ED , sunt ut tempora. Ergo describetur in ascensu semiparabola, cujus basis erit CF , altitudo FD vel CE . 7. Quia motus horizontalis erit æquabilis, descensus verò acceleratus, ubi pervenerit in D , describet descendendo alteram parabolæ partem ejusdem amplitudinis & altitudinis huic omnino similem, quam describeret pondus, cujus impetus acquisitus descensu per lineam AE converteretur in horizontalem ad altitudinem EC . 8. Si ponatur, impetum quo pondus fertur secundum lineam horizontalem CF , fuisse acquisitum descensu AE , non potest impetus quo deferetur secundum lineam obliquam CG , eandem ad ipsum rationem habere, quam linea obliqua CG ad horizontalem CF , quin acquisitus fuerit ex descensu AC , tempore cujus mensura erit AB . Cum ergo impetus sint ut tempora, eandem illi rationem inter se habebunt, quam lineæ AE , AB . Galilæus appellat parabolæ sublimitatem lineam AE , per cujus descensum acquireretur impetus horizontalis. Lineam verò EC , appellat parabolæ altitudinem.

9. Media proportionalis inter sublimitatem parabolæ AE , & altitudinem ipsius EC , scilicet linea EB , est quarta pars amplitudinis parabolæ, quam describeret missile oblique projectum impetu acquisito ex descensu per lineam AC compositam ex altitudine & sublimitate. 10. Si linea AC composita ex altitudine & sublimitate fiat circuli diameter, & à puncto quo linea directionis obliquæ secatur cir-

culum, verbi gratiâ B, ducatur perpendicularis BE ad diametrum AC, pars superior AE erit sublimitas, inferior EC altitudo parabolæ; linea vero BE quarta pars amplitudinis.

II. Si missile eadem vi propellatur obliquè secundum diversas directiones, emissio erit omnium maxima, quando linea directionis faciet cum linea horizontali angulum semirectum: quod primus animadvertisse dicitur *Tartaglia*. Crescent emissiones ab horizontali directione ad gradum elevationis (sic enim liceat appellare) quadragesimum quintum; decrescent verò à gradu quadragesimo quinto ad verticalem lineam: denique æquales erunt emissiones, quarum directiones æqualiter distabunt à gradu quadragesimo quinto tam suprâ quàm infrâ. 12. Amplitudines parabolarum quas describit pondus eadem vi impulsus secundum diversas directiones obliquas, eandem habent inter se rationem, quam sinus angulorum duplorum, quos eadem lineæ directionis faciunt cum linea horizontali. Hinc demonstrantur penè omnia quæ pertinent ad Balisticam: quippe si facto periculo cognitum semel fuerit quò pertineat tormentum sive mortarium gradibus quadraginta quinque elevatum, intelligetur ex illo quantus futurus sit jactus ad quamlibet elevationem. 13. Ab horizontali linea ad elevationem graduum quadraginta quinque, altitudines sive parabolarum sive emissionum, sunt inter se ut sinus versi angulorum duplorum elevationis. A gradu quadragesimo quinto ad verticalem lineam altitudines parabolarum sunt inter se ut dupli sinus toti sublati sinibus versis angulorum elevationis duplorum. Hinc data altitudine unius parabolæ ad elevationem certam, calculo inveniuntur altitudines parabolarum omnium ad elevationes quaslibet. 14. In gradu quadragesimo quinto altitudo parabolæ est quarta pars amplitudinis. 15. Emissio verticalis sursum æqualis est dimidiæ amplitudini illius parabolæ, quæ describeretur à missili eadem vi projecto secundum angulum quadraginta quinque graduum. 16. Data vi, quâ mobile propellitur, in linea per quam descendendo ea vis acquireretur, & præterea elevationis angulo, definiuntur accuratè longitudines & altitudines omnium emissionum.

XIII. Si pondus per inane moveretur, traditæ hætenus accelerationis, retardationis & æquabilitatis proportionibus accuratè servarentur; verum aliquantulum immutantur,

quia nullus est locus inanis & vacans : neque enim potest lapis descendere, quin aërem dividat, & attollat ; non potest dividere, quin solvat partium nexus, nec attollere, quin gravitationem superet ; non potest vincere gravitationem, & partium nexus solvere, quin pars impetûs eò deriveretur, tanta scilicet, quanta solvendis attollendisque partibus est communicanda. Hinc 1. Quò cæteris paribus gravius est corpus per quod aliud descendit, hòc magis retardatur descensus : plus enim sua gravitatione resistit. Sic pondus idem lentiùs fertur per aquam, quàm per aërem. 2. Quò partes corporis intricatiores sunt, eò tardior est in eo motus : arctiora enim vincula magis resistunt ; sic globus è tormento emissus lentiùs fertur, cùm lacum aut fluvium prætervolat. 3. Quò celeriùs fertur corpus, plus pari tempore de ipsius motu detrahitur : neque enim potest moveri celeriùs, quin plures eodem tempore nexus disrumpat, majoremque velocitatem corpori per quod movetur, communicet : eam ob rem arcu emissum telum aut manu contortum, multò longiùs pertinet, quàm globulus è minima ballista manuali emissus, *un pistolet*. 4. Quò major est moti corporis superficies, eò magis retardatur motus : plures enim solvendi sunt nexus, majusque percurrendum est spatium ei corpori, per quod movetur. 5. Quæ cæteris paribus minorem habent superficiem, celeriùs moventur, globus cubo, cylindrus parallelepipedo, lævia asperis, acuminata obtusis. 6. Quæ sunt specie leviora, lentiùs feruntur gravioribus, si cætera sint paria, unde globi ferrei aptiores sunt lacerando muro, quàm lapidei. 7. Minora pondera lentiùs moventur gravioribus ejusdem specificæ gravitatis : ita globus unicus machinæ canali aptè congruens longiùs & celeriùs emittitur, quàm idem pondus minutorum globorum.

XIV. NON potest accuratè definiri quis sit resistentiæ modus in aëre : aliàs enim aliud est pro diversa partium suarum raritate aut densitate, duritie aut mollitie, tenacitate, pondere, situ, quiete, motu, elatere & sexcentis aliis.

XV. QUOD motui resistit continenter & æquabiliter per aliquas temporis partes, eum imminuit in ratione temporum duplicata. Hinc intelligi facîle potest cur mollia corpora sustineant impetum, quo franguntur & disjiciuntur

duriora : quippe durioris corporis partes , ita plerumque connectuntur inter se , ut omnes eodem ferè temporis puncto moveantur ; quo fit , ut unà omnes totum impetum , quantus quantus est , sustineant , cui , cùm maximus sit propterea quòd nihildum detractum est , resistendo sunt impares ; verùm mollioris cedentisque corporis partes non ita connexæ sunt , quin aliæ possint absque aliis moveri : ita fit ut aliæ post alias resistent , nec totum simul omnes sustineant impetum , sed fractum & retardatum in ratione duplicata temporum , quibus durat resistentia . Ita cùm globus incidit in saccum lanâ plenum , extima superficies premitur , hæc verò resistit , quia partes singulæ cum vicinis colligatæ sunt , veluti totidem elateres , aëre qui inter villos intercipitur , resistente . Prima tamen illa superficies unà cum globo prorsum movetur in alteram superficiem , quæ debilitato jam impetu minùs premitur , magisque resistit ; & sic deinceps , donec totus destructus sit impetus . Hinc 1. Subjecta pensilibus rhedis elateria vim succussus emolliunt . 2. Adversus missilia solent in re militari adhiberi , ramalium fascēs , crates vimineæ , gerræ , dolia , sportæ , & sacci terrâ pleni . 3. Ex saccis laneis facta sunt aliquando balistaria à Turcis contra Christianos in Candia , & à Christianis contra Turcas in Hungaria . 4. E cespite & terra viminibus mixta optimi sunt aggeres . Eâdem materiâ operiuntur testudines , vineæ , plutei , muscoli , &c. 5. Veteres ut arietis impetum frangerent , opponebant cilicia , storeas , centones , stragulas , culcitras , & saccos paleâ aut lanâ plenos . 6. Vegetius libro quarto cap. quinto . *Saga ciliciaque tenduntur , quæ impetum excipiant sagittarum : neque enim facilè transeunt spicula quod cedit & fluctuat.* 7. Non tantum adversus spicula , sed etiam adversus balistarum ictus . Coria , inquit Diodorus lib. 17. *& pelles duplices madefactas consuentes , in iis excipiebant ictus balistarum , quia molliter iis cedentibus vis lapidis resolvebatur.* 8. Qui machinam aliquam aut munimentum extruebant , ii storeas , aut vela è caprillis pilis facta , funibus anchorariis , eminentibus trabibus circum opus , quâ ad hostem vergebat , propendentia religabant , quod unum genus tegumenti , inquit Cæsar lib. 2. de bello civili , aliis locis erant experti milites nullo tormento neque telo trajici posse .

9. Loricis & aggeribus extruendis omnium optima est densa & glutinosa terra. Refert autem Goldmannus, tormentum majus ex intervallo pedum quadringentorum globo librarum 48. terram penetrare ad pedes 20. semitortum globo 24. librarum penetrare ad pedes 12. intervallo pedum trecentorum. Tortum campestre, globo librarum 12. penetrare pedes septem ex intervallo pedum ducentorum. 10. Tortum, cujus tanta vis est in solidam stantemque terram, fluitantem navim vix transforat. 11. Ne mortaria, navigiorum tabulatis imposita, recessu suo, cum ejaculantur globos nitrato fartos pulvere, transtra disrumperent, lenta & cedens materia tabulatis subjicienda fuit. 12. Sex aut septem funis igniarii spiræ, summo inclusæ pileo, gladii cæsim ferientis ictum sustinent. 13. Sericum multiplex manualis balistæ globulo dicitur esse impenetrabile. 14. Cedente manu parum admodum sentitur impetus ponderis. 15. Qui ex alto desilit, lentè inflectit crura. 16. Sapientissimus naturæ Autor, animalium ossa molli carne vestivit; humano autem capiti addidit capillos ut facilè ictus corrumperent. 17. Intelliguntur ea quæ apud varios Autores leguntur de thoracibus. Apud Nicetam Choniatem de Conrado quodam Montisferrateni: *Ipse tunc quidem sine scuto pugnabat, sed ex lino factum textum quoddam vino austero affatim salito madidatum sæpius replicatum, loco thoracis induerat; adeo autem ictibus resistebat vino & sale coactum & perfusum, ut omni telo esset robustius.* Plinius lib. 8. cap. 48. *Lana per se coacta vestem faciunt; & si addatur acetum, etiam ferro resistunt.* Spongia, inquit Livius, pectori tegumentum, scilicet Samnitibus. *Thoracomachum*, ut habetur in Notitia Imperii, *qui de coactili ad mensuram & tutelam humani corporis conficitur, de mollibus lanis, timoris sollicitudo solertia magistra composuit.*

XVI. AERIS resistentia impedit quominus spatia peragrata à decidentibus corporibus sint inter se in ratione temporum accuratè duplicata: impetus enim à gravitate producti crescunt tantum ut tempora; resistentia verò crescit ut spatia, sive ut quadrata temporum. Quo fit, ut tandem motus evadat æquabilis, tum scilicet cum aëris resistentia tantum certo tempore destruit impetûs, quantum

gravitas producit. Impedit eadem aëris resistentia, ne pondus ad eandem altitudinem, ex qua descendit, assurgat, & eandem descendendo velocitatem acquirat, quam acquireret, si minùs resisteret aër. Hinc 1. Missilis descensus lentior est quàm ascensus. 2. Minor est impetus sub finem descensus, quàm sub initium ascensus. 3. Funependulorum oscillationes sensim imminuuntur. 4. Sagitta plus in descensu quàm in ascensu temporis ponit, & quæ gravem initio ascensus ictum incussisset, decidens vix solo figitur. Observavit enim Pater Mersennus, sagittam quæ tribus minutis secundis ascendit ad altitudinem hexapedarum 50. quinque circiter minutis secundis ad terram redire. 5. Motus ad æquabilitatem citiùs revocatur, quando velocior est, cùm major est missilis superficies, & corporis per quod movetur, partes magis implicatæ intricatæque sunt. Poteris ex illis principiis solvere problema propositum ab Aristotele: quærit enim ille, cur, si ligno imponatur securis, & securi grave pondus addatur, non scindetur lignum, quod ictu non adeo vehementi dissiliet in partes: nempe primus securis & impositi ponderis motus, quem exiguum demonstravimus, statim revocatur ad æquabilitatem propter mutuam partium fibrarumque connexionem; motus verò securis acceleratus potentior est primâ fibrarum resistentiâ.

