

# MEDITATIONES

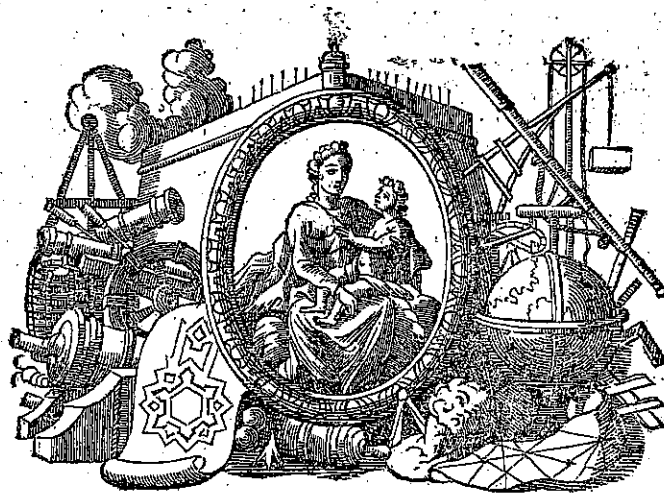
SUPER

PROBLEMATÉ NAUTICO,

DE IMPLANTATIONE MALORUM,

QUÆ PRÓXIME ACCESSERE

Ad præmium anno 1727. à Regia Scientiarum  
Academia promulgatum.



PARISIIS,

Apud CLAUDIUM JOMBERT, Bibliopolam, Via  
San-Jacobæ, sub signo Beatæ Mariæ.

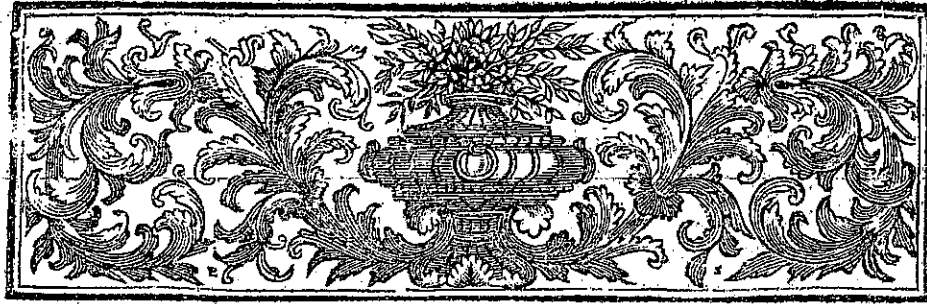
---

M. DCC. XXVIII.

*Cum Approbatione & Privilegio Regis.*

*Errata quamvis leviora hæc sunt.*

| <i>Pag.</i> |                               | <i>Lin.</i>        | <i>Errat.</i>          | <i>Lege.</i>   |
|-------------|-------------------------------|--------------------|------------------------|--|
| 10          | §. XVI.                       | 13.                | lineæ,                 | linea.   |
| 14          | .                             | 3.                 | Spina,                 | Spinæ.   |
| 21          | .                             | 7                  | inclinadam,            | inclinandam.   |
|             | <i>eadem</i> §. XXXVI.        | 6.                 | co                     | ca.  |
| 23          | .                             | 7. & 8.            | incomputum,            | in computum.   |
| 25          | §. XLV.                       | 3.                 | assensus,              | ascensus.  |
| 29          | §. LIII.                      | 6.                 | Romanis,               | Rhenanis & sic<br>deinceps pone<br>ubique Rhena-<br>nis pro Roma-<br>nis, scil. pp. 30,<br>39, 40. |
| 35          | <i>penultim. &amp; ultim.</i> |                    | denominatione,         | denominatore.  |
| 38          | §. LXXIII.                    | 2 <sup>r</sup> .   | $\frac{nax}{nz + mff}$ | $\frac{nax}{naz + nff}$  |
|             | <i>ibidem.</i>                | 7, 8, 10.          | lconsi,                | l. const. id est,<br>Logarithm.<br>Const.  |
| 39          | §. LXXVI.                     | 1.                 | indigitas,             | indigitat.   |
| 48          | .                             | <i>antepenult.</i> | ista,—propositos.      | istas—proposito.   |

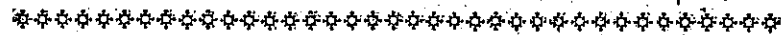


# MEDITATIONES

SUPER

PROBLEMA TE NAUTICO,

Quod Illustrissima Regia Parisiensis Academia  
Scientiarum proposuit.



Omnes enim trahimur, & ducimur ad cognitionis &  
scientiæ cupiditatem, in quâ excellere pulchrum  
putamus. *M. T. Cicero de Officiis.*

## PROBLÈME

*Quelle est la meilleure manière de mâter les Vaisseaux  
tant par rapport à la situation qu'au nombre  
& à la hauteur des Mâts.*

§. I.



CONSTITUTIONE & collocatione ma-  
lorum, potissimum universa navigatio depen-  
det in navibus quæ non à remis sed solis velis  
propelluntur. Vela scilicet antennis alligata  
malis applicantur, & vento obversa, ejus impetum susti-

A

2 *Meditationes super Problemate nautico,*

nendo navem promovent. In implantatione malorum in hoc est incumbendum, ut navis, quâ absque discrimine potest maximâ, velocitate incedat, quod ut obtineatur, ad locum, altitudinem, & numerum malorum, diligentissime est attendendum. Quod ad locum primo attinet, in ejus determinatione opera atque studium summum est adhibendum, ut gubernaculum, cujus actione de navis celeritate semper quicquam detrahitur, si ejus usus plane evitari nequeat, minimam, quam possibile est vim, impendere debeat. Vocatur linea in navibus super sentina à prora ad puppim ducta, spina navis, & Gallicè *la quille*, in hâc inferuntur mali ut quilibet sit in medio navis. Si navis secundùm directionem spinæ istius movetur, gubernaculo opus non erit ad navem in isto situ continendam, ubicumque mali, modo in spina, sint plantati. Verum cum navis non juxta spinam promovetur, sed directio motus navis cum spina angulum constituit, qui angulus, deviationis angulus, & Gallicè *l'angle de la dérive* appellatur, tum non ita, ubicumque siti sint mali in spina, navis istum deviationis angulum conservabit, seu eandem positionem, sed ad hanc retinendam peculiaris malorum locus est determinandus, qui malorum locus alius esse deberet, in quolibet alio angulo deviationis. Et ita cum naves in aqua progrediendo, ut ad optatum perveniant locum, modo hanc, modo aliam deviationem recipere debeant, pro quovis angulo alius malis tribuendus esset locus. Quod autem in navibus malis semel erectis cum fieri nequeat, malis immotis manentibus, ope gubernaculi efficiendum est, ut navis in eodem deviationis angulo conservetur.

§. II.

Cum autem gubernaculum agere debet, resistentia quâ navi resistitur augetur, & ita celeritas navis minuitur, idque eo magis quo major à gubernaculo effectus efficiendus est, scilicet igitur quo magis situs malorum ab eo situ differt, quem habere deberent ad id, ut gubernaculo plane opus

*de implantatione malorum.*

non sit. Ne ergo nimium excrescat vis gubernaculi, talis malis assignandus est locus, qui in illis navis deviationibus, quas navis crebrius habet, ab illo loco, quo gubernaculum non in usum vocandum esset, non multum discrepet, quo fiet ut gubernaculi actione celeritas navis nunquam sensibilibiter decrementum patietur.

§. III.

Verum quotquot in nave positi sint mali, semper erit punctum in spina navis ubi si collocetur malus unicus altitudinis quæ æqualis est summæ altitudinum illorum plurium totidemque velis instructus, qui eundem effectum edat, istud punctum vocare licet centrum commune virium navem propellentium. Datis vero loco malorum & eorum viribus ope velorum à vento mutuatis, centrum istud facile reperietur, non ab simili modo, ei, quo centrum commune gravitatis plurium corporum in eadem rectâ jacentium reperitur, hoc tantum discrimine, quod ibi capacitas velorum malorum eo loco sumatur, quo in determinatione centri gravitatis pondus corporum consideratur, & ita facilius erit dato centro communi virium promoventium navem locum malorum invenire: in posterum itaque sufficiet unicum istud centrum determinasse, hoc enim noto, quotcumque mali sint navi inferendi, eorum loci facile reperientur.

§. IV.

Plures mali navibus non inferuntur, nisi tantæ altitudinis, quanta requiritur unicus malus haberi nequit, tum enim pluribus efficiendum est quod unicus præstare debuisset: cum ergo altitudo malorum desideratur, altitudo non nisi unici mali, pluribus æquipollentis determinanda est. Hæc enim, cum cognita fuerit, in tot partes est distribuenda, donec partes illæ tantillæ fiant seu tantæ altitudinis, cujus mali haberi possunt; & sic invenietur

4 *Meditationes super Problemate nautico;*  
numerus malorum & per §. præcedentem quoque eorum locus.

§. V.

Altitudo vero malorum determinanda est quatenus ea capax est velorum, quæ sunt præcipua causa vis impulsivæ; non igitur tam de altitudine malorum, quam de altitudine velorum quæstio est interpretanda: esset quidem nec altitudo velorum contemplanda, si vis navem promovens sola respiciatur, etenim eadem manente vi propulsivâ, ubicumque ea applicetur sive in unico puncto tota sive in pluribus divisim, sive in locis malorum sublimioribus sive humilioribus; verum ea portio vis venti quæ navem inclinat scilicet proram profundius immergit, crescit quo in altioribus malorum locis vis ea sit applicata: præstat ergo quo latiora fiant vela, ut sufficiens virium quantitas in locis malorum inferioribus possit comprehendi; si enim arctiora fiant & minoris latitudinis in sublimius sese extenderent vela, & ita vis navem inclinans cresceret, quod vero id ipsum est, quod effugiendum in determinatione altitudinis malorum propositum esse debet: quo circa cum altitudo malorum quantum fieri potest, circumscribenda sit, vela malis in locis quoad fieri potest humillimis applicari debent, nisi venti vis ibi sensibiliter diminuta sit, atque velis quantum aliæ circumstantiæ id permittunt, maxima tribuenda est latitudo.

§. V I.

Verum nec hæc observando numerus velorum prohibita multiplicari potest, nimis enim aucto velorum numero contingere posset ut navis si non prorsus in aquam proferternatur, tamen proram ulterius quam securitas navis permittit, immergat. Quod ut melius concipiatur, notandum est, quamlibet venti potentiam in velis applicatam, duplicem in navem exercere vim, unam quæ navem propel-

*de implantatione malorum.*

fit, alteram quã navem inclinat, proram profundius immergendo; facit scilicet, ut quæ quiescente nave verticalia fuere, nunc dum sit in motu versus proram inclinentur, idque eo magis quo major est venti vis, & quo in sublimiori loco malorum sit applicata; unde fieri potest vi propellente vel nimium aucta vel nimis sublime applicata, ut prora ulterius, quam tutum est, immergatur vel penitus submergatur.

§. VII.

Ne igitur navis nimium inclinetur, terminus est constituendus quousque prora immergi possit absque navis periculo, quo cognito, quarendum est quantum virium à vento sit excipiendum ut navis eousque præcisè & non ulterius inclinetur, unde habebitur vis qua navis promoveri potest maxima, si enim major assumeretur, navis periclitaretur, quia tum navis ulterius quam par est, inclinaretur: sin vero minor sumatur vis, navis celerius adhuc absque periculo promoveri posset; maxima ergo hoc modo invenietur vis navem propellens, seu invenietur modus malos implantandi, ut navis, quam possibile est celerissime procedat. Cum itaque hæc de loco atque altitudine malorum ritè excussero, Problemati me satisfacisse persuasus esse potero.

