

solui nequit, tamen quia δ est quantitas valde parua, per approximationem verus valor ipsius x facile elici poterit. Aequatio enim transformatur in hanc $(1 - 2\sqrt{\delta x})(1 + 4\sqrt{\delta x}) = xx(2 - \sqrt{\delta x})(4 + \sqrt{\delta x})$, vnde fit $x = \sqrt{\frac{(1 - 2\sqrt{\delta x})(1 + 4\sqrt{\delta x})}{(2 - \sqrt{\delta x})(4 + \sqrt{\delta x})}}$. Cum iam valor ipsius x non multum discrepet ab ante inuento $x = \frac{1}{2\sqrt{2}}$, si hic valor substitua-

tur erit accuratius $x = \sqrt{\frac{(\sqrt{4 - 2\sqrt{\delta}})(\sqrt{4 + \sqrt{\delta}})}{(2\sqrt{2} - \sqrt{\delta})(2\sqrt{2} + \sqrt{\delta})}}$; qui si nondam-

fatis accuratus videatur, is denuo in formula inuenta loco x substituatur, sicque prodibit valor nouus pro x ad veritatem proxime accedens. Hoc ergo modo pro quouis casu valor ipsius $x = \text{tang. } eCA$ eruetur, vnde simul habebitur $\text{tang. } ACM = \sqrt{\frac{\delta}{x}} = \frac{\sqrt{\delta x}}{x}$; quo cognito angulus incidentiae $V Ce = \frac{90 - eCM}{2}$ innotescet.

§. 939. Quo hunc calculum exemplo illustremus, sit vti ante posuimus $\delta = \frac{1}{9}$ et ang. $AC\alpha = 6^\circ, 21'$, sumto $x = \frac{1}{2\sqrt{2}} = 0, 3535534$; erit $\delta x = 0, 0392837$ et $\sqrt{\delta x} = 0, 1982008$; vnde reperitur $x = 0, 3781247$. Hinc denuo habebitur $\sqrt{\delta x} = 0, 2049728$; hocque valore substituto emergit $x = 0, 3771825$, et $1x = 9, 5765516 = 1 \text{ tang. } eCA$. ex quo valore vero proximo oritur ang. $eCA = 20^\circ, 40'$; et $1 \text{ tang. } ACM = 1 \frac{\sqrt{\delta x}}{x} = 9, 7346029$. seu $ACM = 28^\circ, 30'$; hinc prouenit angulus $eCM = 49^\circ, 10'$; et $90 - eCM = 40^\circ, 50'$ quare erit angulus incidentiae $V Ce = 20^\circ, 25'$. Maxime ergo nauis aduersus ventum penetrabit si vterque angulorum $V Ce$ et eCA fuerit circiter $20^\circ \frac{1}{2}$ seu propemodum duorum rhumborum, quae nauis velorumque dispositio fere a nauigantibus sedulo obseruari solet.

§. 940. Etsi hoc idem argumentum in superiori libro iam fufius est pertractatum, tamen pro usu pratico vifum est has regulas tradere. Primum enim hypothefes quas ibi et hic sum contemplatus, inter fe differunt, atque in eiusmodi negotio, in quo ipsam veritatem attingere non licet, multitudo hypothefum inutilis esse nequit. Tum vero quod caput rei est, ibi ventum absolutum consideravi; cuiusmodi appareat obseruatori in loco firmo constituto, cum autem in mari non liceat venti tam veram directionem quam veram vim obseruare, hoc loco omnia ex vento apparente deduxi; ex quo diuersitas vtriusque tractationis eo minus est admiranda. Ceterum harum regularum obseruatio non turbatur eo, quod motu nauis variato ipsa directio venti apparens mutetur; perpetuo enim ad directionem venti praesentem spectari oportet, ad eamque nauem ac vela accommodari.