XVII. QUANDO figura ponderis est ad motum expedita, velocitasque mediocris, aëris resistentia vix quicquam de motus acceleratione per spatium parvum detrahit; quod duplici demonstratum fuit experimento. E duobus filis æqualibus æqualia suspenduntur pondera, quæ simul à linea perpendiculari removentur, alterum quatuor aut quinque gradibus, alterum octoginta; eorum oscillationes quantumlibet velocitate impares, pari absolvuntur tempore; totque unius, quot alterius numerantur, neque ullum in numeris, nisi post tempus longissimum, discrimen poterit animadverti. Alterum illud est, ex altitudine hexapedarum quinquaginta simul dimittuntur æquales mole globuli, unus ligneus, alter plumbeus. Ubi terram hic attingit decuplo gravior, vix unciiis decem, parte scilicet spatii trecentesima, distat alter; eorum tamen impetus descensu acquisitus tantus est, ut possit motu æquabili centum hexapedas intra minuta

minuta secunda circiter quinque conficere. Observavit præterea P. Merfennus, *bombam* (liceat enim ita loqui) quæ ad altitudinem verticalem hexapedarum centum attollitur, tantum temporis in descensu, quantum in ascensu ponere.

XVIII. EADEM aëris resistentia impedit ne motus horizontalis sit perpetuus & æquabilis; adeoque ne in emissionibus horizontalibus describatur parabolica linea ad Geometriæ regulas exacta. Verum, si missilibus mole, figurâ, pondere & velocitate paribus eodem modo resistit aër pari tempore, dicere possumus emissiones globorum & bombarum secundum diversas inclinationes & directiones, eandem inter se retinere proportionem per aëra, atque si nullatenus resisteret. Adde quòd, si intactâ motûs horizontalis æquabilitate, sola descendens acceleratio retardaretur, emissionis amplitudo major fieret in aëre quàm in loco vacante, minor verò, si intactâ descendens acceleratione, retardaretur motus horizontalis. Quamobrem non abs re mihi dicturus esse videor, facta quadam utriusque illius motus compensatione perinde fieri vulgares emissiones obliquas globorum per aëra atque per spatium inane & vacans.

XIX. OMNIS causa movens, quæ per aliquod tempus mobili corpori conjuncta, pari contentione & absque interruptione impellit, illius velocitatem auget juxta proportionem ponderum liberè decidentium, & emissiones sunt ex sese in ratione duplicata temporum, quibus potentia conjuncta fuerit, hoc est, emissio quadrupla erit, si tempus conjunctionis duplum; erit verò novies tanto major, si tempus fuerit triplum. Hinc 1. Vibratæ sarissæ vehementissima est plaga. 2. Longior tubus longiùs ejaculatur. 3. Rotati brachii, fundæ circumactæ & longioris validior est ictus: quamobrem Baleares solebant tres fundas gestare, unam longioribus habenis ad longiores ictus, alteram brevibus ad breviores, tertiam mediis ad medios, ut referunt Strabo & Diodorus. 4. Quò plus contrahitur brachium ad infligendum ictum, hoc gravior est ictus. 5. Major est percussio averfa manu quàm adversa; longiori brachio quàm breviori. 6. Qui telum dextrâ contorquet, pedem sinistram quantum potest antrorsum promovet, pondus corporis transfert in dexterum pedem, sic ut humerus sinister dextro pedi ferè immineat, nec

prius emittit telum, quàm brachio & corpore circumactis humerus dexter sinistro pedi ad lineam imminet.

7. Quò tela graviora sunt, hòc majorem infligunt ictum: diutius enim & potentia & corpori percussio conjunguntur. Hinc tanta falaricarum vis, quæ, præter oblongum hastile, ferrum tribus longum pedibus habebant, ut cum armis transfigere corpus possent, ut habet T. Livius libro 20.

8. Levissima tela & quæcumque minùs resistunt projicienti, ad modicam distantiam emittuntur: citius enim à projiciente separantur. Hinc fortè fit, quod refert *Diego Ufano*, ut tormentum è mari longius in terram, quàm è terra in mare jaculetur; quia maritimus àër terrestri crassior facit ut globus ab accenso pulvere tardiùs sejungatur.

9. Veteres tam Græci quàm Romani hastas amentabant, quas longius emitterent. Fuit autem amentum lorum in hasta circiter media revinctum, quod manui & primoribus digitis illigabant leviter, in emissionem cum impetu solvendum. *Ætolum Martis filium jaculum cum amento reperisse tradit Plinius lib. 7. Lanceam cum amento Ennius appellat ansatam. Telum amentatum, idem videtur esse quod mesancylum Hesychii. Certè ad telum amentatum revocantur, telum Achaicum, de quo T. Livius libro 38. & Suidas: cestrosphendone, de quo T. Livius lib. 42. Maxime cestrosphendonis, inquit, vulnerabantur Romani. Hoc bello, (scilicet cum Rege Perseo) novum teli genus repertum est. Bipalme spiculum hastili semicubitali infixum erat, crassitudine digiti: huic ad libramen pinnae tres velut sagittis solent, circumdabantur. Funda media, duo funalia imparia habebat, cum majore sinu libratum funditor habenâ rotaret, excussum velut glans emicabat. Idem pluribus explicat Suidas, qui cestrum appellat. Aclides, de quibus Virgilius libro 7. versu 730.*

————— *Teretes sunt aclides illis*

Tela, sed hæc lento mos est aptare flagello.

Erat verò Calepinus, cum ait esse adeo antiqua ejusmodi tela, ut nusquam memorentur in bello: nam eorum mentio fit in Valerio Flacco libro sexto, & in Claudio Trebellii Pollionis, non Vopisci, ut habet Justus Lipsius Poliorceticon libro 4. dialogo 4. Cateia, quæ non videtur differre ab aclide, de qua Virgilius lib. 7. versu 741.

Teutonico ritu soliti torquere cateias.

10. Maxima est emissio arcuum, cum majores sunt, & plurimum adducuntur. Hinc tanta vis arcuum Scythicorum & Parthicorum. De his ita Procopius libro 1. belli Persici: *Arcum ipsum longè validiorem usque in dextram tendunt aurem. Tali igitur nisu emissam sagittam, mirum non est frustra non mitti, cui neque thorax ullus, neque scutum possit resistere.*

11. Ad fundam aut ad arcum referuntur pleræque omnes machinæ, quibus Veteres tela destinabant: nempe fustiballi, librilia, scorpiones, onagri, catapultæ, balistæ, tormenta, & deteriori ævo petrariæ, manabulistæ, fustibala, mangana, monangones, mangonella, mangonalia, mangatella, mangæ, bibliæ petrariæ, &c. Balistarum vis erat non parva; hæc enim scribit Flavius Josephus libro 6. Excidii Hierosolymitani: *Talenti pondere erant lapides (hoc est, centum viginti librarum) qui mittebantur; duo autem & amplius stadia pervadebant. Ipse ictus non iis modò quibus primis incidebat, sed & longè stantibus retrorsum erat intolerabilis. Quædam emittebant lapides 360. pondo, ut scribit Vitruvius libro 10. cap. ultimo.*

12. Non mirum id videri debet quod Josephus libro tertio Excidii Hierosolymitani scribit de ariete. *Neque ulla, inquit, vis est tam valida, aut mœnia tam lata, quæ, ut primas maxime plagas tulerint, sustinere & subsistere assiduas eas possent. Rationem enim subjicit, cum ait: Est aries trabs prægrandis, quæ navis malum assimilatur; is solidatur in capite gravi ferro in arietis formam, unde nomen accepit. Dependet mediis funibus suspensus ex alia trabe velut trutina, quæ trabs tignis utrinque munita est & fulta. Repulsus porro magna virorum manu retrorsum, iisdemque antrorsum statim & cum impetu reflectentibus quatit muros prominulo ferro. Impetus enim arietis oritur ex trabis pondere, ex descensu naturali accelerato, atque ex impulsu accelerato arietantium: arietis verò simplicis, quem ad Gades oppugnandas primi omnium invenerunt Carthaginienſes, non tantus est impetus, quia unis militum lacertis fertur & impellitur.* 13. Cum primum navis, vento aut remis impellitur, lentus est ipsius motus, qui postea fit incitatissimus. 14. Pauciores, sed frequentes & continuæ, sive tormentorum, sive arietum, sive fistucarum plagæ, citius

aut ruinam faciunt, aut infigunt fistucas, quàm plures, sed interruptæ.

XX. **MOTOR** omnis translatus suum & transferentis impetum missili communicat. Hinc 1. In veteri militia sagittarii & libratores præcurrebant. 2. Cùm navis velocius fertur, quidquid ex illa sursum, deorsum, aut ad latera projicitur, non rectam, sed curvam lineam percurrit. 3. Jactus longior est ad proram quàm ad puppim. 4. Qui ex mota navi telum in rem immotam destinat, perinde se debet gerere ac si non ipse, sed scopus moveretur. Quamobrem hæc scitè monet *Diego Ufano* capite 13. tractatus tertii. Si navis celerrimè præterit, sic balistarius tormentum dirigat, ut collineationis linea navim bina ipsius longitudine antecedit; ignem verò admovebit, cùm distabit una ipsius longitudine & semisse. Si vento leni & æquabili præterit navis, linea directionis una longitudine ipsius antecedit; ignis verò admoveatur tormento, cùm in eam lineam prora incidit. Quod intelligendum est de mediocri navim inter & tormentum intervallo. 5. Si quis è navi acta celerrimè in navim aliam, quæ pari celeritate ad easdem partes feratur, ictum destinet, perinde agat atque ex loco stabili in scopum immobilem. 6. Cùm naves ambæ contrarias in partes feruntur, ut plerumque fit in pugnis navalibus, distantia lineæ collineationis quam *Ufano* constituit, videtur duplicanda. Quæ omnia pro rata proportionem debent intelligi de sagittarum aut globorum emissionibus quæ fiunt ex equo.

XXI. **VIS** percussiva missilium tanta est, quantus eorum motus: adeoque componitur ex gravitate missilis & ejusdem velocitate. Unde *Q. Curtius de Indis lib. 8. Binum cubitorum sagitte sunt, quas emittunt majori nisu quàm effectu, quippe telum, cujus in levitate vis omnis est, inhabili pondere oneratur.*

XXII. **QUEMADMODUM** tota vis ponderis fit secundum lineam directionis, ita & missilis secundum lineam emissionis, quam multi directionis appellant. Percussio perpendicularis dicitur, cùm linea directionis missilis incidit ad angulos rectos in corpus percussum: obliqua verò appellatur, cùm incidit ad angulos obliquos. Perpendicularis percussio est omnium vehementissima: corpus enim percussum, to-

tum percutientis impetum sustinet; obliqua verò percussio debilior est: nam cum facies propugnaculi v. g. obliquè percutitur, motus emissi globi ex duobus componitur, altero perpendiculari ad faciem, altero parallelo: huic autem non resistit facies. Verùm proportio inter ictum perpendicularem & obliquum est eadem quæ inter secantem complementi anguli acuti, quem linea directionis facit cum corpore percusso & sinum totum. Hinc 1. facies propugnaculorum quæ obliquè percutiuntur, difficiliùs evertuntur. 2. Gibba erat parmarum, clypeorum & scutorum facies, ut obliquè tela & ictus exciperent. 3. Loricarum structura prominente angulo ictus sæpe frangit.

D E M E C H A N I C A.

I. **M**ECHANICA docet quomodo corpora contra vim aut inclinationem inditam faciliùs moveantur aut sistantur. *Machina est*, inquit Vitruvius lib. 10. cap. 1. *continens ex materia conjunctio, maximas ad onerum motus habens virtutes: ea movetur ex arte circularum rotundationibus.* Quam descriptionem non video cur arguat is qui Vitruvium reddidit Gallicè. *Inter machinas & organa id videtur esse discrimen*, inquit idem Vitruvius, *quod machinae, pluribus operibus, aut vi majore coguntur effectus habere, uti balistæ, torculariumque præla; organa autem unius opere prudenti tractu perficiunt quod propositum est, uti scorpionis seu anysocytorum versationes.* Brevius, organum est simplex quidpiam, ut vectis; machina verò est quid compositum ex pluribus organis. Non apparet quamobrem novus Vitruvii Interpres legendum censuerit, *pluribus operis, & unius opere*, contra opinionem Barbari Philandri, & nativum propositionis sensum: possunt enim plures operæ tractare organum, unus verò machinam.

II. **U**NUM est totius Mechanicæ principium, scilicet æquipondium esse, cum pondera ex eodem jugo appensa eandem habent inter se rationem, quam distantia ab ansa reciprocè; sive tum esse æquilibrium, cum ponderum comparatio eadem est quæ brachiorum longitudo reciprocè.

Quod ut demonstramus, facimus ex Cinetica, primum, Quantitatem visus & resistentiæ æstimari ex quantitate descensus & ascensus, quæ fieret pro collocaione corporum: alterum, Pondus liberè suspensum ex aliquo librilis puncto perinde trahere illud deorsum, atque si tota vis gravitatis in eo colligeretur.