§. VIII.

Meditationes ergo meas in duo ista capita figam, & quæ in ipsis solvenda proponuntur, perpendam, solutionemque tentabo. In primo scilicet Capite de loco malorum mihi agendum erit, ibi in locum centri virium navem propellentium inquiram, ubi illud in collocatione malorum assumendum sit, ut navis motui maxime sit proficuum. In secundo autem Capite tractandum erit de altitudine malorum, seu saltem de altitudine unici mali, pluribus æquipollentis; concipiam nempe nonnisi unicum malum erigendum esse, eumque quæram,

ius longitudine inventa facile erit judicare, quot mali sint inferendi; de altitudine ergo mali, seu potius de longitudine velorum, data eorum latitudine nobis prospiciendum erit, ut navis quam absque periculo potest celerrime procedat. Accedo itaque ad ipsam hujus ænigmatis solutionem atque ILLUSTRISSIMAM AC CELEBERRIMAM ACADEMIAM, ut pro sua pollent, uti in omnibus disciplinis, ita potissimum in scientiis Physico-Mechanicis, eruditione atque sagacitate, hæc exiles pagellas attente legere, suumque de eis judicium ferre, haud dedignari velint, humillime atque demisse rogo atque oro.

## CAPUT PRIMUM.

*De loco ubi assumi debet commune centrum virium navem propellentium.*

### §. IX.

CUM navis in aqua procedit propulsa à vi ventis, ut in eodem situ, eademque deviatione conservetur, & navis non in latera rotetur propter resistantiam ab aqua perferendam, oportet ut centrum commune virium navem propellentium situm sit in linea mediæ directionis vis resistantiæ, ab aqua in navis latera exactæ, scilicet cum hoc centrum in spina navis quoque existere debeat, assumendum erit hoc centrum in puncto spinæ, ubi à linea mediarum directionum resistantiæ secatur. Cum ergo linea ista mediarum directionum cognita fuerit, innotescet quoque centrum virium, locus scilicet ubi collocari debet malus si unus tantum sit erigendus.

### §. X.

Si ex Capite sequente innoverit plures malos esse implantandos navi, id ex dictis jam ita fiet, sicque eorum lo-



ci invenientur, primum in spina sunt collocandi & dein in talibus ab isto centro distantis, ut summa factorum ex capacitate venti uniuscujusvis mali in distantiam ejus à centro ab una parte istius centri sit æqualis, summa similium factorum ex altera parte. Cum enim istæ summa factorum æquales fuerint vires sese in æquilibrio conservabunt, ut navis circa centrum illud gyrari nequeat. Hoc ergo in collocatione malorum observato, navis perpetuò eandem deviationem conservabit, ita ut opus non sit gubernaculi adminiculo, quamdiu scilicet idem fiat ventus vel saltem quandiu ventus, si vela exactè sint expansa ut planam superficiem constituent, eandem velorum superficiem scilicet eam puppi obversam ferit, modo enim vela eundem conservent situm si sint exactè expansa, navis quoque versus eundem locum dirigitur, quisquis ventus flaverit, modo non cum linea directionis navis angulum recto æqualem vel majorem constituat.

§. XI.

Verum cum commoditas navigandi postulaverit ut navis in aliam deviationem collocetur, quia tum positio lineæ mediarum directionum resistentiæ mutatur, quoque locus centri virium navem propellentium alibi assumendus esset, vel proræ propius vel vero puppi admovendo, quomodo vero inmutatà deviatione navis locus centri virium mutandus sit investigabo. Ponam primo angulum deviationis pristino majorem fieri, & lineam mediarum directionum resistentiæ versus puppim magis cum spina concurreret & inde centrum virium navem propellentium ad puppim magis assumendum esset. Quod si non fiat, nec gubernaculo succurratur, navis in sua positione non permanebit, sed rotando angulum deviationis augmentabit, donec velorum superficies à vento avertantur, sin vero nova illa deviatio priore minor ponatur angulus deviationis diminuetur continuò donec evanescat.

§. XII.

Hicce vero impediendis inservit gubernaculum, quod ad conservandam eandem navis deviationem, eo majorem vim impendere debet, quo centrum commune virium assumtum magis ab illo quod assumtum esse deberet discrepat. Verum cum sic resistentia augeatur & proinde celeritas navis diminuatur, alio remedio huic incommodo occurrere poterit, mutando re ipsa locum centri virium, quod duplici modo fieri potest; primo ipsos malos de loco movendo; secundo autem manentibus malis immotis eorum capacitatem venti mutando vela nova vel super addendo vel jam expansa contrahendo. Priori modo mederi possent, si non omnes saltem unus malus mobilis redderetur; quod fieri posset & locum ubi locatur & ea loca quibus funibus alligatur ita fabricando, ut aliquantulum malus de loco reptare possit vel ad proram, vel ad puppim, minima enim loci navis mutatio sufficiens ad centrum virium sufficienter transvehendum, praesertim si ab initio tale assumtum fuerit centrum virium, quod ab aliis centrīs quae in aliis possibilibus navis deviationibus locum habent non multum distat. Cum ergo angulus deviationis major statuatur ac in initio fuerat, cum tum centrum virium puppi accedere deberet, malus iste mobilis ad puppim magis movebitur eoque donec gubernaculo opus non amplius sit. Sin vero angulus deviationis minor evadat, malus hic versus proram promovendus erit.

§. XIII.

Si aliae circumstantiae non permittunt ut mali mobiles reddantur, altero modo obviam iri poterit, scilicet transportatione velorum, seu expansione in uno malo, novorum velorum in alio vero ut eadem vis conservetur totidem malorum contractione, hoc enim modo quoque centrum virium in alium transferetur locum. Et quidem  
cum

*de implantatione malorum.*

Cum primo supposuerim angulum deviationis crescere, ut centrum virium ad puppim magis accedat, vela ex parte centri versus proram diminuenda sunt contractione vel saltem diminutione latitudinis quorundam velorum & contra ex altera centri parte versus puppim tantundem velorum de novo extendendo vel latitudinem velorum augendo.

In altero vero casu decrecentis anguli deviationis, vela versus puppim diminuenda & ea versus proram augumentanda erunt. Quantum vero demendum sit adponendumve gubernaculum indicabit, eousque enim addendum detrahendumve est velis donec gubernaculum nil amplius agere debeat. Atque tum quoque navis in suo situ absque interventu gubernaculi conservabitur.

§. XIV.

Quodcumque autem istorum remediorum adhibere lubuerit, sive primo fabricatione mali mobilis, sive altero translatione velorum, sive horum neutro sed gubernaculo, ne multum opus sit motione mali mobilis aut translatione velorum, aut si tertium remedium adhibeatur, ubi ad hoc quam maxime respiciendum est, ne gubernaculum valide agere debeat, unde celeritas navis diminueretur, talis est in constitutione malorum locus centri virium eligendus à quo si navis alias deviationes habeat, centra illis deviationibus competentia non multum differant. Tale autem punctum ut determinetur, necesse est, ut figura navis in computum ducatur, cum resistentia aquæ dependeat potissimum à laterum figura, quæ in aquam impingunt.

§. XV.

Ut à simplicissimis initium ducamus, sint duo navis latera rostrum componentia, lineæ rectæ, quæ quidem suppositio licet navis accuratè non competat, tamen hinc nobis ubi non fixum aliquod punctum quæritur, aliquam

B.

Fig. I.

lucem fœnerari poterit. Sit ergo ABHC navis figura, A ejus prora, H autem puppis, AH spina. angulos A & H bifecans, erunt & latera AB AC æqualia & latera puppis BH & CH. Sint AB & AC partes navis resistentiæ expositæ, eæque solæ, quod semper continget si angulus deviationis navis minor erit quam dimidius angulus puppis H. Sit Dd vel Ee directio motus navis, impinget navis secundum hanc directionem in aquam, seu cum res eodem redeat, facilius conceptus gratia supponam navem quiescere & aquam juxta eandem directionem dD vel eE eadem celeritate quam habebat navis, in navem impingere, scilicet in latera AB & AC, neutrum laterum BH vel CH ferire poterit cum sit angulus deviationis quem Dd, cum spinâ HA, constituit minor quam angulus dimidius puppis H.

## §. XVI.

Notum est ex hydrostaticâ aquam in hæc latera resistentiam suam normaliter in eadem latera exercituram, & cum aqua in idem latus AB & AC illidens ubique eodem angulo incidat, erit centrum virium eidem lateri AB vel AC impressarum in earum medio D & E. In his ergo punctis totam resistentiam tanquam congregatam concipiam, eritque directio resistentiæ cum sit in latera normalis in latere AB linea DG & in AC linea EG quæ sunt sigillatim normales in latera AB & AC. Hæc duæ directiones ubi sese mutuo secant, erit centrum commune virium resistentiæ; concurrunt autem ut palam est ob latera AC & AB æqualia in puncto spinæ G. per quod transit lineæ æquilibrii mediarum directionum resistentiæ; quamcumque autem hæc linea habeat positionem, secabit ea spinam AH in puncto G. Erit ergo punctum G id ipsum centrum quod quæritur, de quo hoc notandum est, quod sit semper constans, quæcumque sit navis deviatio, modo ejus angulus angulum puppis BHC dimidium non excedat.

§. XVII.

Si ergo navibus hujusmodi figura tribueretur, maximum hoc commodum obtineretur quod, loco centrorum virium manente fixo, navis absque gubernaculi ope in quolibet deviationis angulo, malis semel ritè constitutis conservari posset, modo, ut jam aliquoties notavi, angulus deviationis minor sit quam angulus puppis dimidius. Atque si ex re erit majores deviationis angulos usurpare eo majores quoque puppis anguli construi possent, ad id, ut aqua latera BH atque CH nunquam lambat. Punctum vero G quomodo definiatur, facile colligi potest, scilicet bifecando alterutrum laterum rostrum navis, componentium, & ex bisectionis puncto in idem latus perpendicularem erigendo, erit factum quod quæritur; punctum enim G erit ubi ista perpendicularis spinam navis secat.

§. XVIII.

Si hæc figura ob alias causas incommoda videretur quæ navi tribuatur, possum insuper alias figuras indigitare, quæ navibus dari possent ut absque gubernaculi adminiculo immotis malis & velis, navis eandem deviationem obtineat, seu ut centrum commune virium in eodem loco maneat; nil aliud enim ad hoc requiritur quam ut, existente figura navis aquam ferientis ex lineis rectis conflata, perpendiculares ex punctis mediis singulorum laterum, in eadem latera, conveniant omnes in eodem spinæ puncto, seu ut omnia ista latera sint chordæ ejusdem circuli centrum in spina navis habentis, tum enim in hoc centro convenient omnes perpendiculares in medium cujusvis lateris navis in aquam impingentis, unde centrum istud circuli ipsum erit centrum virium quæsitum. Sit ACEDB circulus, centrum ejus G & diameter quæ pro spina navis accipietur, AGH. Ducantur chordæ ex utrâque parte spinæ quot  
B ij

Fig. II.

*Meditationes super Problemate nautico,*

quæcumque lubuerit ut AB BD & AC CE, ducanturque lineæ proram constituentes DH & EH, habebitur figura navis hanc prærogativam habens ut centrum virium in eodem maneat loco, utcumque mutato deviationis angulo, modo deviationis versus plagam E angulus, angulum AHE non excedat & deviationis versus plagam D angulus, angulum AHD non excedat, centrum vero virium erit in G.