§. 941. Definita tam nauis directione quam velorum dispositione conuenientissima ad cursum aduersus ventum instituendum, etiam ipsa nauis celeritas definiri, seu cum celeritate, qua eodem vento secundo existente esset progressura, comparari poterit. Si ventus esset secundus atque vela ita disponantur, vt fit angulus $eCa = 90^\circ$, atque angulus $V Ce$ statuatur 60° (maiozem non pono, quia alias non tota velorum superficies inflaretur), foret quadratum celeritatis nauis vt $\frac{3}{4}$. Quando autem eadem nauis contra ventum luctatur, erit vt vidimus ang $eCa = 27^\circ$, $1'$ et $V Ce = 20^\circ$, $25'$ hinc ex (917) oriatur quadratum celeritatis vt $0,055278$. Ergo celeritas nauis secundo vento motae est ad nauis celeritatem vento aduerso motae vt 1 ad $\sqrt{\frac{3}{4}}$. $0,055278$ hoc est vt 1

radio, 127148, seu proxime ut 11 ad 3; cursu igitur contra ventum instituto navis celeritas fere ad quartam usque partem diminuitur, celeritas autem, qua navis in regionem, unde ventus venit, procedit, fit circiter triplo minor, navis ita undecies tardius in regionem propositam progreditur vento existente contrario, quam si esset secundus.

§. 942. Plurimum autem ista navis contra ventum promotio pendet a ratione inter resistantiam prorae et lateris seu ab angulo $AC\alpha$ quem hic assumimus $= 6^\circ, 21'$. Quo igitur facilius perspiciatur, quantum navis, in qua iste angulus minor existit, contra ventum procedere valeat, casum illum evoluamus, in quo angulus $AC\alpha$ ac propterea declinatio navis evanescit. Supra autem vidimus hoc casu sumi debere ang. $eCA = eC\alpha = 19^\circ, 28'$, et $VCe = 35^\circ, 16'$. erit ergo $VCA = VCM = 54^\circ, 44'$, unde et celeritas navis contra ventum obluquantis erit ut $\sin. 35^\circ, 16' / V \sin. 19^\circ, 28' = \frac{1}{3}$. Cum ergo celeritas vento existente prospero sit ut $\frac{\sqrt{3}}{2}$ erit haec navis celeritas ad illam uti $3\sqrt{3}$ ad 2, hoc est proxime ut 21 ad 8. Sin autem celeritas derivatiua quaeratur, qua navis actu in venti plagam promouetur, erit ea $\frac{1}{3\sqrt{3}}$; hinc ergo navis vento existente contrario in regionem propositam progreditur celeritate ut 2, dum eiusdem celeritas, si ventus esset secundus, foret ut 6. Hoc ergo casu navis plus quam duplo celerius contra ventum promouetur, quam casu praecedente.

§. 943. Hinc igitur luculenter perspicitur, quantum anguli $AC\alpha$ parvitas motum aduersus ventum instituentium acceleret. Quamobrem in constructione navium etiam

tiam in hoc maxime erit incumbendum, ut angulus $AC\alpha$ quantum fieri potest diminuatur: id quod efficietur resistantiam lateralem prae resistantia prorae plurimum augendo. Ad hoc ergo duplex patet via: altera, ut prorae resistantia plurimum diminuatur, quod quidem iam navis acceleratio in cursu directo potissimum requirit. Altera autem via huic scopo propria eo tendit, ut resistantia lateralis quantum fieri potest augeatur; quod primo augenda longitudine navis obtinetur: tum vero conformatio laterum ita debet esse comparata, ut aqua in cursu obliquo sub non nimis acuto angulo incidat. Imprimis vero figura spinae non parum huc confert, si ei tanta crassities tribuatur, ut multum infra navem promineat; huius prominentiae enim resistantia notabiliter resistantiam lateralem augebit.

§. 944. Cum igitur motus navium progressivus in cursu obliquo nihil in malorum constitutione ante tradita immutandum postulet, ad reliqua capita, quorum ratio in navium constructione et navigatione est habenda, progrediamur. Supereft scilicet ut inquiremus, quantum navis cursu obliquo lata inclinetur circa axem tam longitudinalem quam latitudinalem; atque hinc simul praecepta colligentur, pro navium constructione atque malorum collocatione, ut minima inclinatio circa axem longitudinalem consequatur. Quod enim ad inclinationem circa axem latitudinalem attinet, de ea iam in capite praecedente abunde est tractatum. Denique vero investigari debebunt vires ex cursu obliquo natae, quibus navis circa axem verticalem convertatur, atque actio gubernaculi perturbetur;

tur, ut his cognitis medela idonea inueniri, sicque cursus
 huius gubernaculi beneficio conseruari queat.

