

Res Ma 2034/3

DISSERTATIO
PHYSICO-MATHEMATICA

DE

SONO,

Quam,

FAVENTE NUMINE,

Sub prasidio

D.D. STEPH. JALLABERT V.D.M.

Philosophiæ & Matheseos Professoris Celeberrimi,

Publicè tueri conabitur

GABRIEL CRAMER GENEVENSIS

Author & Respondens.

Dis ^{Lund} 31. à *Mensis Augusti horâ locoque solitis.*



GENEVE.

Typis CRAMER, PERACHON & CRAMER FILII.

M. DCC. XXII.

VIRIS.

AMPLISSIMIS, CLARISSIMIS,

D.D. JOH. ROBERTO CHOUET

REIP. GEN. SENATORI INTEGERRIMO,
EXCONSULI PRIMARIO CONSULTISSIMO,
SCHOLARCHÆ DIGNISSIMO:

D.D. STEPH. JALLABERT V.D.M.

PHILOSOPHIÆ ET MATHESEOS
PROFESSORI ERUDITISSIMO, ACUTISSIMO:

D.D. GABRIELI CRAMER

MEDICINÆ DOCTORI PERITISSIMO,
AVO SUO PLURIMUM COLENDO:

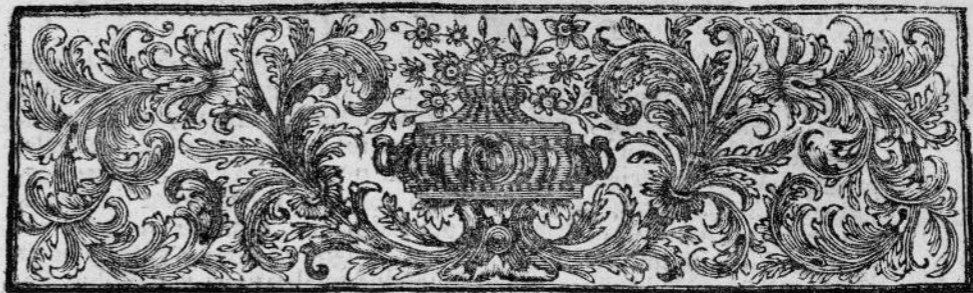
PATRONIS,

AC STUDIORUM SUORUM FAUTORIBUS,
OMNI OBSERVANTIÆ GENERE PROSEQUENDIS:

DISSERTATIONEM HANC,
IN DEVOTI GRATISSIMIQUE ANIMI TESSERAM,

O. D. C.

GABRIEL CRAMER GENEVENSIS.



DISSERTATIO PHYSICO-MATHEMATICA.

DE
SONO.

§. I.



UMANAM mentem tam arctè Corpori conjunxit
DEUS, peritissimus rerum omnium artifex, ut
quosdam in eo excitatos motus, certæ in animâ
necessariò sequantur ideæ. Hinc factum est, ut eâdem
voce, qualitates sensiles dictæ, & sensationes ad ea-
rum occasionem natae, designatae sint; qui qui-
dem usus in vulgari sermone commodus, & compen-
diosus, nullas, ubi juxta apparentiam differendum est,
parit æquivocationes.

§. 2. At, ubi de rebus philosophari, hoc est, de ipsis non quales ap-
parent, sed quales revera sunt, ratiocinari voluerunt homines, illam
eandem vocem diversa omninò significantem, plurimos in gravem in-
duxisse errorem, compertum est. Quis nescit Aristotelis Sectatores ca-
lorem in igne eundem esse cum calore qualis est in mente, pueriliter
contendisse?

▲

§. 3. Ve-

§. 3. Verum, ex quo tempore, melioris notæ Philosophi, neglecto fallaci sensuum testimonio, deprehensisque Sophismatibus, quæ ex homonymia originem ducunt, juxta claras ac distinctas ideas, de rebus judicia tulerunt, sensationes à qualitatibus toto cælo differre facillè collegerunt. Viderunt scilicet, neque figuram motumvè Menti, neque sensationes Corpori competere posse. Idèd calorem distinxerunt in *formalem & virtualem*. Formalem dixerunt calorem, eam quam mens patitur modificationem; Virtualem, eum in igne motum, propter quem calidus dicitur: Idemque de omnibus aliis qualitatibus sensibilibus statuerunt.