§. XIX.

Hoc usum quidem habere posset in constructione navium, sed cum de hoc non sit quæstio, propius ad figuram navium receptam accedendum est. Contemplabor eam post Virum celeberrimum Joannem Bernoullium tanquam duo segmenta circularia æqualia super eadem chordâ; in hac vero hypothese multo difficilius pro quovis deviationis angulo centrum virium determinatur, cum ideo quod latera navis resistantiam sentientia, sine mutabilia in alio deviationis angulo, tum quod figura sit curvilinea, adeoque incidentiæ angulus in quovis puncto alius est. Hic mihi quia non pro qualibet deviatione centrum virium cognitum habere opus est, necesse non erit modum tradere centrum virium in ista hypothese pro quovis deviationis angulo determinandi, sed sufficet si duo saltem centra in duabus deviationibus quarum una possibilium maxima est, altera minima determinavero, quæ duo centra limitum adinstar esse possunt, quos inter determinandum est punctum illud loco centri communis virium accipiendum, quod quæritur. Assumo ergo hæcæ duas deviationes minimam illam possibilium seu illam cujus angulus est æqualis nihilo seu evanescit, & alteram possibilium maximam pro qua accipiam angulum rectum seu 90 graduum, ultra hunc angulum deviatio navis crescere nequit, cum puppis in proram & propra in puppim converteretur. Pro utraque si determinavero centra, certus sum, inter ea id quod quæritur

contineri, magis autem versus centrum pro priori deviatione, quæ nulla est, inventum, assumendum est, quam versus posterius, ubi directio motus navis cum spina constituit angulum rectum, cum anguli deviationum navis magis consuetarum propius semper sint angulo evanescenti quam 90 gradibus. Ac subinde cum sit liberum assumere inter ista duo centra illud quod desideratur seu quod sit centrum commune virium in maxime consuetis deviationibus, tale quoque assumendum est, quod facile & sine multo labore construi possit.

## §. XX.

Indagabo itaque primo centrum cum deviatio est graduum 90. Sit FAMD navis, F prora, FM spina, N centrum arcus FAM, ex centro N ducatur NGA spina bifecans in G, bifecabit ea quoque arcum FAM; eritque in spina normalis. Moveatur ergo navis juxta directionem NA in aqua, ita ut angulus deviationis sit 90 grad. palam est, quia arcus AM similis est & æqualis arcui AF, atque tantam quantam hic resistentiam patitur, fore ipsam AN lineam æquilibrii resistentiæ, adeoque punctum G ubi spina FM ab NA secatur fore centrum commune virium, in isthac navis deviatione. Habeo itaque jam centrum commune virium navis cum ejus motus directio cum spina angulum 90 graduum constituit; pro deviatione autem evanescente magis erit arduum istud centrum definire, unde meam quam dabo constructionis analysim hic non subjungam, ne nimium sim prolixus, sed ejus demonstrationem ex Cl. D. Bernoullii *Manceuvre des Vaisseaux* depromam.

Fig. III.

## §. XXI.

Ponamus itaque navem secundum directionem spinæ MF moveri in aqua, verum quidem est ubicumque centrum virium in spina accipiatur, hanc navis deviationem, quæ nulla est, conservatam iri. Quæritur autem

B iij

illud punctum in spina FM in quo secatur spina à linea æquilibrii mediarum directionum resistentiæ arcus FA tantum, qui hac in parte spina FM solus resistentiam patitur; nam in A erit navis directio tangens AT, secundum quam resistentiam perfert; etenim in eodem puncto spinae FM quo à linea æquilibrii resistentiæ arcus AF secatur, secabitur quoque à linea mediarum directionum seu æquilibrii resistentiæ quam arcus DF perfert, quia hi duo arcus AF & DF similes sunt & æquales & aquæ resistentiam æqualiter sufferunt. Et hinc punctum illud, quo spina FM à linea æquilibrii mediæ resistentiæ arcus AF secatur, verum erit centrum virium navis cum deviatio evanescit. Et hoc punctum proinde etiam erit terminus centrorum in omnibus navis deviationibus; versus proram seu istud centrum præ omnibus aliis proxime accedit ad proram.

## §. XXII.

Sic autem istud centrum determino. Ex centro N ducatur recta NL arcum AF bifariam secans in L, spinamque FM in I; producatu ea in K usque ut sit  $IK = IN$ . producatu quoque radius AN, in eaque sumantur puncta E & Y, ut sit  $EY = NE = AN$ . Jungantur puncta E & I recta EI: huicque parallela ducatur ex K linea KH, quæ producta transibit per punctum Y; nam quia  $KI = IN$  occurret illa linea producta in aliquo puncto quod tantum distat ab E, quantum E distat ab N, ob  $NI = IK$ ; hoc punctum ergo ipsum erit punctum Y. Punctum autem H in spina navis FM, ubi ea à linea KY secatur, erit centrum commune virium, cum nempe navis secundum directionem spinae movetur.

## §. XXIII.

Rationem hujus constructionis petere est ex Cel. Bernoullii *Manœuvre des Vaisseaux*, ex Capitis XIII. paragrapho 4. ubi centrum mediæ resistentiæ, quam quilibet



arcus circularis subit, determinat. Quem paragraphum, ne Illustrissimi Judices opus habeant, aliunde demonstrationis meae constructionem querere, ipsissimis celeb. Auctoris verbis una cum ejus figura hic adjungo, sic se habent ejus verba. „ Soit donné un arc de cercle quel- „ conque APF mû dans l'eau suivant la tangente AT, N „ est le centre de cet arc, NA le rayon au point d'atrou- „ chement, FG perpendiculaire, sur NA, AE le diamê- „ tre du même arc APF. Prolongez AE en Y en sorte que „ EY = au rayon. Prenez NR égal aux trois quarts de „ la troisième proportionnelle de YG à EG. Elevez la per- „ pendiculaire RS & la faites égale aux trois quarts de „ GF. Tirez enfin NS. Je dis que le point S fera le centre „ de la résistance moyenne, & NS l'axe de l'équilibre „ de la résistance moyenne. „

Fig. IV.

§. XXIV.

Linea ergo ista æquilibrii mediæ resistantiæ NS ubi ea secat spinam FG, ibi, nempe in H erit centrum commune virtum resistantiæ. Ex mea autem constructione idem reperiri punctum H ex eo patere potest quod linea GH in utraque constructione æqualiter determinetur, quod ita demonstro. In constructione Bernoullianâ est  $GH = \frac{RS \cdot NG}{RN}$  ob triangula similia NRS, NGH; est autem  $RS = \frac{1}{4} GF$  &  $NR = \frac{1}{4} \frac{EG^2}{YG}$ . Unde his valoribus substitutis erit  $GH = \frac{GF \cdot NG \cdot YG}{EG^2}$ .

§. XXV.

Ex meâ vero constructione fundata in Bernoullianâ, Fig. III. est  $GH = \frac{GI \cdot YG}{EG}$  ob triangula similia EGI, & YGH; lineæ enim EI & YH sunt parallele. Ducatur EF, erit ea

parallela lineæ NL, bifecat enim LN arcum AF, unde cum N sit centrum illius arcus, erit arcus AL mensura anguli ANL; cum vero sit NA = NE erit punctum E in peripheria ejusdem circuli & inde anguli AEF mensura erit dimidius arcus AF, id est, arcus AL; est ergo angulus ANL = angulo AEF, adeoque linea NI parallela lineæ EF, sunt ergo triangula NGI & EGE similia, quocirca erit

$$GI = \frac{GF \cdot NG}{EG} \text{ quod substitutum in superiore æquatione}$$

$$\text{loco GI, proveniet } GH = \frac{GF \cdot NG \cdot YG}{EG^2} \text{ . Cum itaque in fi-}$$

guris III. & IV. punctis respondentibus eadem appositæ sint literæ, erit GH in figura III. eadem cum GH in figura IV. ideoque punctum H idem quoque erit in utraque figura. Unde concluditur illud à me recte esse determinatum.

## §. XXVI.

Determinati ergo sunt duo centrorum limites, nempe puncta G & H, inter quæ assumendum est illud quod quæritur centrum cujus respectu mali in navibus collocentur. Propius vero versus punctum H quam versus G assumendum illud est; cum deviationes navium sæpius sint infra angulum 45 graduum, quam eum superent. Est autem inter puncta G & H punctum I jam determinatum, quod observo semper propius esse puncto H quam puncto G; distantia enim HI se habet ad distantiam GI ut EY ad EG, id est, cum EY sit æqualis EN, erit illa ratio ut EN ad EG quæ est semper minoris inæqualitatis. Unde autumo si illud centrum quæsitum in circa in puncto I assumatur, haud multum à scopo aberratum iri; nam præterquam quod puncto H propius sit quam puncto G, idem deprehenditur cum eo quod inveniretur, si latera AF & DF tanquam lineæ rectæ considerentur, quodque centrum jam determinatum est: punctum enim I hic determinabitur bifecando latus alterutrum AF & ex bisectionis

nis puncto L in AF normalem erigendo, punctum enim in quo est concursus linearum LN & spinæ FM, erit istud punctum I. Facillime ergo inveniri poterit punctum istud in posterum pro centro habendum.

§. XXVII.

Manifestum ergo est, me non monente vim velorum versus proram multo majorem fore, quam ad puppim, cum centrum I. semper in prora navis reperiat. Si itaque in nave unicus tantum erigendus sit malus, ille ponatur in puncto isto I. Si duo mali, unus ex una parte puncti I, alter ex altera parte, in talibus distantis ab I quæ sint reciproce ut vires quas à vento excipiunt. Eodem modo se res habebit si plures mali in nave sint erigendi. Atque sic locus malorum optimus & utilissimus est indigitatus. Restat ad hoc Caput plane absolvendum, ut addam qualem angulum cum horizonte, mali constituere debeant.

§. XXVIII.

Cum mali verticales ventum ad angulos rectos excipiant, si nimirum linea venti in planum velorum perpendicularis est, quæ est vis maxima venti, utpote quæ crescit in duplicata ratione sinus anguli incidentiæ cæteris paribus, utique mali maxima vi navem propellendi gaudebunt, absque longa igitur disquisitione mali ita sunt constituendi, ut cum navis in pleno motu fuerit, mali tum sint verticales. Cum itaque detur angulus ad quem navis inclinari debeat, mali ab initio versus puppim angulo isto inclinari debent, ut cum navis plene moveatur, proraque ad datum angulum submergatur, mali tum fiant verticales, verum cum funes versus puppim à vi quam à vento sustinere debent extendantur magis, unde fit ut mali protinus ad proram inclinent, cui autem facile, ut & aliis quæ hinc impedimentum quoddam creare possint, intelligentes Naupegi, mederi poterunt.

## CAPUT ALTERUM.

*De altitudine malorum, seu quantitate virium  
navem propellentium.*

## §. XXIX.

**S**I navis à vento vela inflante propellitur, duplicem in navem exerceri vim experientiâ constat. Unam qua navis promoveatur, alteram vero qua navis inclinetur versus proram seu qua prora profundius immergitur. Prioris effectus gratia vela adhibentur, ne operoso remigando navis propelli debeat. Posterior effectus merum est incommodum in navigationibus, cum propter illum vis impellens non pro lubitu augeri queat, ne prora profus aut saltem tantum quam sine periculo nequit immergatur.