Tab. XXVII.
 fig. 3.

§. 945. Inclinatio autem nauis partim a vi venti
 tendentis, partim a vi aquae in superficiem nauis
 impingentis oritur: ex quibus viribus coniunctis nascitur
 momentum inclinationem producens, cuius effectus deter-
 minatur per nauis stabilitatem. Sit tota vis a vento ex-
 cepta $= P$, cuius directio erit ad velorum superficiem nor-
 malis. Si ergo in cursu obliquo fuerit ef velorum posi-
 tio atque, angulus ACe ponatur $= p$, media directio vis
 venti CP cum axe longitudinali AB constituet angulum
 $ACP = 90 - p$. Resoluatur haec vis P in duas laterales
 secundum axes nauis CA et CF erit vis secundum direc-
 tionem $CA = P \sin. p$ et vis secundum directionem CF
 $= P \cos. p$. Cum iam media directio vis venti in sub-
 limi sit sita, ponatur eius altitudo supra nauis centrum
 grauitatis $= k$ hincque erit momentum respectu axis lati-
 tudinalis proram submergere conans $= Pk \sin. p$, momen-
 tum vero respectu axis longitudinalis latus nauis dextrum
 deprimere conans $= Pk \cos. p$.

§. 946. Ad vim ex resistentia ortam aestimandam
 sit CM directio, secundum quam nauis propellitur. Ac
 primo quidem notandum est mediam directionem virium
 aquae ad horizontem esse inclinatum, ac sursum vergere,
 propterea quod superficies carinae sursum diuergere solet,
 a cuius figura pendet inclinatio mediae directionis virium
 aquae ad horizontem. Repraesentet ergo $AEBF$ sectio-
 nem nauis horizontalem per centrum grauitatis C factam,
 perquam transeat media directio virium aquae OS in punc-
 to O , sitque angulus, quo haec directio ad horizontem
 incli-

inclinatur $\text{SOR} = q$; et ipsa vis $\text{OS} = Q$, quae resoluitur in verticalem $\text{OQ} = Q \sin. q$, et horizontalem $\text{OR} = Q \cos. q$. Perspicuum igitur est, vim horizontalem OR , quoniam eius directio in eodem plano est sita, in quo axes naus longitudinalis AB et latitudinalis EF iacent, nullam inclinationem circa hos axes producere; sed omnem vim inclinantem, quae quidem a vi aquae oritur a vi verticali $\text{OQ} = Q \sin. q$ esse petendam.

§. 947. Quoniam vero naus a vi CP propulsa eiusmodi cursus directionem obliquam CM sequitur, in qua vis resistentiae horizontalis OR directionem obtineat parallelam vi propellenti, atque insuper tantam celeritatem acquirat, vt vis resistentiae horizontalis $\text{OR} = Q \cos. q$ aequalis fiat vi propellenti P ; primum ex cognito puncto O dabitur directio vis horizontalis OR , quippe quae directioni CP erit parallela. Hinc producta OR , donec vtrumque axem secat in K et L erit angulus $\text{CLO} = p$, et angulus $\text{AKO} = 90 - p$. Deinde vero ex aequatione $\text{P} = Q \cos. q$ innotescet vis aquae $Q = \frac{\text{P}}{\cos. q}$. Quamobrem resultabit vis verticalis $\text{OQ} = Q \sin. q = \text{P} \text{ tang. } q$. Ducta ergo ex puncto O recta OI axi AB parallela, quae alteri axi EF occurrat in I ; erit momentum ex allisione aquae ortum respectu axis longitudinalis $\text{AB} = \text{P} \cdot \text{CI} \cdot \text{tang. } q$ et momentum respectu axis latitudinalis $\text{EF} = \text{P} \cdot \text{OI} \cdot \text{tang. } q$; quae ergo momenta ex solo situ puncti O , et angulo $\text{SOR} = q$ determinantur.