§. 4. Nos quoque eadem utemur distinctione, quibus de Sono differere animus est. *Sonum* igitur *Formalem agnoscimus, & Virtualem*. Formalem vocamus Sonum, eam sensationem quam experimur, cum Sonum aliquem audimus; Virtualem, id quod in objecto est quod habet virtutem seu potentiam excitandi in nobis eam sensationem, quam Sonum formalem vocavimus. His præmissis, ad Soni naturam assequendam progredimur, veritatis potiùs, quàm Rhetorices studiosi.

§. 5. Quod ut debitâ, & accuratâ, quantum poterimus, fiat methodo, juxta Analyseos Regulas Propositionum nostrarum ordinem dirigere, conveniens arbitramur. Primò igitur præcipua Sonorum referemus *Phænomena*; Ex quibus Soni naturam, & præcipuas eruemus proprietates. Deinde ex hypothesei nostrâ, reliqua, si quæ consideratione digna sint, explicabimus. *Hoc opus, hic labor est.*

§. 6. Circa Sonos hæc observantur.

PHÆNOMENON I.

Nullus unquam auditur Sonus, quin simul percipiatur motus Tremulus.

Præcipua corpora, quæ Sonum aliquem edunt, ad tres Classes possunt revocari. Aut instrumenta sunt chordis seu fidibus instructa, aut percussione producitur Sonus, aut denique vento quodam sive expiratione. In his autem omnibus Tremulus percipitur motus.

In *Chordis*, sive sint ex metallis, sive ex nervis aut intestinis animalium fabricatæ, admodum sensibilis est ille motus. Facillè enim videntur vibrationes, sive itus & reditus velocissimi, quem *motum Tremulum* vocamus.

Cernitur & ille motus in *Corpore percusso*. Percutiat Campana, sonat, sed etiam tremit, digitoque eam tangenti tremorem communicat. Torpor enim nescio quis, à manu ad cubitum repens, molestam parit sensationem, si sufficientis magnitudinis sit Campana. Sternantur supra incudem milii grana, eaque malleo feriatur, Sonum edit, sed resiliunt, & quasi saltare videntur illa grana. Idem fiat in Tympano, idem ac-

cidet, imò grana ad satis magnam projicientur distantiam. Sic quoque si scyphi vitrei labra humido digito velociter percurrantur, excitatur Sonus, sed & aqua in scypho contenta ferè ebullit, & tremores admodum sensibiles patitur.

Denique dubitari nequit, quin detur motus Tremulus, in *Instrumentis Pneumaticis*. Si enim dum quis in Tubo loquitur, ipsi Tubo manus applicetur, Tremores sentiuntur, qui pariter in fistulis aliisque id genus Instrumentis observantur. Nullus ergo est Sonus sine motu Tremulo.

PHÆNOMENON II.

Sonorum varia sunt differentia.

§. 7. *Ac 1^o. Differunt Intensitatis gradu.* Sonus ille dicitur major, vel magis Intensus, quem major ictus parit; minor dicitur, aut minus Intensus, qui à minori ictu producitur. Sic si Chordam vel Campanam multis successivè ictibus percutias, & continuò augeatur vis percutiens, semper mutabitur Soni modificatio, & dicitur Sonus Intensitate crescere.

§. 8. *1^o. Decrescit Intensitas in duplicatâ ratione distantia crescentis.* In quo similis est cæteris omnibus qualitatibus, quæ per lineas rectas, à centro quodam sphericè diffunduntur. Sic in distantia duplâ quadruplò minor est Sonus, in triplâ noncuplò minor.

§. 9. *2^o. Soni Intensitas est ut densitas aëris in quo Corpus sonat.* Si enim in Machinâ Pneumaticâ comprimatur aër, Horologium sub recipiente contentum Sonum edet intensum; si sublatâ vi comprimente ad eundem cum aëre externo densitatis gradum revertatur aër internus, Sonus audietur, sed imminutâ Intensitate; paulatim extracto aëre, paulatim decrescit Intensitas.