Hinc 1. Distantias ponderum à centro motus metiri oportet secundum lineam perpendicularem ductam ab eo centro in lineam tractionis. 2. Æqualia pondera ex distantiiis æqualibus sunt in æquilibrio. 3. Inæqualia ex distantiiis æqualibus non sunt in æquilibrio. 4. Æqualia ex distantiiis inæqualibus non sunt in æquilibrio; inæqualia verò modò sunt, modò non sunt pro ponderum & distantiarum rationibus. 5. Unum est in quolibet corpore gravitatis centrum, eodemque semper in loco, nisi moles aut figura corporis mutetur. 6. Si quid additur corpori, accedit centrum gravitatis ad eam partem quæ additur: si quid demitur, recedit ab ea parte. 7. Facilem habent explicationem quæ pertinent ad trutinam. Duplex autem est trutina: alia dicitur libra & bilanx, alia dicitur statera. Libræ jugum æquasi partes dividitur; puncto jugi medio, in quo centrum motus, examen imminet; ex utroque capite lances dependent. In statera, centrum motus cum examine proximum est illi capiti, unde lanx aut uncus dependet; pars librilis altera longior lineis distinguitur, singulis certi ponderis indicibus, cum per illam vagatur æquipondium. 8. Si librile puncto incumberet, neque ullus esset attritus axis, quolibet addito aut detracto pondere, desineret æquilibrio: at neque unquam uni puncto incumbit, neque tanta est axis & anginae lævitas, quin attritu & asperitate sua conversioni resistent. Unde solves primam quæstionem mechanicam Aristotelis, cur majores libræ sint accuratiores minoribus. Item & decimam, cur ea quæ per majores circulos trahuntur, facilius moveri contingit; cur etiam facilius moveatur libra quando est sine pondere, quàm cum pondus habet. 9. Currus duarum rotarum facilius trahuntur iis, in quibus sunt rotæ quatuor: ideo effeda, ex quibus olim propugnabatur, erant plerumque duarum rotarum. Vehendis majoribus tormentis non plures quàm duæ rotæ solent adhiberi. 10. Intelliges quod

refertur in Atlante Sinico paginâ 28. ubi sermo est de Provincia Pechin, cujus solum arenosum est & planissimum. *Modus itineris faciendi hisce locis non infrequens nec incommodus est: plaustrum adhibent cum una rota, ita constitutum, ut uni medium illius occupandi, & quasi equo insidendi sit locus, aliis duobus ab utroque latere adsidentibus, auriga plaustrum retro ligneis vectibus urget ac promovet, non securè minùs quàm velociter.* 11. Cùm è centro gravitatis trutina sustinetur, librile, situm quemcumque dederis, retinebit. Nicolaus Tartaglia incidit in ridiculum paralogismum, cùm libro 8. quæstione 32. voluit probare, fore ut trutina è centro gravitatis suspensa, si è situ horizontali dimoveatur, ad eum redeat. Comparat enim descensum unius ponderis cum alterius descensu, ubi comparatio instituenda est inter unius descensum, & alterius ascensum. 12. Cùm libra centrum motûs habet supra centrum gravitatis, pondera quæ horizontaliter posita æquilibritatem retinent, ab eo dimota statim suo nutu redeunt. 13. Quando centrum motûs trutinæ est infra centrum gravitatis, si libra, quæ facit æquilibrium in situ horizontali, ab eo dimota fuerit, neque consistet, neque ad eum redibit; sed perget moveri, donec permutatis brachiorum locis horizontalem situm infra centrum gravitatis obtinuerit.

III. **VECTIS** est palus longior ligneus aut ferreus, aptus movendis ponderibus. Tres sunt vectis partes: rostrum quod oneri subjicitur, lingulam appellat Vitruvius; caput quod a motore premitur; centrum, circa quod partes aliæ moventur, & imponitur hypomochlio, quod Vitruvius appellat Latinè pressionem. Triplex est vectis genus. In primo pressio est inter pondus & motorem; in secundo pondus est inter pressionem & motorem; in tertio motor est inter pressionem & pondus. Vitruvius non distinguit secundum vectis genus à primo: nam capite 8. lib. 10. *Si sub onus*, inquit, *vectis ferrei lingula subjecta fuerit, neque caput ejus pressione in imum, sed adversus in altitudinem attollitur, lingula fulta in area solo habebit eam pro onere; oneris autem ipsius angulum pro pressione.* Quo sensu dixit Aristoteles ad quæstionem quartam mechanicam: *Remus est vectis, hypomochlium sit scalmus: pondus est mare: vectem movens est ipse remex.* Potest

enim hypomochlium causæ contranitentis vicem obtinere; pondus verò & motor possunt hypomochlii vices alternis sustinere.

IV. IN omni vecte est æquilibrium inter causam moventem & pondus, cum pondus est ad causam in ratione distantiae à pressione recprocè. Causa movens vim ponderis superat, cum ratio causæ ad pondus major est quàm ratio distantiae ponderis à pressione ad distantiam causæ moventis. Distantias autem metiri oportet secundum lineas perpendiculariter ductas à pressione ad lineas tractionis. Si pondus, & pressio sumantur pro causis adnitentibus, tum causa movens, quam in posterum more Mechanicorum *potentiam* appellabimus, hypomochlii vices gerit: distantiae verò tam ponderis quàm pressionis erunt lineæ perpendiculares à potentia ad lineas directionis tam ponderis, quàm pressionis, præterea si onus pressionis conferatur cum potentia, pondus rationem habebit hypomochlii.

V. VECTIS apud Mathematicos, qui nullam materiæ rationem ducunt, est linea rigida & inflexibilis apta movendis ponderibus. Per vectem primi generis potest quantumlacumque potentia quantumcumque pondus attollere: potest enim infinities crescere distantia potentiae à pressione ad distantiam ponderis ab eadem pressione. Hinc 1. Solves illud Archimedis problema: *Dic ubi consistam celum, terrasque movebo.* 2. Respondebis quæstioni tertiæ Mechanicarum Aristotelis, cur exiguæ vires vecte magna moveant pondera. 3. Cur ferendo aggeri, vehendisque munitionibus per locorum angustias commodius sit sarracum trussatile, in quo longiora sunt brachia, & onus axi vicinius est. 4. Cur cisiorum sellæ propiùs rotis suspendantur. 5. Quàm potens sit ad effringendos vallos illud instrumentum quod *Ufano* capite 6. tractatûs secundi appellat *Troçador*.

VI. VECTIS tertii generis non auget vires potentiae. In vecte primi generis cum est æquilibrium inter potentiam & pondus, onus hypomochlii est ad potentiam vel ad pondus, ut distantia potentiae à pondere ad distantiam potentiae ab hypomochlio. In vecte secundi generis onus hypomochlii est ad potentiam, ut distantia potentiae à pondere est ad distantiam hypomochlii ab eodem pondere. Hinc 1. Solves quæstio-

nem vigesimam nonam mechanicam Aristotelis : Cur duo bajuli idem pondus super lignum ferentes non aequè graventur, si in eorum medio pondus non extiterit, sed magis prematur is, cui ipsum proximius constituitur. 2. Quod habet Vitruvius libro decimo capite 8. Onerum verò maxima pondera cum feruntur à phalangariis hexaphoris & tetraphoris, examinantur per ipsa media centra phalangerum, uti indivisi oneris solidò pondere certa quadam divisionis ratione aequas partes collis singuli ferant operarii, &c. 3. Per phalangarios ex arte dispositos videtur id explicari satis commodè posse quod legitur in Atlante Sinico pagina 125. In ferendis oneribus scientissimi sunt Sinae, ac rustici illic non parvum staticis nostris speculatoribus facessèrent negotium, ad causas inveniendas & rationes, si viderent illos tormenta etiam majora ac similia pondera ita vectibus utrinque suspendentes, ut per arctissimas etiam montium fauces facillimè transferant; ac licèt præcedant alii, alii subsequantur, multisque passibus à pondere suspensò distent: ita tamen vectibus & funibus illud norunt dividere, ut quilibet aequale ferè sentiat onus, seu paulò remotior sit, seu vicinior. Hoc pacto ingentia marmora atque integras etiam arbores facile videas humeris gestare Sinae. 4. Ad phalangarios referuntur milites, qui vulneratorum caesorumve corpora decussatis hastilibus ex acie referunt. 5. Cur media in phalanga consistente pondere non aequè premantur phalangarii per spatium declive; sed in ascensu magis prematur, qui posterior est, prior verò in descensu. 6. Denique cur ex imparibus phalangariis magis prematur qui minor est.

VII. Cum ponderis & potentiae tractions non sunt inter se parallelæ, sed concurrunt in puncto, tum eorum distantiae sunt ut sinus angulorum, quos lineæ tractionis faciunt cum recta linea ab hypomochlio ad concursum linearum tractionis perducta; quamobrem consistunt in æquilibrio, si potentia est ad pondus, ut sinus anguli quem facit linea directionis ponderis cum linea directionis hypomochlii, est ad sinum anguli quem potentiae tractio facit cum eadem hypomochlii directione. Si hypomochlium habeatur pro potentia quadam adnitente, illius onus erit ad potentiam, ut sinus anguli, quem lineæ tractionis faciunt inter se, est ad sinum anguli, quem

linea directionis hypomochlii facit cum tractione ponderis; erit verò ad pondus, ut sinus anguli, quem tractiones comprehendunt ad sinum anguli, quem linea directionis hypomochlii facit cum tractione ponderis. Porro linea directionis hypomochlii semper ea est, quæ à centro motûs rectâ ducitur ad concursum aliarum tractionum.

Hinc 1. explicabis rationes ponderum, quæ pendent ex funibus: quippe sint tria pondera A. B. C, quorum duo A. C trahant capita F. D funis circa duo puncta circumacti; B verò trahat medium G: si sunt in æquilibrio, pondus B est ad aliud pondus A, sicut sinus anguli F G D, quem ambæ partes funis à capitibus tracti comprehendunt, est ad sinum anguli E G D, quem pars funis G D facit cum linea directionis ponderis B consistentis in G. 2. Quò acutior est angulus F G D, quem ambæ funis partes comprehendunt, hoc majus esse debet pondus medium B, ut cum aliis duobus A & C faciat æquilibrium. Quò verò est obtusior idem angulus, eò minus debet esse pondus B. 3. Cùm funis longior aliquid ex sese ponderis habeat, nunquam potest in rectam lineam extendi, à quacunque potentia hinc & inde trahatur. 4. Quando similes funis flexibilis partes simile pondus habent, videtur definiri posse quem angulum, ad obtinendam æquilibritatem, facere debeant earum directiones cum rectis lineis ab ipsis ad funis capita perductis, ac proinde quam figuram induere debeat funis, cùm ab utroque capite sustinetur. 5. Intelliges vim venti vela & navim impellentis, quàmque figuram & directionem habere debeant vento inflata vela: ventus enim cogitari potest instar plurium potentiarum, quæ velorum fila alia in longitudinem alia in latitudinem posita impellunt. Porro fila in veli longitudinem posita summo capite antennæ religata sunt; infimo verò capite crassiori cuidam funi, qui à pede veli ad pedem extenditur: quæ verò posita sunt secundum latitudinem, eorum capita religata sunt funibus, quæ ab utroque antennæ cornu ad utrumque pedem pertinent. Quo fit ut venti vis sit potentior, quò magis in rectam illam lineam extenduntur tam pars infima veli, quàm ipsius latera. 6. Solves quæstionem mechanicam Aristotelis, cur quantò antenna sublimior, iisdem velis eodemque vento celerius feruntur navigia. Nam elata sublimius vela magis

distenduntur, iisque distentis angulus qui fit ab impellente vento, est obtusior, adeoque ratio ejusdem venti major est ad pondus navis & æquoris resistantiam. Respondet Aristoteles. *An quia malus est vectis & calx in qua figitur, est pressio; quod verò pondus movere oportet, est navis, & ventus in velum est movens? Igitur si quanto remotior fuerit pressio, facilius & celerius vis eadem pondus ipsum movet, antenna sublimius posita, à calce mali, quæ pressio est, magis distare velum facit.* Verum, si deprimenda foret prora, & attollenda puppis, malus esset instar vectis: at cum promovenda navis est, nihil est cui diligentius cavere debeant navarchi, quàm ne mali vectium vices hunc in modum gerant: ideoque sive unus sive plures mali sint, ita debent collocari, ut nunquam concurrant cum centro gravitatis navis. Aristotelem secutus est Vitruvius capite octavo libri decimi. 6. Facto obliquoque sinu mutatur venti directio. 7. Juncea Sinensium navium vela potentiora sunt lineis cannabeisve nostris, quando ventus flat directò.