§. 948. Naus ergo circa axem longitudinalem dextrorsum inclinabitur a momento virium $= \text{Pk} \cos. p - \text{P} \cdot \text{CI} \cdot \text{tang. } q$; quod omiffa vi absoluta P fit proportionale huic formulae $k \cos. p - \text{CI} \cdot \text{tang. } q$. Momentum vero,

quo naus circa axem longitudinalem EF antrosum incli-
nabitur, erit $= Pk \sin. p - P. OI. \tan. q$, seu vt $k \sin.$
 $p - OI. \tan. q$. Quoniam vero iam ante in cursu di-
recto nauem ita constituimus, vt inclinatio circa axem
longitudinalem nullum impedimentum afferat, multo minus
in cursu obliquo quicquam ab inclinatione circa istum a-
xem erit metuendum. Primum enim ipsa vis venti obli-
que in vela incidentis multo erit minor tum vero etiam
quantitas huius vis decrescit cum sinu anguli ACe ; quam
ob duplicem causam inclinatio naus circa axem longitudina-
lem nullius prorsus erit momenti, neque idcirco eius ratio-
nem hoc loco haberi conueniet; sed sufficiet inclinationem
circa alterum axem AB perpendisse.

§. 949. Cum igitur momentum nauem ad latus in-
clinare conans sit vt $k \cos. p - CI \tan. q$, nisi sit $k \cos.$
 $p = CI. \tan. q$. naus actu circa axem longitudinalem
AB inclinabitur; ipsius vero inclinationis quantitas pende-
bit a stabilitate nauis respectu huius axis, ita vt quo ma-
ior fuerit haec stabilitas eo minorem nauis subitura sit in-
clinationem. At vero reliquae nauium qualitates minime
concedunt, vt quantitas $CI. \tan. q$ aequalis reddatur ipsi
 $k \cos. p$, cum ad hoc nimis magna nauis latitudo requi-
ratur atque adeo saepenumero euenire solet vt ob punc-
tum I ultra C cadens quantitas $CI. \tan. q$ negativum va-
lorem induat, quibus casibus momentum $k \cos. p$ ex vi
venti ortum adeo augetur a vi aquae, ideoque nisi sta-
bilitas fuerit summa vel nauis in cursu obliquo maxime
periclitabitur, vel non nisi exigua velorum inferiorum co-
pia vti poterit, quo momentum ex vi venti ortum non
maius euadat, quam quidem sine periculo sustineri queat.

§. 950. Quo igitur omnia vela ad cursum obliquum instituendum tuto adhibere liceat, hoc ante omnia erit efficiendum vt distantia puncti O ab axe AB , seu intervallum CI non evanescat; multo minus valorem negativum nanciscatur. Cum igitur directio media virium aquae OS ad planum verticale per AB ductum sursum conuergat, idque tandem traiciat, manifestum est, quo altius sita fuerit sectio horizontalis $AEBF$, eo propius punctum O ad rectam AB admotum iri, atque tandem ultra eam cadere debere. Quoniam itaque haec sectio horizontalis $AEBF$ per centrum grauitatis naui transire ponitur, perspicuum est, quo altius positum fuerit centrum grauitatis naui, eo minus futurum esse intervallum CI ; hocque adeo negativum fieri posse. Quamobrem ad istud institutum hoc maxime requiritur, vt centrum grauitatis naui quantum fieri potest, deprimatur. Quod idem cum etiam naui stabilitas postulet, nullaque ratio contrarium requirat, maximum lucrum ex depressione centri grauitatis, in vniuersam nauigationem redundabit.

§. 951. Quodsi autem hoc fuerit effectum, vt intervallum CI notabilem magnitudinem sit nactum, curandum erit praeterea, vt valor quantitatis CI . tang. q tam prope ad valorem k cof. p adducatur, quam quidem fieri potest. Hoc autem praestabitur angulum SOR , quo media directio virium aquae ad horizontem inclinatur, plurimum augendo, in ratione enim tangentis huius anguli valor CI . tang. q augebitur. Dum igitur resistentia aquae secundum directionem verticalem facta augetur, inclinatio naui in cursu obliquo diminuitur. At vero aucta resistentia verticali simul resistentia horizontalis minor reddi-

tur, hocque ipso navis motus acceleratur; hancobrem diminutio resistentiae horizontalis non solum naui motum celeriores conciliabit, sed etiam nauem aptiorem efficiet, quo magis in cursu obliquo inclinationi ad latera reluctari valeat. Haeque adeo rationes coniunctae augmentum resistentiae verticalis maxime suadent.

Fig. 4.