§. 10. *II. Soni differunt Tono. Alii sunt acutiores, alii graviore.* Quid sit Tonus, non verbis, cum sit sensatio, sed institutis experimentis explicari potest.

§. 11. *1^o. Si duæ Chordæ ejusdem crassitiei, eodemque pondere aut æqualibus viribus tensæ, sed diversæ longitudinis pullentur, quæ longior est Tonum edit graviorem, quæ brevior acutiorem, ita ut Tonorum gravitates sint ut Chordarum longitudines.*

§. 12. *2^o. Si Chordæ sint eodem pondere tensæ, & ejusdem longitudinis, sed diversæ crassitiei, quæ major est graviorem edit Tonum, quæ minor acutiorem, ita ut Tonorum gravitates sint ut Chordarum diametri.*

§. 13. *3^o. Si denique eadem Chorda, vel duæ æquales, diversis tendantur ponderibus, quæ minus tensa est, graviorem producit Tonum, quæ magis, acutiorem, ita ut Tonorum gravitates sint inversè ut radices quadrate Ponderum, seu virium Chordas tendentium; sic pondus quadruplò majus, duplò acutiorem Tonum producit.*

DISSERTATIO

§. 14. III. Sunt & aliæ inter Sonos, sed minoris momenti differentiæ. Differunt enim *Asperitate & Lenitate*, comparatione ductâ ex Tactu. Asperum dicimus Sonum, qui compositus videtur ex pluribus Sonis diversæ naturæ, & sine ullâ convenienti ratione inter se attemperatis. Contrarium, qui uniformis est, lenem vocamus.

§. 15. IV. Differunt *Soni, obrusitate & claritate*. Quum enim Sonus est quasi surdus, & cavus, tunc dicitur obtusus. Talis est Sonus quem producunt plumbum, lutum, & in genere corpora parùm elastica. Contrarius, qualis producitur ab argento, dicitur clarus.

§. 16. V. Differunt *stridulitate & suavitate*. Stridulus Sonus, ille est qui asper simul, & valdè acutus percipitur, auribus admodùm injucundus. Cicadæ cantantes, vitrum dum cultro perfricatur, lignum dum ferrâ secatur, & ferrum dum limâ politur, talem Sonum edunt. Huic opponitur Sonus Suavis.

PHÆNOMENON III.

Sonus propagatur.

§. 17. Non enim in eo solo loco in quo excitatur Sonus, sed etiam in locis ab eo distantibus, auditur.

I. *Sonus undiquaque propagatur*, & tam suprâ quàm infrâ, tam antrosum quàm retrorsum, tam ad dextram quàm ad sinistram corporis sonantis, auditur. Imò & sinuosas, incurvasque vias penetrat, neque semitarum inflexiones, ejus Intensitatem minuere possunt; contra quàm luci accidit.

§. 18. II. *Sonorum propagationi necessarius est aër*. Vidimus (§. 9.) Sonum eò fieri debiliorem, quò rarior est aër. Unde pronum est concludere, eum esse infinitè debilem, in aëre infinitè raro; hoc est, penitus cessare, si omninò desit aër. Nec refragatur experientia, si enim * horologium excitatorium sub Machinæ Pneumaticæ recipiente includatur, & quantum fieri poterit extrahatur aër, [totum autem nunquam exhauriri posse notandum est] tunc Sonus, qui in aëre libero fuisset debilis, penitus peribit; Intensus verò valdè imminutus sentietur. Imò monet Celeb. Hughenius † horologium plumis vel gossypio impositum, nullum aut saltem nemini sensibilem, in vacuo edere Sonum.

§. 19. III. *Sonus per corpora solida transmittitur*. Horologii vitro recipientis circumdati, Sonus clarè ac distinctè auditur. Sed transeundo per recipientem nonnihil immutatur. Nam tintinnabuli Sonus, de recipientis sono participat. Fit clarior, qualis solet esse Sonus vitri, ex quo conflatur recipientis; Quòd si corpora sint nimis crassa, Sonitui nullum dant transitum. Si enim diligenter obruretur camera, ut nullus aëri detur aditus, vix Sonitus externi, etiam Intensi intus audiri possunt.

* Vid. Boyle *Nova Experim. Physico-Mechan. Exp. 27. p. 80.* † *Traité de la Lumière. p. 10.*

DE SONO.