VIII. RATIONES ponderum in planis declivibus consistentium facilem ex vecte habent explicationem. Nam quando pondus in plano inclinato sustinetur, pondus & potentia sunt in ratione reciproca sinuum angulorum, quos faciunt tractio potentiae, & directio ponderis cum linea quæ ducitur ab earum concursu perpendiculariter in superficiem declivem. Onus autem plani declivis est ut sinus anguli quem comprehendunt directio ponderis & tractio potentiae. Hinc 1. Cum linea tractionis potentiae parallela est plano declivi, potentia est ut altitudo plani inclinati, pondus ut longitudo, onus plani inclinati ut basis ejusdem. 2. Quò angulus quem linea directionis & tractionis comprehendunt, est obtusior, eò minus est onus plani, & ratio potentiae major est ad pondus pro sinuum rationibus. 3. P. Paulus Casatus, qui elegantissimè scripsit Mechanicorum libros octo, à vero declinat, cum ait libro primo capite decimo quarto: Gravitatio in planum horizontale est ad gravitationem in planum inclinatam, ut secans anguli inclinationis ad excessum secantis illius supra radium. 4. Autor libri editi Romæ anno 1685. cui titulus, *Exegeses Physico-Mathematica de momentis gravium*, malè recessit ab opinione:

communi, ut statueret maximè propositione vigesima quarta. *Onus quo globus gravat planum declive, ac onus quo gravat potentiam applicatam radio momenti & impediens ne removeatur ipsemet globus, possunt cognosci angulis trianguli rectanguli.* Adderetque in probatione: *Quæ frustra indagantur per latera trianguli, facile innotescunt per angulos; neque ex hac methodo sequitur illud absurdum, ut momentum totale sit minus momentis partialibus quibus constat.* Nunquam enim viro Mathematico videbitur absurdum, quòd partes omnes gravitationis respectivæ majores sint gravitatione absoluta, cum ipsa gravitatio respectiva major sit sæpenumero gravitatione absoluta.

IX. EODEM redeunt rationes trochlearum. 1. Quando unius trochleæ armamentum ibi alligatum est, quo trahendum pondus funisque ductarius sic per orbiculum trajicitur, ut in uno capite sit pondus, in altero potentia, non est æquilibras, quin tanta sit potentia quantum est pondus. Onus verò pressionis vel puncti ex quo trochlea suspenditur, est duplum ponderis, si parallelæ sint lineæ tractionis. At si obliquæ sint tractiones, onus hypomochlii est ad pondus & ad potentiam sigillatim, ut sinus anguli, quem duæ lineæ tractionis comprehendunt, ad sinum dimidii hujus anguli. 2. Cum trochleæ armamentum movendo ponderi alligatum est, & funis ductarii per orbiculum trajecti caput unum his in partibus adhæret, ad quas movendum pondus, alterum verò trahitur, ad æquilibras potentia est ponderis subdupla, si parallelæ tractiones; quòd si obliquæ, pondus est ad potentiam ut sinus anguli, quem faciunt ambæ tractiones, ad sinum dimidii hujus anguli. 3. Cum plures sunt trochleæ, aliæ mobiles & ponderi alligatæ, aliæ immobiles, vel duæ trochleæ, sed singulæ pluribus orbiculis instructæ, ita ut ductarius funis in summo religetur, tum referatur ad imam trochleam per cujus orbiculum trajiciatur, deinde referatur in superiorem, trajiciaturque per orbiculum, deinde ad inferiorem descendat, redeat ad summam, trajectusque deorsum trahatur à potentia; tunc, si tractiones sunt parallelæ, singuli trochlearum mobilium orbiculi duplicant vires potentia, estque potentiam inter & pondus æquilibras, cum hoc est ad illam, ut numerus orbiculorum inferiorum duplus ad unitatem. Si tractiones omnes sint eadem ratione obliquæ,

pondus erit ad potentiam ut summa finuum angulorum omnium, quos faciunt concurrendo lineæ tractionis tangentes orbiculos trochlearum mobilium ad finum dimidii unius ex his angulis.

X. Ad vectem revocantur alia instrumenta mechanica: scilicet fucula, ergata, tympanum, five axis in peritrochio, & rotæ dentatæ. Sucula est cylindrus duobus tignis horizontaliter incumbens, trajectis utrinque proximè capita uno vel pluribus vectibus. Quippe funis qui habet caput ad fuculam religatum, cum vectium versatione eam involvit, extenditur, pondusque attrahit. Pressio est in axe cylindri, pondus in extremo cylindri radio, potentia ad capita vectium. Ergata est fucula verticaliter posita, quam trajecti horizontaliter vectes versant. Tympanum constat ex cylindro & rota. Describitur à Philandro *rotæ ambitus magni genus, cujus circumactæ, calcantibus hominibus affixas pro gradibus regulas, axis fune obvolvitur; atque ita onera extolluntur.* Rotarum dentatarum vires cognoscuntur, si excessus diametri unius rotæ supra suum axem multiplicetur per excessum alterius rotæ supra suum axem: adeo ut homo qui par esset movendis libris trecentis, posset quinque rotarum ope attollere triginta librarum milliones. Verum, quia dentes majoris rotæ dentibus minoris solent inferi, earum velocitates, dum moventur, sunt in ratione reciproca numeri suorum dentium. Cochlea est planum inclinatum circa cylindrum revolutum: pondus est ad potentiam, ut spirarum ambitus ad altitudinem cylindri. Huic interdum additur vectis.

XI. MACHINÆ omnes, & organa ex iis solent confici, & explicari. 1. Fossorum & cuniculariorum instrumenta, canterii, ergatæ, fuculæ, vectes rostrati, secures, bipennes, palæ, rutra, ligones, sarcula, bidentes, bipalia, pastina, marra, mergæ, falces arborariæ, paviculæ, fistucæ, scalæ gestatoriæ erismate fultæ. 2. Fabrorum instrumenta, dolabra, terebræ, forcipes, mallei tudites, &c. 3. Balistariorum supellex, lingulati vectes, pancratia, gerania, ericii Pompeiani, murices, carbonis, nitri, sulphuris pulverisque pistina, malleoli, harpagones, unci, corvi, rostra, lupi.

4. Tollenones Veterum. *Tolleno est*, inquit Vegetius, *quoties una trabs in terram præaltè desigitur, cui in summo ver-*

tice alia transversa trabs longior dimensa medietate connectitur, eo libramento, ut si unum caput depresseris, aliud erigatur. In uno ergo capite cratibus contextitur machina, in qua pauci collocantur armati, tunc per funes uno depresso, attractoque capite alio, elevati ponuntur in murum. Alius fuit tollendum usus. T. Livius lib. 8. belli Maced. In arietes tollentibus libramenta plumbi aut saxorum stipitesve robustos incutiebant. His organis incendiarii globuli longius quam manu destinabuntur.

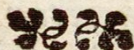
5. Sambucæ, tam terrestres quàm maritimæ. De terrestri Vegetius: *Sambuca dicitur à similitudine citharæ; nam quemadmodum in cithara chordæ sunt, ita in trabe quæ juxta turrim ponitur, funes sunt, qui pontem de superiore parte trochleis laxant, ut ascendat ad murum. Statimque de turri exeunt bellatores, & per eam transeuntes menia urbis invadunt.* De maritima Hero, non Alexandrinus, sed qui sub Græcis Imperatoribus Christianis scripsit de Machinis bellicis, & de Geodæsia, & latinitate donatus est à Francisco Barocio Patricio Veneto anno 1572. *Duabus navibus junctis tigna imponantur, & super ea aut inter ea pons struatur, aliàs firmus & stabilis, si super; aliàs, qui attolli & deprimi per funes possit, si inter tigna.* Sambucam Marcelli describit Livius in obsidione Syracufana, lib. 24. Laurentius Valla libro primo Historiæ Ferdinandi Aragoniæ Regis, pag. 1028. Collectionis Scriptorum rerum Hispanicarum, turrim ambulatoriam, cujus ope expugnata est Antiquera, appellat scalam, pontem verò catactam. Ad sambucam referuntur scalæ cum ponte, de quibus Hero; currus cum ponte, de quo *Ufano* capite 6. tractatus 2. item pons in navigio, de quo idem *Ufano* cap. 4. tractatus 2. cujus ope, ut habet idem *Ufano* dialogo 23. ejusdem tractatus, Dux Parmensis Corbeiam recepit.

6. Turres mobiles & ambulatoriæ, quæ initium accepere circa Dionysii Siculi tyrannidem, teste Athenæo Mechanico, auctæ sunt à Polyido Thessalo, cum Philippus Amyntæ filius Byzantium oppugnaret. Teste Vitruvio lib. 10. cap. 19. perfectæ à Diade & Chærea Polyidi discipulis, qui cum Alexandro M. militaverunt. *His turribus, ut habet Vegetius lib. 4. cap. 17. plures rotæ mechanica arte subduntur, quarum lapsu volubili magnitudo tam alta movetur. Quid sibi velit Vitru-*

vius, cùm capite 19. libri decimi ait, Diadem invenisse machinam ascendentem, quâ ad murum plano pede esset transitus, non convenit inter Autores. Justus Lipsius in Notis ad Dialogum sextum libri primi Poliorceticon, de sambuca posse accipi existimat. Philander in Notis ad Vitruvium de turricula, de qua Vegetius cap. 19. libri 4. quæ cùm major turris muro successerat, de medio ipsius tabulatorum funibus, trochleis, interdum etiam cochleis producebatur. Helepolis aliud nihil erat, quàm ingens turris ambulatoria, quam multus miles rotis, funibus & vectibus intrinsecus agens muris admovebat. Prima helepolis exstructa fuit ab Epimacho Atheniensi, quem Rex Demetrius, ob animi pertinaciam, ut ait Vitruvius, vel ab expugnandis urbibus poliorcetes dictus, comparando bellum contra Rhodum secum adduxerat. Ridiculus sanè Raphaël Volaterranus, qui cap. 30. Philologiæ scribit elipolim & poliorceten esse Vitruvio duas machinas bellicas, quarum altera facta à Chabria Arcade, altera Demetrio à Diognete Rhodio. Certè nunquam legerat Vitruvium, aut lectum non intellexerat. Sæpenumero in ejusmodi machinis per omnia tabulata erant balistæ, catapultæ, tormenta, sagittarii, qui muros defensoribus nudarent. In inferioribus arietes, qui lacerarent, in mediis pontes. Aliud helepolis genus describitur ab Ammiano lib. 23.

7. Rotatæ liburnæ, quas non ventus aut remiges, sed rotarum radii, agentibus earum in alveis bobus tanta vi impellebant, ut adversarias liburnas cominus venientes facile comminuerent. Machinas illas describit, ex incerto Autore, Godeschalcus Steyvechius Commentario in Vegetium lib. 4. cap. 13.

8. Qua arte Christophorus Propergenius, cùm ab Hispanis obsideretur Ostenda, ingentes aggeris moles paucorum hominum ope versus urbem promoverit. 9. Cur addatur vexillorum hastilibus globus ferreus, extremo ensis capulo pila ferrea, & manualibus balistis lignum crassius.



DE PYROTECHNIA.

I. **Q**UANDOQUIDEM bellum igne geritur & ferro, Pyrotechnia, quæ ignis in hostium perniciem tradendi artem edocet, militares inter disciplinas meritò numeratur. Huic studuere Veteres; at quantum cæteris in rebus præstitere posteris, tantum ab iisdem hac in arte superati sunt: neque enim unquam quicquam excogitavere quod ad stupendos pyrii pulveris effectus accederet.

II. OMNES veteris militiæ machinationes lapidibus aut igne corrumpebantur. Galli à Cæsare obsessi faces, atque aridam materiam de muro in aggerem eminus jaciebant, & picem reliquasque res quibus ignis excitari potest, fundebant. Iidem Galli oppugnatis Quinti Ciceronis castris, maximo coorto vento, ferventes fusili ex argilla glandes fundis, & fervefacta jacula jacere cœperunt. Tyrii obsessi ab Alexandro clypeos æneos multo igne tostos repletosque fervidâ arenâ cænoque decocto è muris devolvebant. Alii bitumine, pice, sulphure plena vasa fundis jaculabantur. Alii corbes ferreos plenos flammarum, quallos ardentes pice & bitumine oblitos. Alii plumbum liquefactum, fervens oleum, candentem ferri pulverem & arenam ardentem vasis longa manubria habentibus appropinquanti hosti injiciebant. Alii balistis, catapultis & tormentis massas ferreas candentes, ignita ferramenta, fudes pice, sulphure & stupâ ardente instructas, malleolos, falaricas & Græcum ignem fistilibus vasis inclusum destinabant. Alii denique Græcum ignem longis siphonibus ejaculabantur. Malleoli fuere duplicis generis: alii simplices, alii hastati. Simples fuerunt apud Nonium Marcellum manipuli spartei pice contecti, qui incensi aut in muros, aut in testudines projiciebantur. Hastatus malleolus describitur ab Ammiano libro 23. *Erat sagitta cannea, cujus ad extremum illigabant stupam bitumine, sulphure, pice & oleo incendiario illitam: hæc emissâ lentius invalido arcu, jactu enim rapidiore extingueretur, si hæserat usquam tenaciter, cremabat, aquisque conspersa acriores excitabat æstus incendiorum.* Afferit Diego Ufano cap. 23. tractatus tertii in obsidionibus Iprarum & Ostendæ maximum fuisse malleorum usum.

usum. Falarica, quæ teste Isidoro nomen habet à fala sive turri exigua, (fala autem à falando sive falanto, quod linguâ Etruscorum cœlum significat) primùm à Saguntinis in Romanos contorta fuit. Hoc differt à malleolo, quòd longiùs haberet hastile & ferrum, & balistæ impetu plerumque destineretur.