§. 952. Quemadmodum autem ad hunc scopum attingendum, navis figuram comparatam esse oporteat, curatius perpendamus. Quod quidem ad figuram prorae attinet ea ex cursu directo iam satis definita videtur, poterit autem ex iis, quae de figura laterum carinae praecipientur, magis perfici. Contemplemur ergo carinae sectionem verticalem ad axem AB normalem, eiusmodi in loco, vbi latera navis neque conuergunt neque diuergunt sensibilibiter. Huius sectionis semissis sit CEHD; et centrum grauitatis navis in G; ac primo quidem patet, prominentiam spinae Dd, quae ante ad cursum contra ventum instituendum erat commendata, nunc fieri perniciosam. Quoniam enim aqua in hanc prominentiam incidens agit secundum directionem horizontalem Dv, haec vis quo fuerit maior, eo magis momentum, quo navis circa axem longitudinalem inclinatur, augebitur. Cum igitur spinae prominentia alio respectu sit utilis alio damnofa, eam satis paruum statui oportebit.

§. 953. Deinde manifestum est ad cursum obliquum instituendum, naues fundo horizontali praeditas maxime esse ineptas. Si enim CEhD esset sectio navis transuersa basin habens Dh horizontalem, solum latus Eh vim aquae patietur, cuius adeo directio fere erit horizontalis, vnde et angulus q diminuetur, et interuallum CI negati-

vum

vum reddetur, nisi forte centrum grauitatis G puncto D propius fuerit quam ipsi C , quod autem in grandioribus nauibus nunquam vsu venit. Hancobrem fundum carinae DH aliquantum sursum vergere oportebit, quo et resistentiam sustineat, et ipsius directionem IK sursum proiciat. Neque vero hanc eleuationem seu angulum $H D h$ nimis magnum esse oportet, quoniam, licet vis aquae in fundum augetur, tamen directio IK deprimeretur, atque infra G rectam verticalem CD traiceret, quo ipso non solum vis nauem inclinans non diminuere-
tur, sed etiam augetur; ad quod accedit, quod resistentia lateris EH hanc vim inclinantem etiam augeat, nisi centrum grauitatis G in semissem inferiorem altitudinis CD cadat.

§. 954. Quoniam igitur nec fundus carinae DH horizontalis esse potest, et latus EH , si fuerit verticale inclinationem non minuit, atque eiusmodi anguli vti H vitari debent, figuram DHE in curuam continuam formari conueniet. Ponamus ergo sectionem carinae trans-
uersam esse semicirculum, eiusque semissem quadrantem DIE ; quo casu latitudo carinae erit ad eius profunditatem vt 2 ad 1. Media igitur directio vis aquae impingentis IC transibit per punctum C ; quod idem eueniret, si loco quadrantis figura quaecunque ipsi inscripta substitueretur, quoniam vero capacitati carinae est consulendum, et anguli vitari debent, ipse quadrans omnibus figuris inscriptis merito antefertur. Quodsi ergo centrum grauitatis nauis in ipsam superficiem aquae incidat, tum vis aquae IC inclinationem nauis neque diminuet neque augebit, sin autem centrum grauitatis infra aquae superficiem cadat in

G, tum utique ab hac vi inclinatio navis minuetur. Contra vero haec vis inclinationem augebit, si centrum grauitatis navis supra aquae superficiem cadat.

§. 955. Nisi ergo centrum grauitatis navis infra aquae superficiem cadat, sectiones carinae transuersales figuram semicirculi induere nequeunt; neque propterea carinae profunditas semissimam latitudinis aequare poterit. Supra vero iam, cum de stabilitate ageretur, ostensum est, profunditatem carinae semissimam latitudinis excedere non oportere, cum igitur haec duo praecipua capita, ad quae in nauium constructione est respiciendum, tam egregie conspirent, per ea figura sectionum transuersalium carinae optime determinatur. Ante omnia scilicet ad situm centri grauitatis totius navis est attendendum, quod vel infra aquae superficiem in **G** cadet, vel in ipsam aquae superficiem in **C**, vel supra eam in *g*. Priori igitur casu, si interuallum **CG** sit notabile, sectionibus transuersalibus carinae commode figura semicircularis tribuitur, atque latitudo carinae duplo maior quam eius profunditas statuitur. Quo profundius enim positum fuerit centrum grauitatis **G**, eo magis non solum vis inclinationi resistens augebitur, sed etiam stabilitas navis maior redditur; sicque ob duplicem causam navis inclinatio in cursu obliquo diminuitur.