§. 20. IV. *Ad magnam distantiam propagatur sonus*. Majorum Campanarum Sonum, ad quatuor & plures leucas extendi ** notum est. Sed, quòd mirum sanè videbitur, Nautæ, in alto †† ad distantiam decem leucarum, Tympanorum Sonos audiunt, si præsertim sudum ac serenum sit Cælum, ventoque adjuvetur Sonus.

§. 21. V. *Si ad majorem adhuc distantiam velis propagari Sonos, utaris Tubis*, præcipuè ex ferro, quòd album dicitur, confectis. Narrat Kircherus * se in aquæductûs Tubo, partim plumbeo, partim terreo, Sonos debiles, ut vocem hominis submissè loquentis, ultra quingentos pedes audisse. Plumbum autem & Terra Sonum maximè obtundunt. Monet Tuborum diametrum, esse debere trium pollicum, ut optimum sortiantur effectum.

PHÆNOMENON IV.

Soni velocitas est, quâ possit percurrere centum & octoginta hexapedas, intra unum minutum secundum.

§. 22. Sequenti experimento detegitur Soni velocitas. Si nocte ignis cum strepitu conjunctus accendatur, si v. g. scloperus explodatur, & quis ad magnam & antehac mensuratam ab hoc igne distantiam, breviori pendulo mensuret Tempus, inter lumen visum, & auditum Sonum; ex notâ distantia, & tempore insumpto ad eam percurrendam, immediatè habebit Soni velocitatem. Cùm enim Lux sexcenties mille vicibus Sono sit velocior, † ejus motus in exiguo intervallo instantaneus habetur. Hoc experimento in Galliâ sæpius repetito, innotuit Sonum intra unum minutum secundum percurrere plus minùsve 180. hexaped. Pariter & Academici Florentini ** deprehenderunt Sonum, intra quinque minuta secunda, percurrere unum milliare, seu 3000. ulnas Florentinas, quæ redactæ dant pedes Parisienses circiter 5375, seu 896 hexapedas; idèdque in quolibet minuto secundo Sonus percurrit 180. hexapedas.

§. 23. *Hæc velocitas est semper æquabilis*. Crescat Intensitas, crescat Tonus, semper remanet velocitas, dummodò idem remaneat aëris status. Sed eo mutato, ea immutatur. Sic nocte & hyeme lentior est Sonus quàm die & æstate; eodem autem remanente aëris statu, nullæ sunt in Sono differentiæ, quæ ejus velocitatem mutare possint. Non modò eodem tempore Sonus omnis certum conficit spatium, sed etiam propè Corpus Sonorum, ubi Intensior est, non velocior est, quàm cum longè ab eo distat, & remissior fit. Sic quia primo minuto secundo, 180 percurrit he-

A 3 xa-

** *Robaultri Phys. P. I. c. 26. art. 2.* †† *Gaspar Ens Thaumaturg. Physicus.* * *Kircheri Phonurgia lib. 1. sect. 4. cap. 5.* † *Vid. Cl. Hughenium Traité de la Lumière p. 9.* ** *Experim. del Cimento. p. 138. & seq.*

xapēdas, totidem percurrit altero, totidem tertio, &c. Imò, ne ventus quidem vehementissimus, Soni Intensitatem mutans, ejus velocitatem sensibilibiter mutare potest. Non eam auget prosperus, non minuit adversus. Quæ accuratis experimentis comperta sunt à suprâ dictis Academicis.

Et hæc sunt, quæ jam explicanda veniunt, præcipua Sonitûs phœnomena. Quem in finem sequentes Propositiones conabimur demonstrare.

PROPOSITIO I.

Sonus in Corpore sonoro consistit in motu.

§. 24. Illud per Phœnomenon primum evidens est. Numquam enim Sonus est sine motu. Necesse est autem à Physicis admitti illud Axioma. Cum dua res ita inter se connectuntur, ut se se perpetuò comitentur, & mutata aut sublata unâ, mutetur aut tollatur altera, harum una alterius causa est. Siquidem impossibile est, ut inter duas res tanta convenientia, tamque arcta connexio detur, nisi una sit causa, altera effectus. Cùm ergo Sonus à motu separari nequeat, ex prædicto Axiomate patet propositio nostra.