III. IGNIS Græcus, qui appellatur à Paulo Diacono Romaicus, à Theophane maritimus, à Niceta humidus & liquidus, ab Anna Comnena missilis & sparsilis, à Cinnamo Medicus, inventus dicitur tempore Constantini Pogonati à Callinico quodam Heliopolitano in Syria. Id autem habebat præcipuum, ut scribit inter alios Autor Historiæ Hierosolymitanæ, quòd flammis viventibus filices & ferrum consumeret, & cum aquis vinci non posset, arenâ respersus, aceto aut urinâ extingueretur. Hoc igne diu Græci Orientales soli usi sunt, hujusque conficiendi rationem exteris noluerunt tradere; fœderatis tamen Principibus locabant naves eo repletas, quibus hostium classem incenderent. Hujusmodi naves appellabantur chelandia: erant enim aliæ dictæ apud Theophanem *Dromones siphonophori*, quarum ad pro-ram extabant cuprei siphones, quibus missilem ignem ejaculabantur. Qua ex materia constaret ignis ille, qua arte, quòve instrumento emitteretur in pugnis terrestribus, docet Anna Comnena libro 13. Alexiados paginâ 383. ubi de obsessio à Gallis Dyrrhachio: *Pinus & picea, arborumque id genus ob succum intus pinguem in virore perennantium lacrymæ stillant unguinis lentis, oleosi glutinis, amica flammis materies, & ea concepta diu durans, hoc gummi contusum & cum intrito simul sulphure in unum pulverem commixtum, in cavas calamarum cannarumque tibias, adversa parte succensas indebant Dyrrhachienses nostri, tum ipsi ex ea tibia parte qua vacabat flamma, vehementi pellentes & perseverante spiritu, piceum istud igniarium, quoad usque ad extremitatem igne prius flagrantem promovissent, sic accensum denique disflabant in vultus adversorum hostium, &c.* Docet Vanoccio Biringuncio libro 10. Pyrotechniæ cap. 5. quomodo fiat ignis, qui non aquâ, sed arenâ, aceto & urinâ extinguitur. Hujus autorem facit Marcum Graccum.

IV. PULVIS pyrius constat ex halinitro, sulphure & car-

bone. Tria hæc elementa expurgantur, teruntur, miscentur infusâ frigidâ, excoquuntur donec aqua tota exhalaverit, cribrantur ut in granula coalescant, majora aut minora, proportionem tormentorum quibus pulvis deputatur. Hujus autorem faciunt Germanum quemdam circa annum Christi 1330. Scribit tamen Andreas d'Aquirra ex Ordine S. Augustini inventum fuisse à Sinis circa annum Christi 85. Autor pulveris dicitur Venetos conficiendæ machinæ artem usumque docuisse anno 1330. cum apud Fossam-Clodiam cum Genuensibus bello dimicarent; quâ novâ bellandi industriâ Veneti hostes facile superaverunt. Ea est halinitri natura, ut conceptâ flammâ subito rarefiat & dilateretur, sive constet ex compacto & addensato aëre, sive ex sexcentis veluti elateriis, quorum retinacula ignis dirrumpit. Huic itaque sulphur additur, ut facilius concipiatur flamma, quæ halinitri subita dilatatione latius subsilit: ne tamen subsultu extingueretur, additi sunt carbonēs, qui præterea dilatationis vim aliquantulum retineant, suæque siccitate impediunt, ne halinitrum vel ab ipso aëre dissolvatur.

V. Non una est pulveris temperatio: licet enim pars una sulphuris semper adhibeatur, ad majora tamen tormenta sunt vulgò tres halinitri, & duæ carbonis; ad mediocria quinque partes halinitri & una cum dimidia carbonis; ad minora sive manualia halinitri decem & una carbonis: quippe nisi in manualibus balistis subito fieret inflammatio, propter machinæ brevitatem exiguus glandi impetus imprimeretur. In majoribus verò, nisi protraheretur incensio per longitudinem canalis, machina sæpe diffringeretur, aut exiguus globus impetus imprimeretur, cessante prius inflammatione, quàm globus ad os tormenti pervenisset.

VI. Tota pulveris moles, quæ in tormento globum inter & canalis fundum includitur, non uno individuoque momento accenditur, sed morulâ quâdam, in qua possunt plura instantia cogitari; itaque partes illæ, quæ primæ flammam concipiunt, dilatantur, suæque dilatatione canalis fundum, latera & globum reciprocando impellunt, vicinisque partibus flammam communicant, quâ globo jam non nihil emoto, locoque ad flammam concipiendam facto capaciore, innumera propè ictuum multitudine machinam succutiunt, globumque

continenter impellunt. Aliis postea partibus ex aliis succensis nova fit accessio flammæ & impetûs, quæ perseverans ad os usque tormenti, globum prorsum, machinam verò retrorsum impellit.

VII. HINC 1. Inutilis est in tormento pulveris copia, nisi accurata ipsius cum longitudine canalis & globi pondere servetur proportio. 2. Si pulvis crassior quàm par est immittatur in minora tormenta, priùs è tubo globus exhibit quàm totus sit accensus. Crassiorem appello, in quo plus carbonis. 3. Si plus pulveris quàm par est immittatur in machinam, pars quædam intacta igni unà cum globo dissiliet. 4. Cæteris attemperatis major est emissio, quò longior est tubus: factò enim quondam periculo semi-tormentum, cujus globus 24. pondo, elevatum 20. gradibus pertinuit ad passus communes 4040. colubrina verò longa 20. pedes, cujus globus 13. pondo, elevata gradibus 20. pervenit ad 4290. 5. Brevior est ictus, cùm latius tormenti lumen: hanc enim erumpens flammæ vis globum non impellit. 6. Longioris quàm par est tormenti emissio brevior est, tum quia dum globus fertur secundum canalis longitudinem, flammæ vis non parva per lumen erumpit; tum quia fumus, quo longior canalis repletur, flammæ vires retundit. Idem ferè fit, cùm æqua proportionè latior est canalis. 7. Legitur apud Ludovicum Collado eo in libro, cui titulus est *Practica manuale di Artiglieria*, cap. 21. falconem 1200. pondo, pulveris 5. pondo globum ferreum 6. pondo emisisse ad quina propè passuum millia, cùm colubrina 13200. pondo, pulveris 36. pondo, globum ferreum 36. pondo ad octo circiter passuum millia ejaculata fuerit. Unde falsi arguas Hieronymum Ruscelli, qui eo in libro, cui titulus *Precetti della Militia moderna*, folio recto 14. editionis Venetæ ann. 1572. tradit eam regulam cognoscendæ tormenti emissionis ex emissionè alterius, datis globi pulverisque ponderibus. Fiat, inquit ille, summa una ex pondere tam globi quàm pulveris tormenti, cujus emissio cognoscitur; item altera summa ex pondere globi & pulveris tormenti, cujus emissio quæritur; fiatque per regulam proportionis, ut prima summa ad primam emissionem, ita secunda summa est ad secundam emissionem: id enim si ita se haberet, colubrina non ad octo, sed

ad triginta sex circiter passuum millia ejacularetur. Scribitur idem *Collado* cap. 21. folio verso 25. Cum colubrina fusa Genua, cujus longitudo 48. foraminum, globum 36. pondo ad minus spatium emitteret, quàm semi-colubrina; eam, jubentibus Regis Catholici Ministris, octo foraminibus imminutam, longius pertinuisse; longissimè verò, postquam alia sex foramina detracta sunt. 8. Quando globus non aptè congruit cum machinæ canali, brevior est emissio, ideo quia globum inter & canalem via fit, quâ erumpat flamma: unde plumbei globuli magna vi in manuales balistas, sed striatas immissi, durissimas quasque loricas penetrant; omnibusque in tormentis globum inter & pulverem, apta quædam vel ex fœno, vel ex cespite moles immittitur. 9. Pulvis siccus præstat humido; hic enim tardius accenditur, neque totus antè flammam concipit, quàm globus exeat è canali. 10. Postquam repetitis ictibus incaluit machina, minor pulveris copia inditur, ne vel diffringatur machina, vel excedat modum emissio; citius enim pulvis accenditur; idcirco aquâ aceto mixtâ refrigeratur tormenti canalis. 11. Quotiescumque opus est ut aliquid magno diffiliat impetu, ut in cuniculis, pyloclastis, *les petards*, globisque nitrato fartis pulvere, pulvis subtilior est adhibendus; & sic aptanda est machina, ut in medias pulveris partes statim ignis penetret. 12. Pulvis tormento inditus duabus tribusve pistilli, *refouloir*, plagis comprimitur, ut plures pulveris partes simul, aliæ verò citius flammam concipiant.

VIII. ACCENSUS pulvis dilatatur, majoremque locum occupans agit elateriorum more: grana enim singula tanquam elateria totidem possunt cogitari; idcirco vehementius agit eam in partem quæ minùs resistit; eò vehementius in unam, quò magis resistitur ab altera, vimque partitur proportionem resistantiæ reciproca. Hinc 1. Vis pulveris cognosci potest ex machinæ recessu & globi emissionem. Quamobrem ut probetur pulvis, exiguum tormentum ex fune tanquam oscillum suspenditur, cujus ori pondus ipsi æquale ex fune altero pendulum applicatur: ubi enim accensus est pulvis, tormentum & pondus contrarias in partes acta circulorum arcus describunt, ex quorum magnitudine vis pulveris intelligitur: aliquid tamen per luminis aperturam erumpit.

2. Cùm pars aliqua tubi minùs resistit quàm globus, tum machina effringitur. 3. Quò minùs recedit tormentum, eò major est emissio. Quamobrem gravius ære tormentum, cætera, licèt sint paria, longiùs ejaculatur. 4. Nullus ferè est euniculorum effectus, cùm pars aliqua minùs resistit quàm superior.

I X. T O R M E N T O R U M crepitus fit ex innumera granulorum halinitri multitudine, quæ arietatione perniciosissima aërem ferunt, referiuntque. Quod de muto pulvere circumfertur, fabula est: nam subita plurium particularum dilatatio cum aëris arietatione semper conjuncta est.

X. P U L V E R I S, qui majoribus tormentis deputatur, grana oportet esse majora; ut cùm primùm flammam conceperint, latius diffundantur. Contusus pulvis tardus est, & parum efficax, quia particulae, quæ primæ ignem concipiunt, parum admodum dilatantur, nec pluribus è vicinis conceptum communicant. Cavendum itaque est, ne grana contundantur, cùm pistillo pulvis intra tormentum comprimitur.

XI. A L B U S fit pulvis, si carbonis loco medulla sambuci in clibano exsiccata vel lignum cannabi, vel tartarum, ut vocant, tostum & friatum adhibeatur: ruber, si ambra flava & cinis ligni Brasiliensis: ceruleus, si flos casia. Fit alius pulvis quem aurum fulminans solent appellare. Dissolvitur aurum aquâ forti: dissolutum, infuso sale seu potiùs oleo tartari præcipitatur, evaditque in pulverem, qui exsiccatus, non igne tantùm, sed levi etiam calore aut motu flammam concipit, & supposita corpora maximo cum fragore disrumpit. Ait Gassendus pag. 92. tomi 2. Physic. Barletum ex ære & ferro similem pulverem confecisse, cujus ipse periculum fecit. Adhibetur quidem oleum ex tartaro instar sulphuris, ut flammam promoveat: aqua regalis, seu fortis, seu stygia, instar halinitri: constat enim ex halinitro, cui chalcanthum cum sale ammoniaco aut saltem communi consociatum est; chalcanthum autem & sal halinitri vim exacuunt. Metallum denique additur instar carbonis, tum ut partes alias consociet, tum ut ipsius granula sint veluti totidem tormenti globuli, quos ignis incutit.

XII. P U L V I S pyrius humiditate corrumpitur, & laben-

tibus annis, nam humore exolvitur halinitrum; lapsu vero temporis partes subtiliores avolant, & agente continenter aëre dissolvuntur.