§. 956. Casus hic imprimis locum habet in nauibus onerariis, in quibus maxima onerum pars infra aquae superficiem condi solet; tum enim totius navis commune centrum grauitatis infra aquae superficiem, deprimitur. In nauibus autem alii scopo destinatis ac praecipue bellicis, ubi tormenta supra aquae superficiem collocari debent, centrum grauitatis non solum in aquae superficiem **C** sed etiam

etiam supra eam in g , cadere solet. His igitur casibus media directio vis aquae ic supra centrum grauitatis g cum verticali DC puta in c collineare debet. Quare si sectionis carinae figura fuerit circularis, vel non multum ab ea abhorreat, vti fieri solet, eius figura centro c descripta esse debet. Erit ergo Die figura sectionis transuersae carinae, quae propterea erit segmentum circuli centro c descripti atque latitudo sectionis $2Ce$ superabit profunditatem CD bis sumtam. Perspicuum vero etiam est, mediam directionem ic maiorem cum horizonte angulum facere quam casu priore.

§. 957. His itaque casibus, quibus centrum grauitatis naui non infra superficiem aquae cadit, profunditas carinae CD minor esse debet, quam semissis latitudinis Ce . Euidens autem est, quo magis ratio Ce ad CD excedat rationem aequalitatis, eo minorem inclinationem in cursu obliquo nauem esse subituram. Primo enim aucta latitudine Ce , punctum c altius eleuabitur, hocque momentum virium aquae inclinationi obluētans augebitur. Tum vero ob eandem Ce auctam stabilitas naui non mediocriter increfcit, atque idcirco inclinationem naui dimiuit, atiamsi alias vis inclinans esset eadem. Cum autem sit $Cc > Ee$, perspicuum est, exiguum rationis Ce ad CD excessum supra rationem aequalitatis, vehementer inclinationem impedire, quia centrum grauitatis g non multum supra aquae superficiem cadere solet. Sumta ergo semi latitudine Ce aliquanto maiori quam CD , vel CE , erit $Cc = Ee + \frac{Ee^2}{2CD}$; tum centro c describatur arcus circuli Die per D transiens, erit $CDie$ aptissima figura sectionum carinae transuersalium.

§. 958.

§. 958. Hoc igitur modo sectiones navis verticales ad axem longitudinalem normales ita formantur, ut a vi aquae in latera navis impingente vis inclinans diminuatur, quo pacto ipsa navis inclinatio ob auctam simul stabilitatem multo minor reddetur. Imprimis vero ab aqua in proram allabente vis inclinans debilitabitur; hoc enim loco directiones virium aquae multo magis sursum vergent, atque ab axe longitudinali erunt remotae. Quo igitur effectus huius vis maior existat, necesse est ut in sectionibus transversis prorae; latitudo Ce maiorem habeat rationem ad profunditatem CD , quam in corpore navis. Cum ergo proram versus altitudines CD minores euadant, latitudo Ce in minore ratione decrefcere debet; vel sectio navis horizontalis in superficie aquae facta proram versus obtusior est constituenda; quam sectio verticalis per mediam nauem facta; quo in sectionibus transuersis proram versus ratio Ce ad CD continuo maior prodeat.

§. 959. Parem autem navis conformationem requirit vltima conditio, quae perpendenda restat, qua effici oportet, ut gubernaculi ope navis statu suo conseruari, atque ad lubitum dirigi queat. Pendet vero haec disquisitio a momentis virium nauem sollicitantium respectu axis verticalis per centrum grauitatis navis ducti. Quodsi haec momenta penitus se destruant, directio navis a sola gubernaculi actione pendeat; ideoque talis virium status ad gubernationem maxime accommodatus videtur. Quoniam vero supra vidimus in cursu obliquo CM nauem difficulter gubernaculi ope ad eam partem e , vnde ventus venit dirigi posse, propterea quod aqua in gubernaculum versus istam plagam inflexum nimis exigua vi impingat; expediet,

diet, vires nauem conuertentes non omnino se destruere, sed eas, quae proram versus ventum conuertere valeant, non nihil praeualere; tam parum autem, vt effectus inde oriundus gubernaculi beneficio facile coerceri queat. Sic enim, cessante gubernaculi actione, nauis sponte aduersus ventum dirigetur, quem effectam alias gubernaculum producere non valeret.