## §. XXX.

Huic autem incommodo obviam eundo, & navem extra omne periculum ponendo, tanta velorum copia est admittenda quæ faciat ut navis ad certum aliquem & fixum gradum inclinetur quo sit & perseverare possit sine ullo discrimine, cum proinde ista navis inclinatio non solum à velorum quantitate, verum etiam & præcipuè à loco applicationis & latitudine velorum dependeat, determinandus est inter omnes illos casus quibus navis ad datum gradum seu ad datum inclinationis angulum inclinetur, ille qui navem celerrimè promoveret, seu qui velorum maximam admittit copiam; hoc enim casu, palam est fore ut navis quantum absque periculo potest celerrime promoveatur.

## §. XXXI.

Cum itaque proponatur angulus inclinationis seu ille angulus, quem constituere debent ea in nave cum linea verticali, quæ nave quiescente in ipsa verticali fuere, oportet ut determinetur quantitas velorum quæ malis applicata, navi ad propositum angulum inclinandæ præcise par sit. Verum ad vis istius quantitatem determinandam, quum quælibet venti vis duplicem in navem exerat effectum, necesse est ut primum inquiramus quanta vis venti portio navi promovendæ destinata sit & quanta navi inclinandæ. Hoc autem ut inveniam, sequenti modo ratiocinor.

## §. XXXII.

Primo, cum prævideam resistentiam aquæ ad istum effectum multum conferre, ponam aquam navi plane nullam resistentiam opponere, sed navem liberrime transmittere, manente tamen eadem aquæ gravitate. Patet in hac hypothese nullam venti portionem in nave inclinandæ consumi, sed totam venti vim navi propellendæ inservire; ponamus enim navem aliquantulum tantum inclinari, scilicet ex ordinario situ quo centrum gravitatis ad infima quæ potest descendit, detorqueri, patet navem hoc in situ permanere non posse utcumque celeriter navis deferatur, navis enim cum in situ isto non naturali perseverare nequeat, rursus in naturalem reverti conabitur; quod duplici modo fieri poterit, vel si mali retrocedant & ita proram rursus ex aqua extollent, donec situs naturalis obtineatur, vel autem si navis ipsa celerius quam mali progrediendo ex situ coacto erumpat & ita sese restituat; prius fieri nequit cum ventus malos regredi non permittat, posterius navis facillimè peraget, cum nullam inveniat resistentiam, quæ restitutionem istam impedire possit, & ita navis hoc modo in aqua non resistente progrediendo plane non inclinabitur quantacunque venti

vis adhibeatur adeoque tota vis, quam ventus in vela exerit, in nave promovenda infumetur, & nulla in nave inclinanda.

§. XXXIII.

Transeo jam ad alterum extremum & suppono aquam navi infinitam resistantiam facere, scilicet concipi potest aqua in glaciem durissimam conversa, cavitas autem cui insidit navis politissima, hoc modo enim fiet ut navis promoveri nequeat ob resistantiam respectu aquæ resistantiam infinitam, attamen inclinari poterit navis; motui enim inclinationis non resistetur ob superficiem glaciæ perfectè lævigatam. Expansis itaque velis patet totam venti vim in nave inclinanda occupatam fore.

§. XXXIV.

Hisce duobus extremis consideratis, pervenio ad aquam naturaliter consistentem, quæ est tanquam medium inter duo extrema ista; nec enim plane nullam obvertit navi resistantiam nec infinitam, unde jam palam esse potest, cum ab utroque extremorum aqua aliquid participet, venti vim & navem propellere debere & navem quoque inclinare. Perpendendum ergo est quanta vis venti portio in promovenda, & quanta in inclinanda nave occupetur, quæ duæ portiones totam vim venti adæquare debent, cum effectus suos secundum easdem directiones edant. Est itaque vis venti navem propellens aucta vi venti navem inclinante æqualis totæ venti vi.

§. XXXV.

Si effectus venti aliter consideretur, patet partem potentiaæ venti consumi in superanda resistantia aquæ, atque partem in promovenda nave; quæ duæ partes, cum effectus suos quoque secundum eandem directionem edant, simul sumptæ totam venti vim adæquant. Comparando ergo istam distributionem cum eâ quam in §. præcedente

instituiamus, inueniemus, summam virium venti ejus quæ  
navem inclinât & ejus quæ navem promouet, æqualem esse  
summam virium venti ejus quæ aquæ resistantiam superat  
& ejus quæ navem promouet; demtra ex hac æquatione  
utrinque vi navem propellente, emerget vim venti  
resistentiam aquæ superantis æqualem esse vi venti navem  
inclinantis. Atque ita patet quanta vis ad inclinadam na-  
uem impendatur, nempe tanta, quanta superandæ re-  
sistentiæ aquæ par est. Cum ergo sit resistentia navis in du-  
plicata ratione celeritatis ejus, erit quoque vis superandæ  
resistentiæ destinata, & hinc quoque vis navem inclinans  
erit in duplicata ratione celeritatis navis; quo celerius  
ergo navis procedit, eo magis quoque navis inclinabitur,  
& in ipso motus initio cum celeritas navis adhuc est in-  
finitè parva, erit quoque vis navem inclinans infinitè par-  
ua, & crescente navis celeritate angulus inclinationis  
augmentabitur.

## §. XXXVI.

Quemadmodum corpora cadentia paulatim majorem  
acquirant celeritatem à vi gravitatis continuo ea ad des-  
censum sollicitante nec illis subito celeritas ea quam tan-  
dem acquirant communicatur & sicut lignum torrenti  
injectum ab initio infinitè parvam quidem habet cele-  
ritatem, eo vero continuo augetur, sic quoque vento ve-  
la impellente ab initio navis celeritas est infinitè parva,  
crescit autem ea continuo, donec tandem tantam acqui-  
rat celeritatem quæ ulterius augeri nequit, si enim aqua  
nullam opponeret navi resistantiam, tandem navis acqui-  
reret celeritatem æqualem celeritati venti, resistente au-  
tem aquâ celeritatem tandem post tempus infinitum qui-  
dem acquireret navis minorem venti celeritate, tanto scili-  
cet minorem ut ventus celeritate residuâ vela petens præ-  
cisè superandæ resistantiæ par sit. Dico post tempus de-  
terminatum infinitum, sed jam post aliquantum temporis spa-  
tium, tantam acquirat navis celeritatem quæ sensibilibiter  
alterius non crescit.

## §. XXXVII.

Cum ergo navis motu accelerato procedat, resistentia quoque crescit, & tunc vis superandæ resistentiæ destinata etiam crescit; & proinde quoque vis navem inclinans, ut adeo angulus inclinationis continuo crescat donec tandem cum navis celeritas eadem permanserit, immutatus remaneat; nave autem uniformiter procedente, rota vis vela propellens in superanda aquæ resistentia consumitur, & tunc quoque rota venti vis, cum navis celeritas maxima fuerit, in inclinanda nave consumetur.

## §. XXXVIII.

Cum autem proponatur angulus ad quem navis inclinari debet, procul dubio hic angulus maximus esse debet eorum ad quos navis inclinatur, seu debet esse angulus inclinationis cum navis fuerit in pleno motu, si enim isti angulo æqualis fieret inclinationis angulus mox ab initio motus, tum angulus inclinationis protinus cresceret, & tandem multo fieret major ac erat propositum; maximum ergo inclinationis angulum in posterum pro cognito habebimus, nempe eo dato investigabimus quantitatem vis à vento mutuandæ quæ navi tandem ad propositum angulum inclinandum par sit, seu cum iste angulus dein idem permaneat, requiritur vis quæ navem ad hunc usque angulum inclinatam conservare possit.

## §. XXXIX.

Ut istud commodius detegam, unicum tantum malum navi infixum supponam, & in ejus puncto aliquo, circa quod quæquaversum vela & proinde vis venti æqualiter sunt dispersa, rotam venti vim admittendam congregatam considerabo, quod punctum ergo instar centri communis velorum, quemadmodum in posterum quoque vocabitur, erit. Quo autem facilius vim ad navem ad propositum angulum inclinandum requisitam inve-



nam loco venti pondus in computum ducam, quod in eodem centro communi velorum applicatum ponam, atque malum horizontaliter, quod ope trochleæ fieri poterit, trahens, atque sic determinandum est pondus, quod navi ad datum angulum inclinandum par sit, quo facto postmodum tradam methodum vim venti cum ponderibus comparandi, ut loco ponderis inventi, ventum rursus in computum introducam, atque sic determinem quantum virium à vento excipiendum sit ut navis ad propositum angulum inclinetur.

## §. XL.

Cum autem jam notum sit quantum virium inclinationi navis destinatum sit, proinde navem tanquam quiescentem considerare potero, seu quod eodem redit, aquam tanquam in glaciam congelatam considerabo, ita tamen lævigatam ut navis in cavitate sua liberrimè absque ulla frictione inclinari & reclinari possit; hoc enim modo navis tanquam in medio infinite resistente constituta erit considerata, & proinde ea vis sola, quæ inclinandæ navi inservit in centro velorum applicata navem eodem modo inclinabit, ac si navis in aqua naturali processerit. Hic ergo quoque, ubi loco venti pondus in computum duco, navem eodem modo collocatam in glacie contemplanor, & indagabo pondus quod navem ad propositum angulum inclinare possit.

## §. XLI.

Non sufficit autem ad pondus quæsitum inveniendum proponere angulum inclinationis; sed præterea requiritur ut cognoscatur figura navis, pondus atque locum centri gravitatis ejus. Quod ad pondus navis & locum centri gravitatis attinet, ea generaliter tractabo ut ad quoslibet speciales casus applicari possint; per pondus navis autem non intelligo pondus navis vacuæ sed oneratæ, & eodem modo centrum gravitatis oneratæ navis intelligo. Quod autem ad figuram navis, spinam ejus tanquam in

arcum circulare[m] curvatam concipio, modo ea ejus pars sit arcus circuli, quæ in aquam intrat; sufficit hujus curvaturæ radius in computum ducetur, seu potius distantia centri curvaturæ spinæ à centro navis gravitatis. Si spinæ curvado non exacte sit circularis non multum refert, sed pro ea curvatura assumenda est curvatura circularis ad eam quam proxime accedens.

## §. XLII.

Fig. V.

His positis sit AMHNB navis seu potius ejus spina, B prora & A puppis, MN superficies aquæ: sitque navis ita inclinata ut linea *mr*, quæ in statu quietis navis in horizontem perpendicularis fuerat cum verticali *m*, nunc faciat angulum *mn*. Sit C centrum gravitatis totius navis, & G centrum arcus AMNB, seu si arcus AMNB non fuerit exacte circularis, G est centrum arcus circularis curvaturæ spinæ proxime æqualis, seu talis arcus qui transit per puncta M & N, & segmentum sub chorda MN comprehendit, æquale ipsi MHN; GH est linea verticalis in isto navis situ quæ erit in MN normalis & proinde eam quoque ut & arcum MHN bifecat, GC est distantia centri gravitatis C à centro curvaturæ G, EE est malus verticalis in quo sit F centrum commune velorum, in isto puncto loco venti sit applicatum pondus P, quod circa trochleam R malum secundum directionem horizontalem FR trahit, quærendum est quantum debeat esse pondus P quod navem in ista positione conservare possit.

## §. XLIII.

In situ navis naturali descendit centrum gravitatis C ad locum, quam possibile est infimum. Paret autem cum semper æqualis arcus MHN sub linea MN seu superficie aquæ contineatur, centrum C gravitatis magis descendere non posse quam cum sit in ipsa verticali GH; cum enim distantia GC semper eadem maneat & punctum

rum  $G$  immutatum quoque fit, rotam navis molem in  $C$  congregatam concipiendo, manifestum est pendulum  $GC$  quiescere non posse nisi sit punctum  $C$  in linea verticali  $GH$ . Linea ergo  $GC$  fuit in statu quietis verticalis, unde angulus  $CGH$  erit angulus inclinationis navis & proinde æqualis angulo  $mrn$ .