XIII. TENTANDI pulveris non una est ratio. Paucas è multis eligimus. 1. Optimus est pulvis, qui duriusculus & friabilis. 2. Qui friatus in manu neque nigrefacit, neque adhæret. 3. Impositus linguæ pungit acrius. 4. Admoto igne subito flammam concipit cum strepitu, neque ullum sui vestigium relinquit præter albicantem fumum. 5. Alii pulverem subjiciunt verticillo, admotoque igne, ex conversionum numero vim pulveris æstimant. 6. Alii pulverem includunt pyxide, igneque admoto per foramen exiguum, observant quàm altè tollatur operculum. Verùm optima probandi pulveris ratio ea est, quæ perscripta Ludovici Magni auctoritate octavo Septembris anni 1686. in omnibus Gallix armamentariis usurpatur. Fit enim solido ex ære mortarium cum solea, *une semelle*, cujus foramen, *le diametre de la bouche*, 7. unciarum $\frac{1}{4}$ lineæ. Longitudo canalis sive animæ 8. unc. 10. lin. Diameter cameræ, *de la chambre*, 1. unc. 10. linearum. Altitudo cameræ 2. unc. 5. linearum. Lumen infra fundum una linea. Diameter luminis 1. $\frac{1}{2}$ lineæ. Diameter mortarii ad cameram 4. unciarum 8. linearum & semis. Diameter ad partem anticam quæ vulgò dicitur *la volée*, 8. unciarum & lin. 10. Crassities metalli ad os absque corona, *le cordon*, 10. linearum. Longitudo soleæ 16. unciarum, latitudo 9. Crassities unius uncix & 6. linearum. Globus 60. pondo & diametri 7. unciarum. Sic autem cum solea sua, & affere, *un madrier*, componitur mortarium, ut, librata basi impositum, dirigatur accuratè secundum gradum quadragesimum quintum. Ea porro lata lex est, ut pulveris uncix tres in camera non compactæ globum 60. pondo ad 50. hexapedas ejaculentur singulas sex pedum Regionum, dato libero machinæ recessu.

XIV. INTER globos incendiarios primum locum obtinet is, qui à malo-Granato nomen obtinuit, *une grenade*. Cavus est ex ære aut ferro fusili globus, diametri trium circiter unciarum, plenus pyrio pulvere. Hujus ori astruitur fistula, cui lenta quidem, sed ignem concipere & alere nata materia inditur, ne antè disrumpatur globus, quàm ad ho-

item pervenerit. Vulgò manu projicitur; potest tamen fundis, fustibalis & tollenonibus destinari.

XV. BOMBA non differt nisi mole à malo-Granato: continet interdum in sinu mala-Granata plurima, aliosque ignes factitios; tuncque nomen habet à cadavere, *une carcasse*. Nunc temporis bomba *mortariis* destinatur; posset tamen balistis antiquis. Primus omnium videtur hanc pestem in hostes immisisse Ernestus Mansfeldius circa annum Christi 1588. ad Vachtendoncam, Sicambrorum oppidum, ad Neram fluvium. Non legimus Gállos eâ usos fuisse ante annum 1633. cùm obsidione premerent *Mottam* in Lotharingia, artifice Maltho natione Anglo, quem Ludovicus XIII. eam ob causam ex Hollandia acciverat.

XVI. PYROBOLUS est cavus è charta aut alia levi materia cylindrus pyrio plenus pulvere, qui concepto igne per aëra, & plerumque in altum fertur. Ascendit pyrobolus non propter ingenitam igni levitatem, rationesque æquilibratatis, ut Physici quidam autumant; sed quia incensus pulvis in orbem dilatatur, & circumposita corpora impellit pro resistentiæ modo, hinc aërem, inde tubum, qui ad eas partes movetur, quibus caput suum obvertitur. Quamobrem ut ascendat pyrobolus, additur æquipondium. Sic latitudo tubi cum longitudine temperanda est, ut quæ uno tempore accenditur materia, par sit attollendo pyrobolo: docuit enim experientia in minoribus pyrobolis latitudinem canalıs esse debere ad longitudinem ut 1. ad 6. aut 7. in mediocribus ut 1. ad 5. in majoribus ut 1. ad 4. In majores tubos lentior materia est immittenda: lentiolem appello, in qua minor halinitri copia: quia, pluribus partibus unà ignem concipientibus, si actuosior materia foret, tubus disrumperetur. Verùm in minoribus pyrobolis pauciores materiæ partes simul accenduntur, nullumque est dirruptionis periculum.

XVII. Si lentior est materia, quàm pro pondere, lentius movebitur pyrobolus, vel ne movebitur quidem. Si malè trita aut malè compacta materia non rectas, sed spirales lineas motu suo describet. Materiæ temperandæ regulas sat scitè tradit Casimirus Siemmienovitz Lithuanus. Si plenus omnino foret pyroboli tubus, non tantum posset accendi pulveris, cùm primùm flammam concipit, quantum huic attollendo

satis est. Quamobrem materia, quâ tubus infercitur, terebranda est in coniformam, ita ut diameter foraminis ad basim constet duabus octavis partibus diametri pyroboli, ad verticem una sexta parte; longitudo autem foraminis non excedat duos trientes longitudinis pyroboli.

XVIII. AD Pyrotechniam pertinet cuniculus, saltem ex quo Petrus de Navarra Nobilis Hispanus, quem Carolus Quintus annuo censu donavit, rationem pyrii pulveris in eum immittendi primus excogitavit, cum Castellum, cui nomen est ab ovo, Hispani obsidebant, ut scribit *Collado* cap. 10. folio 71. quanquam *Vanoccio Biringuncio*, ait hujus rei autorem fuisse Franciscum Georgium patriâ Senensem, qui in Regno Neapolitano Hispanis navabat operam. Is in obsidione Castelli quod ab ovo dicitur, rogatus à Centurione Petro de Navarra, egit cuniculum, quo murum subruit, cum ingenti Gallorum præsidiariorum ruina.

XIX. CUNICULUS dictus est à cuniculorum domibus; est enim vinea subterranea, quâ in locum oppugnatum penetratur. Triplex fuit apud Veteres. Primus, qui manibus intactis in urbem obsessam penetrabat: hac ratione Veii à Camillo, ut habet T. Livius l. 15. urbs Samia ab Alexandro Magno, ut Q. Curtius lib. 9. Maozolmaca ab Juliano, ut Ammianus lib. 24. expugnata est. Alter cuniculus, quo obsessi aggerem obsidentium aut subtrahebant aut incendebant. Hoc usi sunt Bituriges adversus Cæsarem. Tertia cuniculorum ratio describitur à Vegetio lib. 24. *Subterranea*, inquit, *specu, terra subter murorum fundamenta longè latèque subtrahebatur. Fulturis suspendebatur murus, quibus consumptis subsidebat.* Hujusmodi cuniculis, Arausio, Orange, nudata est manibus ætate nostra.

XX. PRIUSQUAM agatur cuniculus, accuratè metiri oportet quantum distet ea munitio, quæ evertenda est: quod sit ope quadrantis-circuli accuratè divisi; cavendum verò est, ne nimia sit ea distantia, multus enim labor, & cum erroris periculo frustra susciperetur; quapropter non antè solet aperiri cuniculus, quàm ventum sit ad declivitatem fossæ exterioris. Postquam cognita est distantia, terebris exploretur suffodiendi soli natura; quippe si totum arenosum foret, vix ac ne vix quidem agerentur specus subterraneæ.

Aperiatur

Aperiatur ostium, sive, ut aiunt, oculus cuniculi, in aliquo ex brachiis, *approches*, ut testum aggere hostem lateat, & terra per brachiorum fossas secretò educatur. Si pars soli superior arenosa est, inferior verò terrena, adigantur in orbem pali usque ad solidum, ita ut eâ structurâ exterior arena possit sustineri; tum locus, qui ea septione finitus fuerit, exinaniatur, atque in eo aperiatur cuniculi ostium.

XX. Ab ostio cuniculi agitur iter declive subterraneum, velut descensus in caveam altam *farifsâ*: tum subterranea semita, *l'allée*, lata sex pedes altaque totidem, rectis lineis suffoditur versus munimentum. Hæc ubi desinit, inciditur transversa atque munitioni subvertendæ parallela semita, *la taillade*, in quam transfertur quidquid postea terræ extrahitur. In incisa illa semita fit declive iter, vel puteus ea latitudine quæ sex cunicularios capiat. Ab imo puteo ducitur canalis ad ima munitionis usque fundamenta. Subter fundamenta excavatur furnulus, quem alii cameram, alii cubum vocitant. In furnulo locantur eadi aperti aut sacci pyrio pleni pulvere pro rata ratione operis subvertendi, pars cætera lapidibus & stipitibus obstruitur. Ab ipso furnuli pulverisque meditullio, incendiaria *lucanica*, *une saucisse*, ad ostium usque cuniculi extenditur, firmis undique asseribus septa, ne congestâ terrâ obruatur. Ad caput *lucanicæ* incendiariæ est longior pyrobolus seu tubus refertus materiâ lentâ. His peractis, os furnuli asseribus firmissimis obturatur, congestaque terrâ canalis & puteus adimplentur: nec prius admovebitur ignis, quin moniti fuerint ii, qui brachia vicina occupant, ne ruinis lædantur, ut olim accidit, cùm Alba-Regalis à Turcis obsideretur.

XXI. Alius agendi cuniculi modus inventus est regnante Ludovico XIII. de quo Eques Antonius *de Ville*, cap. 32. lib. 2. partis 2. Operis de Munitionibus. Fiunt iter declive subterraneum, recta semita & transversa, ut in præcedenti. Verùm in incisa semita, *la taillade*, fit puteus altus 5. pedes, ea latitudine, quæ capiat quatuor cunicularios. Ad latus imi hujus putei excavatur alter, ad latus imi secundi tertius, item quartus & quintus, sed alius alio angustior, quò propiùs ad munitionem acceditur. Cùm autem alta satis est fossura, fit canalis rectâ versus opus evertendum, ut furnulus subter

fundamenta excavetur; canalem verò & ostium furnuli angusta esse oportet. Hæc autem cuniculi ratio longè melior est prima.

XXII. Docuit experientia majorem esse pulveris efficientiam, cum sic totus collocatur uno in furnulo, ut locus aliquis vacans supersit, quàm si pluribus in furnulis arctè compri-meretur. Adde quòd disruptæmunitionis ruinae versùs eam partem projiciantur, quæ in furnulo vacua relicta est.

In agendis cuniculis hæc inter cætera cavenda sunt. 1. Si saxis occurrentibus opus est circuitione, anfractus omnes ad rectam lineam revocentur per Trigonometriam: nemo enim impune magneticæ pyxidi se crediderit. 2. Si fons aliquis prorumpit, derivetur aqua in receptaculum, inde situlis & anthliis exhaurienda. 3. Cum terra parum cohærens ruit, opere tumultuario fulcienda est. 4. Ut cuneus subter aquam agatur, altissimi fiant primi putei, donec ad subiectum aquis tophum pertineant; quidquid autem per rimas impluet, sedulo exhauriatur. 5. Cum aqua irrumpit in furnulum, pulvis includatur in saccis pice incrustatis, vel in arca probe illita, sic ut via igni supernè pateat: atque incendiaria lucanica ab humore arceatur. 6. Ne pulvis mittatur in furnulum multò antè quàm ignis sit admovendus, ne humiditate loci, aut ab hostibus corrumpatur. 7. Vis pulveris ever- tendæ moli attemperetur, ut lacerati operis ruina irruptori- bus pateat. 8. Operis disjecti moles, ne ruant in eos qui ad irruptionem faciendam accincti sunt.

DE BALISTICA.

I. **B**ALISTICA conficit, aptat & dirigit machinas, qui- bus tela contorquentur: hæ verò machinæ à contor- tis nervis, funibus aut crinibus appellatæ sunt olim tormen- ta. Duplex instrumentum fuit, quo prisca ætas jacularetur, altero grandiores sagittas, altero graviores lapides. Primum catapultam dixerunt Veteres, quibus cautus sermo fuit; alte- rum balistam appellaverunt: id enim aperte docet Vitruvius libro 10. capite 15. & 16. quanquam ipse Julius Cæsar libro 2. de bello civili, catapultis saxa destinari asserit. Multi Scri- ptiores balistam & catapultam promiscuè usurpant. Vegetius

& Ammianus nunquam hujus mentionem faciunt. Scribit Vegetius libro 4. de re militari, balistis non solum lapides, sed & jacula mitti. Erant majores minoresque catapultæ: illæ quæ telum trium cubitorum, istæ quæ dimidiatum; interdum tamen & grandiores fuerunt machinæ, & majora tela. Missi *asseret pedum duodecim* (inquit Cæsar lib. 1. de bello Gallico) *cuspilibus præfixi*. Immo in Athenæo lib. 5. *Cubitorum duodecim atque ii ad stadii spatium jacti*.