Tab. XXVII.
fig. 6.

§. 960. Quoniam igitur hic momenta virium respectu axis verticalis per centrum grauitatis nauis transeuntis investigamus, solae vires horizontales erunt considerandae. Ac directio quidem media virium a vento exceptarum ipsa est horizontalis, vnde eius distantia ab axe verticali dete ninabit ipsius momentum respectu huius axis. Sit A CB sectio nauis secundum aquae superficiem facta, A proa, B puppis et G punctum, per quod axis verticalis transeat, quod ideo propemodum circa medium nauis situm erit. Sit porro CP media directio vis venti ad hoc planum relata, ipsa vero haec vis ponatur $\equiv P$. Tum vero repraesentet KR directionem mediam resistentiae aquae, seu vis quam aqua secundum directionem horizontalem exerit. Erit ergo vti vidimus haec directio KR parallela directioni CP , atque ipsa aquae vis $\equiv P$. His igitur duabus viribus nauis versus A conuertetur momento $\equiv P.KC$ sin. ACP ; scilicet secundum figuram proa erga ventum conuertetur.

§. 961. Pendet ergo iste effectus a positione punctorum C et K atque ipse puncti G locus ex computo egreditur. Quamobrem si punctum K , in quo media dire-

ctio resistentiae axem AB traicit, ante punctum C proram versus cadat, naus ad ventum conuertetur eo maiori vi, quo maius fuerit interuallum KC ceteris paribus. Nisi igitur istud momentum tam sit paruum vt per actionem gubernaculi vinci possit, naus cursum tenere non poterit. Sin autem punctum C ante punctum K cadat, effectus orietur contrarius atque naus a vento detorquebitur, qui effectus etiamsi esset maxime debilis, tamen a gubernaculo destrui non posset. Gubernaculum enim in situm Bb dirigi deberet, in quo non nisi perexiguam aquae vim sentiret. Hinc maxime cauendum est, ne punctum C propius ad proram B accedat quam punctum K. Apertissime autem haec duo puncta erunt collocata, si tantum non congruant, atque punctum K tantillum propius sit prorae, quam punctum C, vt interuallum CK reddatur minimum ob rationes modo allegatas.

§. 962. Locus autem puncti K a figura carinae pendet, cuius sectiones horizontales quo magis proram versus conuergant atque acuminentur, eo propius punctum K ad proram A accedet. Punctum vero C a velorum per naus longitudinem distributione, atque adeo ab arbitrio nostro pendet. Si enim vela aequabiliter per totam naus longitudinem disponantur punctum C in medium fere lineae AB punctum cadet, si quidem ventus in omnia vela aequaliter irruere possit, quod autem in cursu obliquo fieri solet. Quodsi ergo punctum K nimis prope ad proram A esset situm, tum vela non aequaliter disponi possent, ne interuallum CK nimis magnum proueniret, sed plura vela circa pappim auferri deberent, quo punctum C propius ad

proram perducatur. Sin autem punctum K nimis prope ad puppim B caderet, tum copia velorum proram versus diminui deberet, donec punctum O in debitam a puncto K distantiam perduceretur.

§. 963. Quanquam autem numerum velorum vel proram vel puppim versus diminuendo effici potest, ut puncta C et K debito interuallo a se inuicem sint remota, tamen hoc pacto per velorum diminutionem vis nauem propellens debilitatur, hincque nauis motus progressius retardatur; id quod omni cura est euitandum. Quamobrem punctum K in eiusmodi loco constitutum esse oportet, ut omnibus velis expansis punctum C satis prope ad K et quidem puppim versus cadat. Solet autem in nauibus ob alias rationes prora multo magis velis onerari quam puppis, quo fit ut omnibus velis expansis media directio virium venti CP propius ad proram quam ad puppim incidat, atque maximus etiam malus prorae propior quam puppi esse solet. Puncto igitur hoc C per aestimationem notato figura carinae ita debet esse comparata ut punctum K in idem fere punctum C cadat. Quamuis enim in hoc error quidam committatur, tamen is per velorum expansionem sine sensibili vis propellentis iactura corrigi poterit.