## §. XLIV.

Ut autem inveniam quantitatem ponderis  $P$  quod cum nave in isto situ non naturali in æquilibrio consistat, pono pondus  $P$  aliquantulum descendere per lineolam infinite parvam  $Pp$ , cum navis progredi non posse supponitur ob aquam in glaciem mutatam, in sua cavitate circa centrum cavitatis  $G$  aliquantulum vertetur ut ex situ  $AMHNB$  in situm,  $aMHNb$  veniat, & malus  $EF$  in  $ef$ ; ita ut sit  $Ff = Pp$ . Centrum gravitatis  $C$  perveniet in  $c$ , ita ut ducta  $Gc$  angulus  $CGc$  æqualis sit angulo  $EEf$ . Ex  $c$  demittatur verticalis,  $cd$ , horisontali per  $C$  transeunti in  $d$  occurrens, ascendit centrum gravitatis navis per altitudinem  $cd$ , triangulum autem  $Ccd$  simile erit triangulo  $rmn$ , nam quia linea  $cd$  paralella est lineæ  $GH$ , erit summa angulorum  $Gcd$  &  $HGc$  æqualis duobus rectis; angulus vero  $CcG$  est rectus, ergo angulus  $Ccd$  plus angulo  $cGH$  constituit unum rectum; cum autem triangulum  $Ccd$  in  $d$ , sit rectangulum, erit summa angulorum  $Ccd$  &  $cCd$  quoque recto æqualis, unde erit angulus  $cCd$  æqualis angulo  $HGc$ , seu cum nonnisi infinitesima parte differant angulo  $CGH$ , seu angulo  $mrn$ ; præterea anguli  $d$  &  $n$  æquales sunt, quia uterque rectus est, unde triangula  $rmn$  &  $Ccd$  sunt similia.

## §. XLV.

Sed notum est ex Mechanica, duo pondera utrunque sita sese in æquilibrio conservare cum vel tantillum mutata eorum positione, assensus centri gravitatis unius se habeat ad descensum centri gravitatis alterius reciprocè,

D

ut pondus prioris ad pondus posterioris, seu directè, ut pondus posterioris ad pondus prioris. Hoc applicando in nostro exemplo, cum navis & pondus P se quoque in æquilibrio servare debeant, erit pondus navis quod Q vocabitur, ad pondus P ut descensus hujus Pp, ad ascensum centri gravitatis navis cd, unde erit P. Pp = Q. cd. seu ob Pp = Ef erit P. Ff = Q. cd.

## §. XLVI.

Quia autem angulus Fef æqualis est angulo CGc, & angulus Eef est rectus ob EF verticalem & FR horizontalem, erunt triangula GCc & Eef similia adeoque Ff:

$$EF = Cc : CG \text{ unde } Ff = \frac{EF \cdot Cc}{CG} \text{ consequenter P. EF. Cc}$$

$$= Q. CG. cd. \text{ seu } P = \frac{Q. CG. cd}{EF. Cc} \text{ verum ob triangula } rmm,$$

Ccd similia, est Cc : cd = rm : mn, id est, ut sinus totus ad sinum anguli inclinationis, quæ ratio cum sit propo-

sita, ponatur, ea ut 1 : s erit  $P = \frac{Q. CG. s}{EF}$ . Sit distantia

centri gravitatis C à centro curvaturæ spinæ G, nempe  $CG = b$ , EF, quæ est dimidia mali altitudo cum sit F centrum velorum, & vela supponantur ubique ejusdem latitudinis, ponatur autem tota mali altitudo (mali scilicet unius, cui, si plures sint navi inferendi, æquipollere debent) quæ hîc nobis determinanda proponitur, æqua-

lis, z. erit ergo  $EF = \frac{1}{2} z$ , & habebitur  $P = \frac{2Qbs}{z}$ .

## §. XLVII.

Determinatum ergo est pondus P, quod navem in dato inclinationis angulo conservare potest; huic ponderi æquivalere debet vis à vento excipienda: ad hanc ergo quoque definitionem necesse est ut primum inquiram in rationem quam vis venti ad pondera habeat, seu ut vim

venti in ponderibus exprimam. Hoc quidem experientia institui posset, verum etiam à priori ex theoria proportionem deduci posse monstrabo. Experientia hoc sequenti modo fieri potest. Fiat malus utcumque brevis  $AH$  circa punctum  $A$  mobilis, huic sit alligatum velum planum  $EH$ , quod vento exponatur, qui secundum directionem  $RF$  in illud impingat, malumque circa polum  $A$  rotari conetur; applicetur autem in puncto  $F$  centro veli, funiculus  $FR$  qui circa trochleam  $R$  trahatur à pondere  $P$  ita ut malus ab isto pondere retrahatur, determinetur autem experientiâ pondus  $P$  ei addendo vel subtrahendo donec malus in situ verticali conseruetur, & tum erit pondus  $P$  quod vento istud velum  $EH$  inflanti aequipollet, & cum innotuerit capacitas veli & celeritas venti, ex inde facile comparatio in aliis venti celeritatibus & aliis velis vel maioribus vel minoribus institui poterit.

Fig. VI.

## §. XLVIII.

Generaliter autem ratio inter vim venti & pondera à priori ex theoria hoc modo innotescere poterit, ut generalius rem complectar, abstraham à vento seu aëre & ejus loco quodlibet fluidum contemplantor, ejusque percussiones cum ponderibus comparare tentabo. Sit vas cylindricum  $EADB$ , isto fluido usque in  $EF$  repletum, basis autem  $ACBD$  sit horisontalis, patet; fundum istud premi à fluido incumbente, ita ut perforato ubi vis hoc fundo, fluidum tanta celeritate efflueret quantam acquirere potest corpus cadendo ex altitudine  $FB$ . Quemadmodum Clar. Hermannus in suis annexis ad Phoronomiam, Celeberrimo Bernoullio suppeditante; primus publice demonstravit, fundum ergo sustinet pressionem fluidi ferendo, idem ac si idem fluidum ea celeritate qua efflueret per foramen, in illud impingeret.

Fig. VII.

## §. XLIX.

Demonstravit autem modo citatus acutissimus Ber-  
D ij

noulli apud Michelottum in Libro *De separatione fluidorum*, fluidum per foramen effluens dimidiæ saltem densitatis censendum esse, ejus quam in vase habebat; inter duos enim globulos seu atomos fluidi effluentis contineri tantundem vacui, ita ut globuli quæ in vase contigui fuerant; in egressu separentur, ita ut in æquali spatio saltem dimidium contineatur fluidi in exitu ex foramine, quam ejus in vase, unde rationem reddit celebris phænomeni de contractione filii fluidi ex vase erumpente. Hoc ergo in nostro casu applicato, dicendum est fundum vasis ferendo pressionem fluidi in vase contenti, idem sustinere ac si fluidum duplo rarius celeritate, æquali ei quam grave ex altitudine FB descendendo acquirere potest, in id irrueret.

## §. L.

Habeo ergo rationem seu proportionem inter pondera & vim percussionis fluidorum; ex hisce enim concluditur, cum fluidum quodvis celeritate quacumque in planum directè seu perpendiculariter irruit, planum idem sustinere ac si in situ horisontali positum sufferret pressionem fluidi duplo densioris & altitudinis tantæ, ex qua grave cadendo celeritatem æqualem celeritati fluidi allabentis acquirere potest: cum ergo innotuerit pondus hujus fluidi duplo densioris baseos æqualis plano dato & altitudinis dictæ, habebitur pondus vi fluidi illius allabentis æquivalens.

## §. LI.

Applicetur hoc ad ventum, & patebit vela ventum directè excipiendo idem sustinere ac si in situ horisontali posita perferrent pressionem fluidi quod aëre duplo densius est, & altitudinis ex qua grave cadendo acquirere potest celeritatem æqualem celeritati venti. Sit  $v$  celeritas venti ea scilicet qua vela petit seu celeritas respectiva. Experientia autem constat grave ex altitudine 15 pedum

Rhenanorum descendendo celeritatem adipisci qua cum tempore unius minuti secundi percurrere possit 30 pedes, ut celeritatem venti  $v$ , ex effectu seu spatio percorso dato tempore metiamur, designet  $v$  numerum pedum Rhenanorum quos tempore unius minuti secundi percurrere potest.

## §. LII.

Cum altitudines in descensu corporum sint ut quadrata celeritarum acquirarum, & corpus ex altitudine 15 pedum descendendo acquirat celeritatem ut 30 fiat ut 900 quadratum ipsius 30 ad  $vv$  quadratum celeritatis venti respectivæ, ita 15 pedes ad  $\frac{15 \cdot vv}{900} = \frac{vv}{60}$  ped. quæ est altitudo ex qua corpus cadendo acquirere potest celeritatem æqualem celeritati venti  $v$ .

## §. LIII.

Habeo itaque altitudinem illius fluidi quod suo pondere æquivalet vi venti. Basis erit superficies velorum; est autem eorum longitudo quæ eadem est cum altitudine mali, jam posita æqualis  $z$ . Sit præterea latitudo velorum  $= a$ , erit ergo basis illa æqualis  $az$ . Sunt autem  $a$  &  $z$  etiam in pedibus Romanis exprimenda cum  $v$  jam sit ita expressa, erit ergo moles fluidi illius suo pondere æquivalentis vi venti  $= \frac{azvv}{60}$  pedibus cubicis.

## §. LIV.

Restat ergo ad pondus vi percussivæ venti æquipollens inveniendum, ut gravitatem fluidi illius inquiramus; quia autem fluidum illud duplo densius ponitur quam aer, erit etiam duplo gravius, unde cum pes cubicus aeris ponderet quam proxime  $\frac{1}{12}$  libræ, ponderabit pes cubicus illius fluidi  $\frac{1}{6}$  libræ, unde  $\frac{azvv}{60}$  pedes cubici ponde-

re æquabunt  $\frac{azvv}{360}$  libras, & hoc est pondus, quod trahendo eundem effectum præstare valet ac ventus celeritatē ut  $v$  vela impellente; hoc ergo pondus æquale ponendum est ponderi  $P$ . quod quoque loco vis venti positum fuit, & erit  $P = \frac{azvv}{360}$ .

## §. LV.

Inventum autem fuerat §. 46.  $P = \frac{zQb}{z}$ . Unde erit  $\frac{zQ}{z} = \frac{azvv}{360}$ , seu  $azzv = 720Qb$ . Ut autem perfecta reperiat uniformitas,  $b$  in pedibus quoque Romanis &  $Q$  in libris exprimenda sunt. Nempe distantia centri gravitatis à centro curvaturæ in pedibus, & pondus navis in libris, ut omnia ad eandem referantur unitatem, æquatio autem ad hanc reducetur extrahendo utrinque radicem quadratam,  $zv = 12\sqrt{\frac{zQb}{a}}$  unde invenitur  $z = \frac{12}{v}\sqrt{\frac{zQb}{a}}$ .