II. BALISTÆ enormes projiciebant lapides: Vitruvius tamen videtur tribus talentis definire summum ponderis modum, cum libro 10. cap. ultimo scribit de helepoli ita eam ciliciis & coriis crudis confirmatam, ut posset pati plagam lapidis balistâ immissi pondo ccc lxx. Ammianus libro 23. videtur appellare scorpionem & onagrum, quod accurati Veteres ballistam appellabant. *Ea re, inquit, onagri vocabulum indidit ætas novella, quod asini feri, cum venantibus agitantur, ita eminus lapides calcitrando post terga emittunt, ut perforent pectora sequentium, aut diffractis ossibus capita ipsa displodant.* Vegetius lib. 4. cap. 22. quoad onagrum assentitur Ammiano. *Onager autem, inquit ille, dirigit lapides, sed pro nervorum crassitudine & magnitudine saxorum pondera jaculatur.* Scorpiones tamen distinguit ab onagris. *Scorpiones, inquit, dicuntur, quas nunc manubalistas, alii arcubalistas vocant, Arbalestres, sic nuncupati, quod parvis subtilibusque spiculis inferant mortem.* Ammianus fundis scorpiones instruit. T. Livius lib. 26. majores scorpiones distinguit à minoribus. Quibus vocibus ætas deterior machinas illas bellicas appellaverit, superius à nobis dictum est in Mechanicis.

III. Ars catapultaria, si Diodoro credimus libro 14. inventa est Syracusis, cum Dionysius senior bellum in Carthaginienses compararet. Quanquam Plinius libro 7. cap. 56. *invenisse dicunt . . . in tormentis scorpionem Cretas, catapultam Syros, Phænicas balistam.* Quæ fuerint catapultarum, balistarum, onagrorum & scorpionum rationes, vix cuiquam licet conjicere ex his quæ tam Græci quàm Latini memoriæ tradidere. Quamobrem audiemus hac super re Philandrum. *Fieri non potest, inquit ille, ut quis rectè de iis statuatur, quorum cognitio funditus interierit.* Certum verò est, adductis funibus & nervis contentas fuisse ejusmodi machinas, alias

que more fundarum, alias arcuum more fuisse jaculatas. De balistis Vitruvius cap. 17. lib. 10. *Balistarum autem rationes variae sunt & differentes, unius effectus causâ comparatae: aliae enim vectibus & fuculis, nonnullae polyspastis, aliae ergatis; quaedam autem tympanorum torquentur rationibus.*

IV. His in machinis quæ revocantur ad arcum, linea impulsione est chordæ perpendicularis; in his verò quæ revocantur ad fundam, linea projectionis est linea perpendicularis rotatæ illi fundæ habenæ, quæ in emissionem non laxatur. Tela omnia ab ejusmodi machinis emissa lineas parabolicas describunt, quarum amplitudines crescunt ab horizontali impulsione ad gradum elevationis quadragesimum quintum; ab eo autem sic decrescunt, ut similes sint eadem in machina cum elevationis anguli, majores aut minores, eadem ratione distant ab angulo semirecto. Parum accuratus videtur P. Honoratus Fabri, cum puncto decimo Theorematis decimi octavi libri decimi Tractatus de Motu locali, in quo de funda, sic scribit; *Ut rectè collimetur, seu dirigatur lapis ad propositum scopum, egregium artificium esse potest, quod totum in eo positum est, ut inveniatur illa tangens, quæ ducit ad scopum.* Licet enim emissio fundarum fiat secundum tangentem, non eam tamen lineam missilia describunt.

V. TAMETSI machinæ, quibus nunc temporis immisso prius & accenso pulvere tela torquentur, nihil habeant commune cum antiquorum tormentis; jure tamen nomen idem retinent, quod non minus à torquendis telis, quam à tortis funibus deduci potest. Blondus, Volaterranus, Petrus Hispalensis memorant circa Christi annum 1382. Venetis adversus Genuenses prælio navali dimicantibus primùm in Italia has machinas non solum conspectas, sed etiam incredibilem incautis Genuensibus cladem attulisse. Quod ex Ænea Sylvio supra retulimus ad annum 1330.

VI. NON una est tormentorum forma: alia enim dicuntur ordinaria, *pieces ordinaires*; alia extraordinaria, *pieces extraordinaires*. Ordinaria verò & extraordinaria dividuntur, in cannam muralem, *canon*, colubrum, *coulevrine*, falconem, *fauconneau*, petrariam, *pierrier*, mortarium, *mortier*: de minoribus enim machinis omitto dicere. Tormenta alia sunt firmiora, *pieces renforcées*; alia communia, *pieces com-*

munnes; alia mediocria, *pieces amoindries*, pro metalli crassitudine ad tubi longitudinem. Colubri, vel colubrinæ aliæ sunt legitimæ, aliæ illegitimæ, *coulevrines bâtarde*s. Modus sive mensura tormentorum omnium sumitur ab oris diametro, sicut apud Vitruvium commensus catapultarum & balistarum sumuntur ex foraminibus, per quorum spatia contenduntur capillo maximè muliebri vel nervo, funes, qui magnitudine ponderis lapidis quem debet ea balista mittere, ex ratione gravitatis proportionem sumuntur, quemadmodum catapultis de longitudine sagittarum. Foraminum diametros appellat foramina: qua voce appellabimus id quod barbari *calibram* vocant.

VII. CANNARUM muralium, sive tormentorum, rationes sic à probatis Autoribus expediuntur. Tormenti communis globus est pondo 48. longitudo 18. foraminum: pondo 7200. pondo: pulvis communis 24. pondo: emissio ad libramentum animæ, *au niveau de l'ame*, passuum 500. quæ minima est: ad gradum quadragesimum quintum, quæ maxima, passuum 5968. Eiusdem, sed firmioris, pondus est 8000. pondo: pulvis subtilior 29. pondo: emissio ad libramentum 550. passuum: ad gradum quadragesimum quintum, 6500. passuum. Est aliud tormentum, cujus globus 40. pondo: pulvis communis 27. pondo: longitudo foraminum 18. pondus 7000. pondo: emissio ad libramentum 500. passuum: ad 45. gradum 5990.

VIII. SEMI-TORMENTI communis globus 24. pondo: longitudo foraminum 19. aut 20. pondus 4300. pondo: pulvis communis 16. pondo: subtilioris 12. pondo: emissio ad libramentum minima 425. passuum: maxima 5070. Eiusdem firmioris pondus, 4500. pondo: longitudo 20. foraminum: emissio minima 450. maxima 5037. Quadrantis communis, globus 12. pondo: pulvis communis 10. pondo, subtilior 8. longitudo 24. foraminum: pondus 2700. pondo: emissio minima 375. maxima 4480. Octantis globus ferreus 6. pondo: pulvis subtilior 6. pondo; pondus 2100. pondo: longitudo 27. foraminum: emissio minima 320. passuum, maxima 3600. Inter illegitima, tormentum quandoque est 15. foraminum, dimidium 16. quadrans septem.

IX. HAC ætate in Regiis Officinis canna muralis, *piece de batterie*, cujus globus est 24. pondo, fit secundum hos com-

mensus. 1. Canalis, five, ut vocant, animæ longitudo est pedum Regionum decem; diameter animæ five foramen 5. unciarum & linearum octo. 2. Canalis longitudo dividitur in partes septem, quarum duæ definiunt primam partem firmiorem, *le premier renfort*: una cum foramine uno alteram partem firmiorem, *le second renfort*. 3. Ad statuendam metalli crassitudinem dividitur foramen in partes sexdecim, quarum 15. sunt circa cameram, *la chambre*: 14. ad finem primæ partis solidioris: 13. ad initium secundæ partis solidioris: 12. ad finem: 11. circa initium anticæ partis, *la volée*: ad finem triens foraminis. 4. Axes, *les tourillons*, distant semuncia à fine secundæ partis firmioris; eorum longitudo, sicut & diameter, est unius foraminis. 5. Ad efformanda tormenti ornamenta foramen dividitur in partes 24. Extantia verò astragulorum est quinque partium in postica parte, à *la culasse*: in prima parte & secunda firmiori est trium. Extantia tori, *le bourlet*, est trientis foraminis. 6. Capularis globus, *le bouton*, longus est duobus foraminibus, latus ad imam partem semisse foraminis. 7. Exigua camera quæ ad extremum canalem excavatur, lata est & alta foraminis triente.

X. COGNITUM est à Balistariis Regiis: 1. Mortarium, cuius foramen est unciarum duodecim elevatum gradibus 45. emittere *bombam* ad pedes Regios 2160. quando sunt in ipsius camera duæ tenuioris & granulati pulveris libræ: ad pedes 2700. si duæ libræ cum semisse: ad 3240. si tres libræ. 2. Mortarium, cuius foramen est unciarum octo, emittere *bombam* ad 1890. pulveris semilibrâ; ad 2780. pulveris tribus quadrantibus; ad 3690. pulveris librâ. Aiunt *colubrum*, cuius globus est 30. librarum, elevatum 45. gradibus, emittere globum ad quina passuum geometricorum millia.

XI. QUIDQUID tormentis emittitur, lineam physicè parabolicam describit majoris aut minoris tam amplitudinis quàm altitudinis, pro situ & collocaione machinæ. Si ponatur eandem esse eodem in tormento pulveris globum impellentis vim, horizontalis emissio tantò major erit, quantò altiùs supra horizontem exaltata fuerit machina. Emissiones obliquæ sursum crescent ad angulum elevationis semirectum, eandemque rationem habebunt, quam sinus eorum angulo-

rum, qui erunt dupli angulorum suæ elevationis. Decrescent amplitudines ab angulo semirecto ad lineam verticalem. Emissio erit omnium maxima, ad gradum quadragesimum quintum: æquales erunt emissiones, quarum anguli æqualiter distabunt à gradu 45. Altitudines emissionum crescent ad directionem verticalem; in gradu quadragesimo quinto, erunt quarta pars emissionis; ab horizontali situ ad gradum quadragesimum quintum erunt inter se, ut sinus versi angulorum duplorum elevationis; à gradu quadragesimo quinto ad verticalem, ut dupli sinus integri sublati sinibus versis angulorum elevationis duplorum.

PROBLEMAT A.

1. Tormentum vel mortarium secundum propositum angulum dirigere.
2. Dato directionis angulo quolibet supra horizontem, definire quanta futura sit emissio tam tormenti quam mortarii.
3. Datâ scopi distantia, invenire quantum supra horizontis planum elevanda sit machina, ut eò vel globus vel bomba pertineat.
4. Data emissionis cujuslibet amplitudine, statuere, an globus sit extra teli jactum, necne.
5. Quantæ futuræ sint emissionum altitudines.
6. Ita dirigere mortarium, ut licet multò altiùs attollatur bomba, eòdem tamen pertingat.

DE ARCHITECTURA MILITARI.

I. **A**RCHITECTURA militaris est ars locum aptè muniendi & tuendi adversus vim hostilem; tres in partes dividitur. Prima à muniendo dicitur *hercotectionice*; altera ab oppugnandis urbibus *poliorcetice*; tertia denique à defendendis *antipoliorcetice* solet appellari.

II. TRES sunt in Architectura militari dispositionis species. *Iconographia, le plan. Orthographia, l'élevation geometrale. Scenographia, l'élevation perspective*, quibus addi potest & quarta *sciographia, le profil*, quam multi non distinguunt ab

orthographia. *Iconographia* est vestigium quod opus solo imprimeret, regula & circino descriptum. *Orthographia* definitur à Vitruvio, lib. 1. cap. 2. *Erecta frontis imago, modicè-que picta, rationibus operis futuri figura.* *Scenographia* definitur ab eodem, *frontis & laterum abscedentium, ad circiniquè centrum omnium linearum responsus.* *Sciographia*, est imago operis, verticaliter secti, quâ partes interiores exhibentur.

III. *MUNITIO* regularis est ea, quæ super figura regulari extruitur. Figuram verò regularem appellant, cujus æqualia latera æqualesque anguli: hæc ab angulorum numero nomen accipit; dicitur enim à quinque angulis pentagona, &c. *Munitio* irregularis super figura irregulari extruitur.

IV. *URBS* est domorum non parva conjunctio. *Arx, une citadelle*, est munitus recenti ratione locus, urbis frænum & præsidium. Erat arx apud Veteres pars quædam urbis loco & manu munitior: quod si locus ille antiqua ratione munitus est, appellatur *château*. *Castrum, un fort*, est castrarum conjunctio cincta munitione. *Castellum* est exiguum castrum, *un fortin*. *Castellum tumultuarium, un fort de campagne*, est munitio quæ fit in campis opere tumultuario, ductâ fossâ, congesto aggere, fixisque palis.

V. *VALLUM, le rampart*, est moles terrea universam munionem ambiens. Hujus partes sunt plurimæ. 1. *Ambulacrum*, seu statio valli, *le terre-plein*; *lorica, le parapet*; *scabellum, la banquette*; *ambulacrum vigilum, le chemin des rondes*, cum sua lorica; *margo, le relais*; aliquando additur *promurale, la fausse-braye*, cum sua statione & lorica.