§. 964. Scilicet si carina eiusmodi habeat figuram, quae ab hoc scopo non multum dissentiat; per experientiam copia velorum expandendorum facile definitur. Ponamus enim omnibus velis expansis nauem aduersus ventum vergere, indicium hoc erit punctum C puppi nimis esse vicinum, hancobrem velum quoddam circa puppim

vel auferatur vel aliter dirigatur, vt vis conuertens ab eo orta diminuatur, hocque modo nauis ad situm fixum redigatur. Sin autem contra nauis a venti plaga depellatur, tum vela circa proram diminui debebunt, vnum alterumue vel tollendo vel aliter dirigendo. Simili modo si nauis magis erga ventum conuerti debeat, atque gubernaculi vis huic effectui non sufficiat, tum vis conuertens velorum circa puppim aliquantum augeatur, quod fiet si vnum velum vento magis opponatur. Sic itaque postremum velum inferuiet naui dirigendae, atque defectui gubernaculi supplendo.

Tab. XXVIII

fig. 1.

§. 965. Cum igitur data nauis longitudine AB in superficie aquae facile innotescat punctum C , per quod media directio vis venti, si cuncta vela fuerint expansa, est transitura; sitque $AC < BC$. Tum centro C ad proram constituendam describatur circulus hAi : atque sumta ECF \equiv latitudini nauis, ducantur axi AB parallelae hEm , et iFn , quae a recta EF bisecentur. Manifestum est, si sectio nauis horizontalis figuram haberet $hAinm$, tum, quocunque cursu obliquo nauis feratur, mediam directionem resistentiae per punctum C esse transituram. Cum autem eiusmodi figura nauis non conueniat, figuram idoneam appropinquantem formari oportebit, cuiusmodi est $AHEMBNFI$, quae sectionibus natis horizontalibus tribuatur; in qua quidem ob proram magis rotundam media directio resistentiae ante punctum C in K per AB transibit. Hinc igitur facile perspicitur proram HAI satis obtusam esse futuram, quod ipsam inclinationi nauis ad latus egregie inferuit.

Fig. 2.

§. 966. Cum igitur sectio navis horizontalis in superficie aquae facta hoc modo sit determinata, sectionem diametralem, quae verticaliter per medium navis fit, consideremus. Repraesentetur ea per figuram $AaDbB$, qualem supra in cursu directo descripsimus. Statuatur scilicet profunditas CD aliquanto minor, quam semissis latitudinis CE vel CF , siquidem centrum gravitatis navis in ipsam aquae superficiem cadat vel supra eam. Denotat ergo Aa acclivitatem prorae, quam inclinatio navis in cursu directo determinat; et dB repraesentat elevationem puppis super spina db , quo ob gracilitatem puppis sub aqua tum ratione sectionum horizontalium quam verticalium, aqua liberius in gubernaculum Bgb incurrere queat. Resistentia igitur navis non multum per cuspidationem horizontalem diminuetur, sed maximam partem per elevationem prorae aA , atque resistentia eo minor red-detur quo magis angulus A diminuatur.

§. 967. Ex his duabus figuris sectionis aquae et diametralis facile tota carinae forma conficitur, cum sectio amplissima EDF iam ante sit determinata, quippe quae erit segmentum circulare per data puncta E , D , et F ductum. Ex his autem omnes sectiones transversales definiuntur, cum vniuscuiusque detur et latitudo et profunditas, id quod vel per figuras affines praestabitur, vti in primo capite ostenum est, vel per figuras non multum ab hac similitudine recedentes. Sic sectio verticalis per pq transiens, cum latitudini pq coniuncta sit profunditas or , pro figura huius sectionis congrue assumi poterit segmen-
tum circulare prq . Quod autem ad sectiones transversales

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

les puppim' versus attinet, eae pari modo ex datis latitudine ac profunditate facile determinantur; sic ex latitudine xy et altitudine vz nascetur figura xzy infra z cum ligno mortuo zu connexa. His obseruatis itaque figura nautis ad cursum obliquum instituendum aptissima orietur.

FINIS.