## §. LVI.

Eni ergo jam æquationem, ex qua altitudo quaesita majorum  $z$  determinari potest. Datis primo pondere navis  $Q$  in libris. Secundo distantia  $b$  centri curvaturæ spinæ à centro gravitatis navis in pedibus. Tertio latitudine velorum seu longitudine antennarum quæ ubique eadem supponitur  $a$ , in pedibus quoque. Et quarto celeritate venti relativa, nempe ea qua navem petit; cum enim navis quoque celeritatem habeat, aer sua celeritate in navem impingere nequit, sed vela petit celeritate, qua celeritas venti celeritatem navis excedit; hæc autem velocitas  $v$  exprimenda est in pedibus itidem Rhenanis, scilicet indigitat ea quot pedes ventus uno minuto secundo



emetiatur celeritate respectiva, præterea angulus inclinationis nempe  $\sin s$  ejus  $s$  existente sinu toto  $= 1$  per se datus est. Et sic altitudo mali  $z$  determinari poterit.

## §. LVII.

Notandum est in expressione mali  $z$  resistantiam aquæ non in computum venire, & hinc eo facilius erit altitudinem mali supputare. Cum autem requiratur vis venti cum navis jam fuerit in pleno, motu à celeritate venti detrahenda est celeritas navis & habebitur celeritas  $v$ ; & hinc mirum non est quod resistantia aquæ non in computum ineat; ejus enim loco introducta est celeritas respectiva  $v$ . Ad hanc enim determinandam data venti celeritate, requiritur navis celeritas, ad cujus cognitionem utique resistantia aquæ & partes navis in quas aqua impingit in computum duci debent.

## §. LVIII.

Cum autem difficile sit data venti celeritate navis celeritatem prævidere ut celeritas venti respectiva haberi possit, quæ in expressione altitudinis mali cognita esse debet, necesse est ut methodum tradam navis celeritatem quovis peracto spatio inveniendi. Sufficeret equidem celeritatem navis maximam seu eam quam acquirit spatio infinito percurso indicasse, cum  $v$  sit celeritas venti respectiva, cum navis maximam jam acquisierit celeritatem. Verum cum hinc commoda offeratur occasio, & celeritas navis maxima exinde facillime inveniri queat, modum inveniendi navis celeritatem quovis peracto spatio, hinc in medium proferam; ex eo enim legem accelerationis navis videre erit, & cum naves non quidem infinitum spatium percurrere debeant, ut uniformiter procedant, sed aliquanto spatio perverfo jam tantam acquirunt celeritatem quæ sensibilibiter postmodum non crescit, patebit quoque quantum spatium navis percurrere debeat, ut sensibilibiter uniformi motu procedat.

## §. LIX.

Ad hoc vero inveniendum necesse est ut resistentia aquæ in computum ducatur. Quia autem navium figurata-  
lis non est quæ nave in aquâ motâ, aquam normaliter  
percutiat, sed oblique & in uno loco obliquius quam alio,  
aquæ resistentiam patiatur. Non ergo pro ratione su-  
perficiei navis aquam stringentis resistentiam metiri li-  
cet, cum ea quoque in alio deviationis angulo alia sit,  
ad huic inconvenienti occurrendum assumam aliquod  
planum quod aquam ea qua navis movetur celeritate,  
normaliter feriendo, eandem cum nave resistentiam su-  
beat. Hoc modo enim facilius erit resistentiam navis con-  
templari, cum angulus incidentiæ supponatur semper rec-  
tus, & spatium aquam feriens constans, nonnisi ergo ad  
celeritatem qua in aquam impingit attendendum erit.

## §. LX.

Pro hoc autem plano eandem cum nave resistentiam  
patientem absque sensibili errore assumi posse video sec-  
tionem navis transversalem maximam, ejus scilicet na-  
vis partis quæ in aqua degit, hæc quidem cum nave se-  
cundum spinæ directionem movetur aquam normaliter  
feriendo, multo majorem sufferret resistentiam quam na-  
vis, & hinc istam sectionem pro illo plano assumendo in  
excessu peccaretur, verum nave obliquè motâ, resistentia  
ejus quoque augetur atque cum prora navis profundius  
submergitur superficies navis aquam findens incrementum  
accipit, unde resistentia quoque augebitur, præcipuè cum  
gubernaculo utuntur. Quocirca resistentia, quam sectio  
illa transversalis aquam normaliter feriendo major vixe-  
rit, nisi planè sit æqualis aut aliquantulum minor, quam  
resistentia navis. Et proinde sectio illa transversalis ma-  
xima non totius navis sed saltem partis ejus aquæ im-  
mersæ, pro plano eandem cum nave resistentiam patientem  
absque sensibili errore accipi poterit.

## §. LXI.

## §. LXI.

Sit itaque ista sectio æqualis  $ff$ , est autem  $ff$  exprimentur in pedibus quadratis, sit præterea altitudo parallelepipedum cujus basis est  $ff$  quod capacitate seu mole partem navis sub aquamersam adæquat  $= h$ , quæ altitudo etiam in pedibus est exprimentur, cum comparanda sit cum latitudine velorum & altitudine eorundem quæ in pedibus exprimentur. Erit ergo moles partem navis aquæ immerse æqualis  $hff$  pedibus cubicis, erit enim  $hff$  moles parallelepipedum illius quod partem navis aquæmersam adæquat.

## §. LXII.

Ponatur materia navis ejusque onus per omnes partes navis æqualiter dispersa, ut navis tanquam corpus homogeneum considerari possit, ejusdem nempe ubique densitatis, immutato tamen ejus pondere sit ratio istius navis densitatis ad densitatem aquæ ut  $K$  ad  $m$ , & ad densitatem aeris ut  $K$  ad  $n$ . Erit ergo pars navis aquæ immerse quoad massam ut  $Kbff$ . Totius vero navis massa cum ut homogenea consideretur, se habet ad partem navis submersam ut densitas aquæ  $m$  ad densitatem navis  $K$ ; erit ergo massa totius navis ut  $mbff$ . Hisce positis sic ad cognitionem celeritatis navis pervenio.

## §. LXIII.

Sit navis jam in motu, & percurrerit spatium  $y$  pedum; sit ejus celeritas tum acquisita  $= v$ , indicat nempe  $v$  numerum pedum quos corpus celeritate  $v$  motu uniformi minuto secundo percurrere potest, sit celeritas venti  $= c$  eodem modo  $c$  exprimetur per numerum pedum quos ventus uno minuto secundo absolvere potest, unde venti celeritas respectiva erit  $= c - v$ . Est autem capacitas velorum  $= az$  & spatium seu planum quod in aquam impingit, & resistantiam excipit  $= ff$ .

E.

## §. LXIV.

Promoveatur navis per distantiam infinite parvam, nempe per elementum spatii descripti  $y$ . Scilicet per  $dy$  & quæraturs acceleratio dum navis per  $dy$  promovetur. Patitur autem inter ea navis impulsus à vento, quo navis acceleretur, retardatur vero etiam à resistantia aquæ. Est ergo ab incremento celeritatis à vento generato subtrahendum decrementum celeritatis à resistantia aquæ productum. Et habebitur elementum seu incrementum celeritatis navis dum per spatium  $dy$  pergit.

## §. LXV.

Quia aer celeritate  $c$ , quæ major est navis celeritate, promovetur, impetus fit ab aere in vela & inde navis celeritas augetur, istud vero incrementum celeritatis ex lege communicationis motus in collisione corporum inveniri potest, cum corpora sunt elastica, aer enim & vela uti & deinceps aqua & partes navis in aquam irruentes tanquam corpora elastica sunt consideranda, si non integra tamen particule eorum minimæ ex quibus sunt conflata, cum enim nave semel mota, vela æqualiter semper expansa supponantur, & navis figura immutata quoque maneat, necesse est ut vela & superficies navis si eorum figura ab aere impingente & aqua resistente aliquo modo immutetur, tamen sese statim restituant, & ita pro elasticis haberi queant.

## §. LXVI.

Aerem ad hoc contemtor ut congeriem globulorum infinite parvorum quorum diameter æqualis sit elemento quo navis promovetur nempe ipsi  $dy$ , tanta ergo copia hujusmodi globulorum, quantum vela capere possunt celeritate  $c$ , impinget in vela celeritate  $v$ , pergentia. Datis ergo mole navis & mole aeris in vela irruentis, celeritas navis post conflictum reperietur, si scilicet dum navis per

$dy$  fertur resistētia aquæ tolleretur abs qua si dematur pristina celeritas seu ea quam habebat dum esset in pro-  
cinctu per  $dy$  promoveri, remanebit elementum celeri-  
tatis, quod per spatium  $dy$  navis acquireret, demta re-  
sistentia aquæ.

## §. LXVII.

Constat autem ex regulis communicationis motus, si cor-  
pus A incurrat celeritate ut & in corpus B celeritate  $b$  motum,  
tum fore post conflictum celeritatem corporis B æqualem,

$\frac{2A \cdot c + B \cdot b - A \cdot b}{A + B}$  ut hoc ad nostrum casum applicem & A

massa aeris incidentis, hæc autem massa est ut volumen  
ductum in densitatem aeris quam posueram, ut  $n$ , volu-  
men autem aeris incidentis; erit aerea lamina crassitie  
 $= dy$  & tanta quanta velis implendis sufficit, velorum su-  
perficies ventum excipiens est  $= az$  & inde volumen aeris  
impingentis erit  $azdy$ , consequenter massa aeris impingen-  
tis est  $nazdy$ , hic valor loco A est substituendus.

## §. LXVIII.

Pro & autem celeritate corporis A ponetur  $c$ , celeri-  
tas venti & pro corpore B ponenda erit totius navis mas-  
sa quippe quæ à vento propellitur, erit ergo  $B = mbff$ ,  
etenim §. 62. inventum fuit massam navis æquari  $mbff$ ,  
loco autem celeritatis  $b$  poni debet  $v$  celeritas navis.  
His valoribus substitutis reperietur celeritas navis post con-

flictum  $= \frac{2nacdy + mbffv - nazvdy}{nazdy + mbff}$  ab hac celeritate si detra-

hatur ea ante conflictum, nempe  $v$  reperietur incremen-  
tum celeritatis per spatium  $dy$ , ab impulsu venti pro-

ductum nempe  $\frac{2nacdy - nazvdy}{nazdy + mbff}$ . Cum autem sit in de-

nominacione  $nazdy$  respectu  $mbff$  infinite parvum, eva-

*Meditationes super Problemate nautico,*  
 nescet illud & denominator erit solum  $mbff$ ; erit ergo incrementum celeritatis à vento ortum  $= \frac{c - v. \text{maz} dy}{mbff}$ .

§. LXIX.

Hoc est ergo incrementum celeritatis à vi venti productum; inveniendum restat decrementum celeritatis à vi resistentiæ aquæ effectum. Hoc eodem quoque modo arguendo innotescet; supponam nimirum aquam consistere ex globulis, quorum diameter sit  $= dy$ , patet cum navis per  $dy$  moveretur, in tot navem impingere globulos, idque normaliter ad directionem motus navis, quot planum  $ff$  capere potest; suppono enim, cum ut jam ostensum est eodem redeat, navem eandem pati resistentiam, quam suffert planum  $ff$  directè aquam eadem celeritate percutiendo. Erit ergo volumen aquæ in quod navis impingit  $= ff dy$ , quod ductum in densitatem aquæ  $m$ , dabit massam illius aquæ; erit nempe ea  $= mff dy$ .

§. LXX.