PROPOSITIO II.

Sonus consistit in motu Tremulo.

§. 25. Sonus non consistit in quovis motu, si enim manus per aëra moveatur, aut Campana malleo destituta agitetur, nullus audietur Sonus. Consistit igitur Sonus, in certo genere motûs. Illum autem motum esse Tremulum ex Phæn. I. & Axiomate in Propos. præced. allato, satis evidenter liquet, nec opus est nova Experimenta congerere, quorum nimia sopia nauseam pareret.

PROPOSITIO III.

Sonus consistit in motu Tremulo partium Corporis Sonori.

§. 26. Duplex esse potest Motus Tremulus, aut *totalis*, cùm totum corpus it reditque, ut Chorda oscillans; aut *partialis*, cùm corpore sive immoto remanente, sive etiam moto, singulæ ejus partes eunt redeuntque velocissimè. Sonum autem in partialibus tremoribus consistere, sequentibus argu-

argumentis probant Celeb. Carré & de la Hire, in Actis Acad. Regia Scient. * & ante illos probavit De Lanis in Magisterio Natura & Artis †.

§. 27. Primum argumentum deducitur ex naturâ Corporum Sonantium. Nullum enim corpus sonat nisi elasticum: Elastica autem corpora ad tremores partiales suscipiendos, aptissima esse demonstrant Physici. Unde primum est concludere, Sonum in partium tremoribus reverâ consistere.

2. Si corpus elasticum percutiatur, sonat, sed etiam tremorem suscipit in partibus singulis. Nam si speculum planum horizontaliter dispositum, cui insistat gutta hydrargyri, alicubi leviter feriatur, resiliet hydrargyri gutta, quod indicat motum tremulum dari in eâ vitri parte cui insistit, quod verum est de omnibus aliis partibus.

3. Si scutella hydrargyro, aut aquâ plena, extremæ parti longæ trabis imponatur, hæcque in altero extremo ita feriatur, ut inde vel levissimus excitetur Sonus, tremores in aquâ vel hydrargyro cernentur, eò magis conspicui, quò major fuerit Sonus.

4. Cùm ingens aliqua rupes leviter percutitur, ea tremoribus totalibus affici nequit, sed partialibus tantum: Sonus editur tamen: Ergò ille non in totalibus, sed in partialibus consistit tremoribus.

5. Si digito sustentetur forcipis igniarii arcus qui bina crura jungit, eaque crura versus se invicem constringantur, sibique subito relinquuntur, nullus omninò audietur Sonus, etiamsi videantur tremores totales in cruribus admodum sensibiles. Si verò corpore aliquo duro percutiatur forcipis, auditur Sonus, iisdem licet remanentibus totalibus vibrationibus quæ percipiebantur, cùm nullus audiebatur Sonus. Quænam fuit ratio discriminis? nisi quod in posteriore Experimento, præter totales prioris Experimenti vibrationes, dabantur insuper fremitus partium singularum, qui reverâ à digito forcipem sustinente sentiuntur.

6. Sonus in Experimento mox allato fuit clarus & canorus. Si verò, non digito, sed ferramento quodam, putà clave aut cultro, sustineatur ejusdem forcipis arcus, Sonitus fiet obtusus & cavus, etiamsi eadem, quæ antea, maneant totales vibrationes. Quare? quia partiales immutatae sunt à clave vel cultro.

Ex iis omnibus, & innumeris aliis argumentis, quorum quædam suo loco afferemus, patet Sonum immediatè oriri à fremitibus seu tremoribus partium vel fibrarum corporis. Quæ fibræ si ictu aliquo incurventur, sese per elaterium suum restitunt, variasque vibrationes seu oscillationes peragunt.

PROPOSITIO IV.

Sonus propagatur mediante aëre.

§. 28. Sonum propagari vidimus Phœn. III. & id quotidiana clamat Ex-

* 1709. p. 54. & seq. 1716. p. 335. & seq. edit. Amst. † T. II. lib. 10.