VI. *LORICA* valli est moles terrea imposita vallo, quâ tecti milites tela in hostes destinant. *Scabellum*, est gradus terreus, lorica ad pedem interiùs cingens, in quam ascendant milites ut tela emittant. *Ambulacrum valli*, est pars valli pone lorica plana, in qua militum acies ordinatur, locantur tormenta, & tormentorum tribunalia extruuntur. *Ambulacrum vigilum*, est angusta via totum vallum exteriùs cingens. *Margo*, est spatium unius circiter hexapedæ, pedem valli exteriùs amplexum.

VII. *CIRCUM* vallum fossa ducitur, in cujus medio, si sicca est, excavatur fossula, *la cuvette*. Fossam ambit arca plana,

plana, quæ statio suburbana vel via tecta dicitur, *le chemin couvert*. Hæc habet lorica suam, cujus mollis declivitas, *le glacis*, in agri vicini planitiem definit.

VIII. PROPUGNACULUM, *le bastion*, est pars valli pentagona objecta hostibus, maximèque procurrens. Hujus partes præcipuæ, præter ea quæ sunt toti vallo communia, numerantur facies, *les faces*; alæ, *les flancs*; humeri, *les épaules*, sive auriculæ, *les orillons*; collum, *la gorge*, & semi-collum, *la demie gorge*. Appellant cortinam, *la courtine*, eam valli partem quæ inter duo propugnacula interjacet. Facies propugnaculi sunt duæ valli partes, quæ formant propugnaculi aciem, *la pointe du bastion*. Alæ sunt partes valli, quæ cortinas cum faciebus conjungunt. Humeri sunt partes alarum, faciebus proximæ & angulosæ; eadem circinata appellatur auriculæ. Ala tecta, *le flanc couvert*, est pars alæ inter humerum & cortinam. Collum est propugnaculi ingressus, seu spatium inter alas interceptum. Semi-collum est spatium inter alam & lineam quæ à centro munitionis ad propugnaculi aciem ducitur. Balistarium superius, *la place haute*, est pars alæ, seu colli superior, in qua locantur tormenta. Balistarium inferius, *la place basse*, olim appellabatur *casematte*, quia, facto fornice, superiori balistario subiciebatur. In propugnaculo sunt quinque anguli, tres extantes, & recedentes duo. Inter extantes sunt, angulus defensus, *l'angle flanqué*, quem facies efformant, & geminus humeri angulus, *l'angle de l'épaule*. Recedentes sunt ii, quos alæ cum cortinis efficiunt.

IX. PRÆMUNITIONES sive opera externa, *les dehors*, sunt munitiunculæ ab ipsa munitione sejunctæ, propugnaculis aut cortinis prætentæ. Eas inter numerantur parmula, cassides, opera coronata, forcipes, prætenturæ, transversæ opera coronata, &c. Parmula, *un ravelin*, est moles terrea propugnaculo ferè similis, nisi quòd alis plerumque careat, tota fossæ latitudine ab urbe sejuncta, mediæque objecta cortinæ. Cassis sive lunula, *une demie lune*, quod nomen multi parmulæ tribuunt, est munitiuncula insularis angulo propugnaculi objecta, hoc tantum discrepans à parmula, quòd intus cavata & sinuata sit, qua parte propugnaculum respicit. Opus cornutum, *ouvrage à corne*, est munitio externa constans antrorsum corti-

nâ & duobus dimidiatis propugnaculis; dextrorsum verò & sinistrorsum longis lateribus, intra teli jactum productis. Opus coronatum, *ouvrage couronné*, habet hinc & inde dimidiata duo propugnacula, in medio unum, vel plura integra, definiturque lateribus intra teli jactum positis. Forcipes, *les tenailles*, hoc ferè differunt ab operibus cornutis, quòd propugnaculorum & cortinæ loco habeant duos extantes angulos, & unum recedentem, si simplices; tres verò extantes, & duos recedentes, si compositæ. Transversæ, *traverses*, sunt extructæ variis in locis loricæ. Prætenturæ, *conserves*, sunt crassiores quædam loricæ, quæ veluti brachia propugnaculorum facies interdum amplectuntur.

X. POLYGONUM interius est munitionis ambitus absque propugnaculorum extantia. Polygonum exterius est munitionis ambitus, ductus per propugnaculorum acies. Latus internum continet cortinam & hinc & inde semicollum propugnaculi. Latus externum est distantia inter vicinorum propugnaculorum acies. Minor semidiameter est linea recta à centro munitionis ad angulum colli perducta. Major semidiameter est à centro munitionis ad angulum defensum. Linea capitalis est ab angulo colli ad angulum defensum. Defensio stringens, *la ligne de défense razante, la flanquante*, est recta linea ab aliquo cortinæ puncto ad angulum defensum. Defensio figens, *la défense fichante*, est recta linea ab angulo alæ & cortinæ ad angulum defensum. Ala cortinæ, *le second flanc, le feu de la courtine*, est pars cortinæ inter figentem & stringentem. Complementum cortinæ, est pars quæ addita secundæ alæ cortinam efficit. Liberum stringentis, est pars lineæ stringentis inter faciem propugnaculi & cortinam. Alæ continuatio, *le flanc prolongé*, est productio alæ propugnaculi ad latus externum.

XI. ANGULUS centri est ille qui fit in centro munitionis à duobus radiis ad proximos polygoni angulos perductis. Angulus circumferentiæ, qui fit à duobus lateribus internis. Angulus decussationis, *l'angle de tenaille*, quem stringentes lineæ decussatæ efformant. Angulus imminutus, *l'angle diminué*, qui fit à facie propugnaculi & latere externo. Angulus determinans alam, quem linea semicolli efficit cum altera linea ducta versus angulum polygoni exterioris.

XII. FORMA munitionis dicitur regia, cujus defensio non extenditur ultra jactum manualis balistæ, *un mousquet*. Forma regia mediocris, cujus defensio figens, minor est jactu balistæ manualis; latus verò externum majus. Forma regia minor, cujus latus externum non excedit jactum balistæ manualis.

XIII. Ea sunt sapientissimorum artificum pronunciata. 1. Nullus sit in tota munitione locus, quin à pluribus stationibus defendatur. 2. Nulla sit pars alterâ debilior. 3. Partes quæ cæteras defendunt, sint quàm fieri poterit maximæ. 4. Quæ centro munitionis sunt viciniora, ea sint altiora. 5. Quæ magis distant à centro, vicinioribus pateant. 6. Defensio figens non excedat jactum manualis balistæ, nisi id aliunde satis compensetur. 7. Hostibus objectæ moles ictum tormenti sustineant, sicut extantes anguli. 8. Alæ faciant eum cum cortina angulum qui defensioni & tegendis tormentis sit apertissimus.

XIV. Munitionum commensus alii sunt apud alios Autores: incipiemus à Batavis, qui primi omnium egregiam architecturæ militari formam dedere. Apud *Goldman*, in munitione Regiis cortina est pedum Rhenanorum 480. facies dimidia cortinæ. Ala cortinæ perpendicularis est in tetragono quadrans faciei: in pentagono triens: aliis polygonis ad enneagonum adduntur singulis pedes decem. Angulus defensus gradibus quindecim superat *dimidium* angulum *circumferentia*.

Apud *Dogen* prima ratio hæc est. Cortina hexapedarum 72. proportio cortinæ ad faciem est sesquialtera. Angulus determinans alam 40. graduum. Angulus defensus, ut apud *Goldman*. Altera ratio differt à prima, quòd angulus defensus à tetragono ad octogonum continet duos trientes anguli figuræ. In tertiâ quæ prima est apud *Fritach*, Cortina hexapedarum 72. facies 48. ala in quadrato 6. hexapedarum, crescit in singulis aliis figuris una hexapeda ad decagonum. Angulus defensus continet gradus viginti supra figuræ semiangulum. Secunda ratio *Fritach* differt à præcedenti, quòd angulus defensus sit ut apud *Goldman*. Ala quadrati hexapedarum 8. in singulis aliis figuris crescit una hexapeda. In quarta ratione apud *Dogen*, Cortina est 72. hexapedarum: facies 48. angulus determinans alam 40. graduum: an-

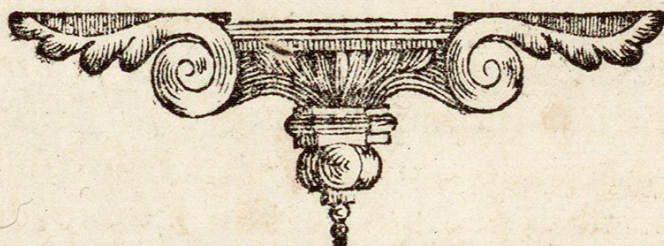
gulus defensus dimidio angulo figuræ major est viginti gradibus.

XV. His rationibus positis solvuntur problemata. 1. Invenire angulum centri. 2. Angulum circumferentiæ propositi polygoni. 3. Angulum defensum & angulum imminutum. 4. Angulum stringentis & cortinæ, vel defensionis minorem. 5. Angulum stringentis & alæ. 6. Angulum decussationis. 7. Angulum humeri. 8. Angulum lineæ capitalis & colli. 9. Complementum cortinæ & liberum stringentis. 10. Magnitudinem stringentis & alam cortinæ. 11. Alæ continuationem. 12. Latus exterius. 13. Lineam quæ ex ala & ejus continuatione componitur. 14. Lineam capitalem. 15. Lineam colli. 16. Latus interius. 17. Radium minorem & majorem. 18. Lineam figentem.

XVI. Orthographici munimentorum commensus apud *Dogen & Fritach*, sunt ejusmodi: Altitudo valli est in tetragono pedum Rhenanorum 12 : in pentagono 14 : in hexagono 15 : in heptagono 16 : in aliis 18. Latitudo suprema valli in tetragono pedum 36 : in pentagono 39 : in hexagono 44 : in heptagono 48 : in octogono 51 : in cæteris 57. Erisma interius, *le talu interieur*, æquale est altitudini. Erisma exterius æquale semissi altitudinis, majus tamen minusve esse poterit pro natura aggeris; sed nunquam excedet duos altitudinis trientes. Basis valli æqualis est altitudini supremæ & duobus crismatibus. Altitudo interior loriciæ est sex pedum. Exterior pedum quatuor. Basis in tetragono pedum 12 : in pentagono 14 : in hexagono 15 : in heptagono 16 : in octogono 20 : in aliis 24. Erisma interius unius pedis. Erisma exterius duorum pedum. Latitudo summa minor basi tribus pedibus, scabellum latum tribus pedibus, altum sesquipede. Ambulacrum valli æquale est latitudini supremæ valli subducta basi loriciæ & scabelli. Statio promuralis in tetragono, est unâ cum scabello pedum 15 : in pentagono 18 : in hexagono 20 : in aliis 24 : Margo 6 pedum. Fossæ soliditas æqualis sit soliditati operum extruendorum : latera exteriora sint faciebus propugnaculorum parallela, possunt tamen è regione anguli defensi in arcum sinuari. Latitudo fossæ superior in tetragono pedum 72 : in pentagono 86 : in hexagono 96 : in heptagono 108 : in octogono 120 : in enneagono 132 : in decagono 144. Erisma

tam interius quàm exterius, si aquæ plena est, æquale profunditati ita ut angulus, quem latitudinis superioris linea efficit cum declivitate, sit graduum quadraginta quinque. Ubi verò sicca est fossa, expedit paulò minùs esse erisma interius. Profunditas fossæ vulgò fit decem aut duodecim pedum. Latitudo viæ tectæ potest esse æqualis stationi promurali. Verùm apud laudatos Autores in tetragono est pedum 12 : in pentagono hexagono 15 : in heptagono 17 : in octogono 21 : in aliis 24. Lorica suburbanæ altitudo est sex pedum. Erisma interius unius pedis : scabellum ut in lorica valli : declivitas exterior sic efformanda, ut producta transeat per summum fastigium loricaë vallaris. Ambitus loricaë suburbanæ, tam interior quàm exterior, erit propugnaculorum faciebus parallelus. Si cortinis parmulae, aut propugnaculis cassides objiciuntur, lorica suburbana circum eas ducenda erit.

XVII. Ex iis quæ hætenus tradita sunt, solves alia quædam problemata. 1. Invenire aream sectionis orthographicae munimentorum. 2. Data latitudine fossæ, & ratione erismatis ad profunditatem invenire profunditatem, ex qua tantum possit terræ extrahi, quantum cæteris operibus extruendis satis sit. 3. Basim loricaë suburbanæ ita definiri, ut tota declivitas stringatur à lorica vallari. 4. Munitiones in charta aut in campo delineare.



PARISIIS, E Typographia GABRIELIS MARTINI,
viâ Jacobæâ, sub aureo Sole.

M. DC. LXXXVIII.