Cum vero aqua quiescens supponatur, navis vero celeritate  $v$  procedens ex isto lemmate celeritas navis post conflictum elucescet posito quod per spatium  $dy$ , nihil à vento excipiat navis. Si corpus A celeritate & in corpus B quiescens impingat, erit post conflictum celeritas corporis A residua  $= \frac{A - B. \&}{A + B}$ . Hic massa navis  $mbff$

cum A est comparanda, ejus celeritas vero  $v$ , cum &, massa vero aquea resistens  $mff dy$  cum B comparanda est; erit ergo celeritas navis residua post conflictum  $=$

$\frac{mbffv - mffv dy}{mbff + mff dy}$  quæ si auferatur à celeritate navis  $v$ , ante

conflictum habebitur decrementum celeritatis, quo navis celeritas per spatium  $dy$  pergendo à resistentia aquæ imminueretur, si non novum incrementum à vento accipe-

$$\text{ret, erit nempe celeritas amissa per } dy, = \frac{2mffvdy}{mbff + mffdy}$$

$$= [ \text{evanescente, } mffdy, \text{ respectu } mbff ] \frac{2mffvdy}{mbff} = \frac{2vdy}{b}.$$

§. LXXI.

Navis itaque pergendo per elementum  $dy$ , à vento accipit celeritatis elementum  $\frac{c-v \cdot nazdy}{mbff}$ . Amittit autem de sua celeritate in superatione resistentiæ  $\frac{2vdy}{b}$ . Unde subtrahendo elementum retardationis motus navis ab elemento accelerationis, reperietur incrementum celeritatis

$$\text{navis } v, \text{ dum per } dy \text{ fertur, nempe } dv = \frac{c-v \cdot nazdy}{mbff} - \frac{2vdy}{b} = \frac{c-v \cdot nazdy - 2mffvdy}{mbff}.$$

§. LXXII.

Patet hinc incrementum celeritatis esse manente  $dy$ , constante, ut  $c-v \cdot naz - mffv$ , seu ut  $naz \cdot c - v \cdot naz + mff$  quo magis ergo crescit celeritas navis  $v$ , eo magis decrescit elementum celeritatis donec si fuerit  $v = \frac{naz}{naz + mff}$  tum celeritas ulterius non crescat, sed eadem maneat; est ergo hæc celeritas quam navis acquirere potest, maxima iisdem manentibus celeritate venti, capacitate velorum & spatio resistentiam aquæ excipiente, unde concluditur celeritatem navis maximam cæteris paribus esse ut celeritatem venti, eamque se habere ad venti celeritatem ut  $naz$  ad  $naz + mff$ . Quo magis ergo capacitas velorum augetur, eo magis quoque celeritas venti augebitur manente spatio seu plano  $ff$  eodem, & manente  $az$  capacitate velorum eadem ut &  $ff$ , celeritatem navis fore eandem, si ve vela sint latiora, si ve arctiora, modo ejusdem sint capacitatis, hinc concluditur.

E iij

## §. LXXIII.

Sic ergo inventa est celeritas navis maxima æqualis  
 $\frac{nax}{nz + mff}$  ad determinandum vero celeritatem navis quo-  
 vis percurso spatio, æquatio §. 71 inventa integranda est,

ad hoc efficiendum eam ad hanc reduco  $\frac{zdy}{mbff} =$   
 $\frac{dv}{c.nax - v.naz + mff} = \frac{-1}{naz + mff} \frac{-dv.naz + mff}{cnax - v.naz + mff}$  hujus æ-  
 quationis integrale per logarithmos habetur  $\frac{zy}{mbff} =$

$\frac{-1}{naz + mff} [lc.naz - v(naz + mff) - lconsl.]$  Seu re-  
 ducendo  $\frac{znazy + zmffy}{mbff} = lconsl - lcnaz - v(naz + mff)$

ad determinationem constantis ponatur  $y = 0$  & debet esse  
 $v$  æquari nihilo. Unde erit  $lconsl = lcnaz$ . Erit ergo

$$\frac{znazy + zmffy}{mbff} = lcnaz - lcnaz - v.(naz + mff.)$$

## §. LXXIV.

Dicatur celeritas, qua celeritas  $v$  à celeritate, quam  
 navis acquirere potest maxima, differt,  $u$ , erit  $v = \frac{nax}{naz + mff}$

—  $u$  hoc valore substituto loco  $v$  erit  $\frac{znazy + zmffy}{mbff} = lcnaz$   
 $- lu.naz + mff = lc - lu + lcnaz - lcnaz + mff$ . Et hinc  
 inveniri poterit distantia  $y$ ; qua absoluta corpus acquise-  
 rit velocitatem utcunque parum à celeritate maxima dif-  
 ferentem, ut haberi possit spatium quo percurso celeritas  
 navis absque sensibili errore pro maxima haberi queat;  
 determinatis vero literis in numeris, logarithmi eorum non  
 Ulaquiani aut Briggiani assumi debent, sed logarithmi  
 hyperbolici qui habentur. Si logarithmi Ulaquii ducan-  
 tur in 2.302585093 quam proxime.



§. LXXV.

Sed revertamur ad æquationem altitudinem mali  $z$ , experimentem, cum ibi reperiat quantities  $v$ , quæ indicat celeritatem venti respectivam, cum navis promovetur celeritate maxima, invenietur ergo celeritas  $v$ . Si à celeritate venti  $c$  subtrahatur celeritas navis maxima nempe

$$pe \frac{naz}{naz + mff}; \text{ erit ergo } v = \frac{mff}{naz + mff}$$

§. LXXVI.

Indigitas autem hîc  $c$  numerum pedum Romanorum quos ventus uno minuto secundo percurrere potest, nempe cum naves pro vehementioribus ventis, quippe quibus spirantibus naves in periculo esse possunt, instrui debeant, pro  $c$  poni potest spatium 80 usque ad 100 pedum, quemadmodum experimentis à variis celebribus viris institutis concludere licet, quod nempe venti vehementissimi tempore unius minuti secundi spatium 80 usque ad 100 pedum absolvant.

§. LXXVII.

Ponatur autem valor loco  $v$  inventus in æquatione §. 55

$$\text{inventa } z v = 12 \sqrt{\frac{Qbs}{a}}, \text{ \& habebitur } \frac{mffz}{naz + mff}$$

$12 \sqrt{\frac{Qbs}{a}}$  ex qua reperietur altitudo mali quæsita  $z$

$\frac{12mff \sqrt{\frac{Qbs}{a}}}{cmff - 12na \sqrt{\frac{Qbs}{a}}}$  Hic ergo habemus æquationem perfectissimam, ex qua altitudo  $z$  in meris cognitis determinari potest, scilicet in pedibus.

§. LXXVIII.

Ulterius adhuc æquatio inventa reduci potest exter-

40 *Meditationes super Problemate nautico,*  
 minando  $m$  &  $n$ ; cum enim sit  $m$  ad  $n$  ut densitas aquæ ad  
 densitatem aeris  $i, e.$  quam proxime ut 800 ad 1. ponatur  
 loco  $m$  800, & loco  $n$ , unitas, & reperietur ista æquatio  $z =$

$$\frac{9600ff \sqrt{\frac{5Qbs}{a}}}{3000ff - 12a \sqrt{\frac{5Qbs}{a}}} = \frac{2400ff \sqrt{\frac{5Qbs}{a}}}{2000ff - 3a \sqrt{\frac{5Qbs}{a}}} \text{ sc. pedibus.}$$

§. LXXIX.

Datis ergo in nave primo sectione maxima transver-  
 sa portionis navis aquæ immerse  $ff$  in pedibus quadratis  
 Rhenanis. Secundo distantia centri curvaturæ spinæ à cen-  
 tro gravitatis navis totius  $b$  in pedibus. Tertio latitudi-  
 ne velorum seu longitudine antennarum  $a$  itidem in pe-  
 dibus Romanis. Quarto pondere totius navis  $Q$  in libris  
 ut & quinto spatio  $c$  quod ventus minuto secundo percur-  
 rere potest in pedibus quoque, pro quo ab 80 ad 100 us-  
 que pedes assumi possunt, hîc ego pro  $c$  ponam  $36\sqrt{5}$ , ut  
 & numerator & denominator per  $\sqrt{5}$  dividi queat.

§. LXXX.

Hoc posito habebitur altitudo mali  $z = \frac{800ff \sqrt{\frac{Qbs}{a}}}{2400ff - a \sqrt{\frac{Qbs}{a}}}$   
 $= \frac{800ff \sqrt{Qabs}}{1400ff - a \sqrt{Qabs}}$  multiplicato & numeratore & deno-

minatore per  $a$ , ex hac æquatione determinabitur altitudo  
 quæstia  $z$  in pedibus Rhenanis; quæ altitudo cum inventa  
 fuerit, si sit major quam ut unicus malus tantus constitui  
 possit, distribuenda ea erit in tot. partes donec mali tanti  
 haberi queant qui æquales sunt illis partibus respectivè.  
 Et sic ex hac æquatione determinatur quoque numerus  
 malorum. Hi vero mali sic determinati navem inclinabunt  
 ad tantum angulum cujus sinus se habet ad sinum totum  
 ut  $s$  ad 1. Hæc ratio autem antea est assumenda & quidem  
 talis ut angulus iste sit inter omnes illos angulos ad quos  
 navis.

navis absque periculo inclinari possit maximus, ut maxima quoque inveniatur vis propellens.

§. LXXXI.

Ex ista æquatione altitudinem mali definiente hæc confectaria deducere licet, quæ in fabricatione atque oneratione navium ut & confectioe velorum magnam usum habere possunt, seu exinde concludi potest quomodo sint naves formandæ atque onerandæ quæcunque velis sit latitudo danda, ut maxima quam fieri potest, reperiat vis ad navem ad propositum angulum inclinandam.

§. LXXXII.

Patet igitur primo statim quo major sit *b* distantia centri curvaturæ spinæ navis à centro gravitatis ejusdem, eo majorem quoque posse assumi altitudinem malorum, five eo majorem à vento excipi posse vim. In oneratione ergo navium in id est attendendum ut centrum gravitatis in loco quo fieri potest infimo sit positum, quod obrinebitur, si merces specificè graviores in loco navis quoad fieri potest infimo collocentur, atque ut in usu est, carina gravi oneretur sabulo, unde fiet ut centrum commune gravitatis ad infimum locum descendat, adeoque distantia ejus à centro curvaturæ augeatur & proinde quoque vis venti admittenda.

§. LXXXIII.

Pro navibus vero fabricandis sequitur utilissimum esse quo spina minus incurvetur, ne quis autem putet hinc sequi optimum fore si spina fieret linea recta seu sectio navis secundum longitudinem: rectangulum, spina enim quæ sub aqua continetur, continuus debet esse arcus circuli, sic autem esset composita ex tribus lineis rectis, unde hæc conclusio deduci nequit; cum itaque dico utilissimum esse promotioni navis, quo spina minus incurvetur, id ita est intelligendum quo longior sit navis seu quo longior sit spina, manente altitudine partis navis submer-

ſæ eadem, ſic enim diſtantiã centri curvaturæ elongabitur magis, & proinde ejus diſtantiã à centro gravitatis.

§. LXXXIV.

Si contra naves ita breves fiant, manente altitudine partis navis immerſæ eadem, ſeu ſpina in arcum tantæ exigui circuli incurvetur ut centrum gravitatis & centrum curvaturæ coincidant, patet ex æquatione, plane tum nullam à vento excipi poſſe vim; viſ enim minima navi ſubvertendæ proſus par erit

§. LXXXV.

Et hinc quoque concludi poteſt, cum curvatura tranſverſalis navis valde magna ſit, ſeu cum ſectio navis tranſverſalis ſit ſegmentum circuli valde parvi reſpectu circuli cujuſ portio eſt ſectio navis ſecundum ſpinam, eo magis ultra fixum terminum navem inclinatum iri quo major ſit angulus deviationis. Quæ enim ſupra de curvatura ſpinæ dicta ſunt nonniſi valent quam cum navis ſecundum ſpinæ directionem promovetur; cum autem angulus deviationis navis datus fuerit, loco curvaturæ ſpinæ ponenda erit curvatura lineæ in fundo navis ductæ ſecundum directionem motus navis & navem biſecantis, quam lineam, ſpinam imaginariam nuncupare licet.

§. LXXXVI.

Cum navis itaque habuerit deviationem *b* ſignificat diſtantiã centri gravitatis à centro curvaturæ ſpinæ imaginariæ, & cum ſpinæ iſtæ imaginariæ ſint arcus eo minorum circulorum quo deviatio navis major eſt, erit quoque tum centrum curvaturæ ſpinæ imaginariæ centro gravitatis propius, ut inde linea *b*, quoque decreſcat, & igitur altitudo malorum ſeu viſ navem propellens eo magis erit diminuenda, quo deviatio navis fiat major; maxime ergo erit periculofum navibus magnam tribuere deviationem, ſi enim manſerit viſ impellens, navis valde

ultra angulum propositum inclinabitur.

§. LXXVII.

Huic incommodo obviam eundi ergo, & ne altitudo malorum aut velorum copia in deviationibus navis minuenda sit, naves aliquantum magnæ latitudinis construï possent ut differentia inter curvaturam spinæ veræ & spinæ imaginariæ cum navis deviatio fuerit 90 graduum, non sit valde magna, ut proinde spinæ imaginariæ in solitis navis deviationibus à spina verâ quoad curvaturam non differant, & proinde distantia  $b$  centri gravitatis navis à centro curvaturæ spinæ, sensibilibiter non imminuatur cum navis in deviatione promota fuerit.

§. LXXVIII.

Observo deinde, quod si navis tantæ longitudinis fabricetur, seu spina sit arcus tanti circuli, ut distantia  $b$ , centri gravitatis à centro curvaturæ spinæ sit æqualis

$\frac{5760000f^4}{Q_{85}}$  ped. tum infiniti mali constitui debeant aut

tinus infinitæ altitudinis ad hoc ut navis ad datum angulum inclinetur, & si  $b$ , fuerit major quam  $\frac{5760000f^4}{Q_{85}}$  pe-

des nec infinitam vim fore parem navi ad angulum propositum inclinandæ.

§. LXXXIX.

Cum enim fuerit  $b = \frac{5760000f^4}{Q_{85}}$ . In æquatione §. 80.

data, nempe  $z = \frac{-800ff\sqrt{Q_{abs}}}{2400aff - a\sqrt{Q_{abs}}}$  denominator fractionis

cui  $z$  æqualis, evanescit & inde  $z$  fiet infinite longa. Hinc ergo patet quantam prærogativam habeant naves longiores præ brevioribus, si enim longitudo tanta fue-

rit ut  $b$  sit æqualis  $\frac{5760000f^4}{Q_{85}}$  mali seu numerus velorum

pro arbitrio multiplicari poterit absque periculo navis.

## §. XC.

Dein quod ad latitudinem velorum  $a$  ex æquatione deducitur, quod quidem paradoxum videtur, sed nihilominus verissimum est, quo magis augeatur velorum altitudo, eo magis quoque altitudinem malorum  $z$ , augeri absque navis periculo, cum tamen navis non ultra propositum angulum inclinetur. Patet enim cum  $a$ , crescat, numeratorem quidem fractionis altitudinem  $z$ , exprimentis, dimi-

nui; est enim illa fractio  $\frac{2400\text{off} \sqrt[5]{Qbs}}{a}$  Verum notan-

dum, alteram denominatoris partem  $3a \sqrt[5]{Qbs}$  seu  $3 \sqrt[5]{Qabs}$

signo — affectam in eadem ratione crescere, & cum denominatoris pars  $200\text{off}$  signo + affecta maneat, denominator totius in majore ratione decrescit quam numerator, unde fractio ipsa & eo ipso altitudo  $z$ , aucta latitudine velorum seu longitudine antennarum augebitur.

## §. XCI.

Hinc ergo patet quanti sit emolumenti antennas, quantum fieri potest, longas adhibere, cum inde quantitas virium navem propellentium quoque augeri possit. Si latitudine velorum aucta, mali ejusdem altitudinis reliqui possent, magnum hoc esset commodum ad augendam navis celeritatem; verum aucta latitudine velorum, non solum altitudo malorum eadem manere potest, sed ea præterea augeri poterit, unde aucta latitudine velorum vis propellens navem multo magis augebitur, & proinde quoque celeritas navis, absque periculo navis.

## §. XCII.

Quin imo si latitudo velorum  $a$  fiat  $= \frac{5760000f^4}{Qb^5}$  pedum reperietur longitudo malorum  $z$ , ob denominatorem evanescentem infinita, & hinc altitudo malorum atque numerus pro lubitu multiplicari poterit absque navis periculo; utcumque enim augeatur altitudo & numerus malorum navis tamen non ad propositum angulum inclinabitur, cum demum vis infinita navi ad istum angulum inclinandæ par sit, si nempe fuerit latitudo velorum  $= \frac{5760000f^4}{Qb^5}$  sin autem ea major insuper fuerit, nec vis infinita sufficiet ad navem ad angulum cujus sinus est ad sinum totum ut  $s$  ad  $r$  inclinandam.

## §. XCIII.

Pervenio tandem ad angulum inclinationis, & noto quo major ille assumatur, eo majorem posse à vento accipivim; ut igitur aliquantulum ingens assumi posset, oportet ut navis in nullo sit periculo, licet prora profundius immergatur; ad hoc igitur efficiendum, ut scilicet angulus inclinationis magnus assumi possit absque navis periculo utile esse potest si prora navis magis elevata fiat quam reliqua navis pars, sic enim navis non periclitabitur, etsi prora aliquo usque immergatur, & hinc angulus inclinationis aliquantus assumi poterit.

## §. XCIV.

Vel etiam ad idem obtinendum, maxima & gravissima quibus navis onerari debet, onera puppi sunt immittenda; hoc enim modo puppis deprimeretur & prora elevabitur, ut adeo major restet proræ pars extra aquam, quæ sine navis periculo aquæ immergi potest, & hoc modo angulus inclinationis major quoque assumi poterit. Ex

hisce ergo consuetariis patet, quænam observanda sint cum in fabricatione & operatione navium, tum in confectione velorum ut navis quâ absque periculo potest maxima promoveatur celeritate, & non dubito quin ista in praxi magnum usum habere queant si observentur. Atque ex ista meâ theoriâ proposita quavis nave, inveniri poterit absque multo labore, & altitudo & numerus malorum, ut navis non sit in periculo & tamen maxima celeritate deferatur.

## §. XCV.

Cum itaque determinata sit altitudo malorum  $z$ , prævideri facile poterit navis celeritas maxima. Est enim ea

ut inventum est, æqualis  $\frac{nac z}{mff + naz}$  seu cum sit  $m = 800$

&  $n = 1$  erit ea  $= \frac{nac}{800ff + az}$ . Est autem  $z =$

$\frac{2400ff \sqrt{V} \frac{Qbs}{a}}{2000ff - 3a \sqrt{V} \frac{Qbs}{a}}$  quemadmodum §. 78 reperi, si iste valor

loco  $z$  substituatur reperietur, celeritas navis maxima

$\frac{240000ff \sqrt{V} \frac{Qbs}{a}}{160000ff^2}$  seu  $\frac{3 \sqrt{V} \frac{Qbs}{a}}{200ff}$  seu navis celeritas tanta erit ut

tempore unius minuti secundi percurrere possit spatium

pedum  $\frac{3 \sqrt{V} \frac{Qbs}{a}}{200ff}$ .

## §. XCVI.

Cum venti celeritas non ingrediatur expressionem celeritatis navis maximæ, patet navem hac celeritate processuram quacumque celeritate ventus flaverit, modo navem ad angulum propositum inclinandam par fuerit. Patet denuo exinde celeritatem navis maximam esse im



ratione subduplicata latitudinis velorum, nempe si ea quadruplæ latitudinis conficiantur, tum navem duplo celerius processuram, eodem modo celeritas navis est quoque in subduplicata ratione distantie centri gravitatis totius navis à centro curvaturæ spinæ, atque etiam in subduplicata ratione sinus anguli inclinationis navis. Dein quoque si plures sint naves perfecte similes, sed diversæ magnitudinis, cum pondera earum sint in ratione sesquuplicata superficierum & proinde erit  $Q$  ut  $f^3$ . Erunt earum navium celeritates cæteris paribus in ratione reciproca subduplicata longitudinum navium earumdem, quo minores ergo conficiuntur naves, quoque velocius propelluntur cæteris paribus, scilicet si fuerint per omnia similes.

## §. XCVII.

Jam aliquoties memoravi, si altitudo  $z$  tanta reperiatur ut unus malus tantæ altitudinis haberi nequeat, tum plures esse sumendos quorum altitudines junctim sumptæ inventæ  $z$  æquales sint qui plures mali tum eundem effectum edent, ac unicus longitudinis  $z$ . Si haberi potuisset, si nempe latitudo velorum ubique fuerit, eadem nempe æqualis ipsi  $z$ .

## §. XCVIII.

Quod autem illi plures eundem edant effectum, exinde patet quod manente facto ex latitudine velorum in altitudinem seu longitudinem eodem, sive manente capacitate velorum ut & latitudine eadem, vis cum propellens tum inclinans navem eadem quoque permaneat, quemadmodum ex jam allatis colligere licet, sive ergo plures sive pauciores constituentur mali, modo eadem velorum magnitudo seu copia eademque latitudo maneat factum illud ex longitudine & latitudine velorum idem permanebit adeoque navis eodem modo tum quoad celeritatem tum quoad inclinationem promovebitur.

## §. XCIX.

Suppono vero hic vela malis ad infimum usque locum applicari, quod vero cum fieri nequeat, ob venti vim vel ibi in inferioribus scilicet partibus malorum vel plane impeditam vel maxime debilitatam, altitudo malorum major erit quam longitudo velorum, quæ autem in theoria æquales considerata fuerant; cum itaque centrum velorum supra punctum malorum medium cadat, necesse est tum fore si capacitas velorum esset æqualis  $az$ , ut navis ultra propositum angulum inclinetur: verum cum longitudo velorum minor sit quam  $z$ , capacitas velorum quoque minor erit quam  $az$ , unde propemodum compensationem fieri existimandum est ut navis tamen non ultra propositum angulum inclinetur, sed sic cum longitudo velorum minor fuerit quam altitudo malorum, vis navem propellens minor erit ac in theoria positum fuerit. Eoque minor erit quo plures fuerint mali in nave erecti, mali ergo si plures fuerint inferendi altissimi quam fieri potest sumantur, ut ita numerus malorum restringatur.

## §. C.

Hic tandem hisce meis meditationibus finem impono, cum uti videtur materiam in problemate propositam satis perpenderit, problematique satisfecerim. Haud opus esse existimavi istam meam theoriam experientiâ confirmare, cum integra & ex certissimis & irrepugnabilibus principiis Mechanicis deducta, atque adeo de illa dubitari, an vera sit ac an in praxi locum habere queat, minime possit. Si autem ea applicaretur ad exemplum aliquod speciale, longitudinem malorum pro nave propositâ investigando, statim appariturum foret, eam haud fallere. Si forte ILLUSTRISSIMA ACADEMIA ista, pagellas dignaretur pretio propositos nomen Autoris & locum ubi degit, ex apposita scheda cognoscere erit.

F I N I S.