Experientia. Propagatur verò per aliquod medium : Neque enim Corpus Sonans ad aurem, neque auris ad Corpus Sonans accedit, neque fieri potest ut motus ex uno corpore alteri communicetur, sine aliquo medio.

Variis autem modis Sonum propagari varii voluerunt Philosophi. Nos quasdam eorum Sententias nostræ adversas referemus & refellemus, quia inde magis elucescet Doctrinæ à nobis tradendæ veritas.

§. 29. I. Prima sese offert, *Democriti, Epicuri* aliorumque opinio. Ii enim, referente *Plutarcho*, * τὴν φωνὴν εἶναι ρεύμα ἐκπεπορευμένον, ὡς τὸ τῶν φωνέντων, ἢ ἠχέντων, ἢ ψοφέντων: Sonum esse fluxum, seu effluviū emissum à loquentibus, aut Sonantibus, aut strepitum edentibus, voluere. Addiderunt τὰ τοῦ ρεύματος εἰς ὁμοιοχῆμονα ὄντως ἔχειν ἄριστον. Ὁμοιοχῆμονα δὲ εἶναι τὰ τετραγώνια τετραγώνιοις, καὶ σκαλιῖα δὲ τρίγωνοι τοῖς ὁμοιοχῆμοις istum fluxum in ejusdem figura fragmina dispergi. Ejusdem figura autem esse rotunda cum rotundis, & triangularia cum triangularibus similibus. Quam Sententiam propter sequentes rationes rejicimus.

1. Cum pleraque Corpora Sonantia sint dura & compacta, non concipimus quomodo possint projicere & ex se emittere illa effluvia?

2. Quomodo tantus eorum eiciatur numerus, ut possint replere sphaeram diametri 20. leucarum, Tympani pondere non imminuto?

3. Quomodo Soni velocitas æquabilis esse possit, cum continuo decrescat projectorum velocitas?

4. Quomodo ea corpuscula ad tantam distantiam projici possint, non obstante aëris resistentiâ, cum sint minima & velocissime moveantur? Eò major enim est resistentia, quò minora, & velocius mota sunt corpora projecta.

Denique, aut ea corpuscula vitrum permeare possunt, aut secus; Si prius, Quare extracto ex Machinâ Pneumaticâ aëre, non penetrant recipientis vitrum? Si posterius, Quare admissio aëre Sonus per vitrum transmittitur?

§. 30. II. Aliam hypothesim amplectitur *Franciscus De Lanis*, è Societate Iesu, qui arbitratur * Sonum per solida Corpora propagari. Et quidem fatendum est Tremores ad magnam distantiam per solida corpora propagari. Sed quod ipsa Corpora solida auditus organum afficiant, inanimè videtur verisimile; Nam reperent tremores ex imis pedibus ad aurem usque: Quare ergo obruratis auribus Soni non audiuntur? Quomodo audiuntur Soni in nave in medio maris positâ excitati? Nam, ut fatetur ipse Author, aqua tremores vix suscipere potest. Quænam sunt corpora solida & tremoris capacia quibus mediantibus propagentur tonitruum Sonitus? Quare aër Sonorum propagationi est necessarius? Quare Soni intensitas est ut aëris densitas, si aër ad sonum nihil conferat? Hinc patet mancam esse illam hypothesim.

§. 31. Sonus ergo propagatur mediante medio aliquo fluido inter aurem & corpus sonans posito. Illud autem est, aut aër, aut materia quædam aëre subtilior. Sed si hoc ultimum obtineret, quare in locis aëre evacuatis periret Sonus, cum ibi remaneat materia subtilis? Sonus ergo propagatur mediante aëre.

§. 31.

* de placitis Philos. lib. 4. cap. 19. * Magist. Nat. et Art. T. II. Lib. 10 cap. 3. Prop. 14.

§. 31. Ulterius confirmatur Hypothesis nostra variis experimentis. Taceo Fenestras ad magnam distantiam ex Sonitu intensiori fractas, lucernas in libero aëre pendulas & mortariis explosis extinctas, ad duorum milliarium distantiam; unica sufficit inter aëris & Soni quantitatem proportio. Intensitas Soni est ut aëris densitas. (§. 9.) Ergò Sonus per aërem propagatur.

§. 32. Et id quidem Veteres judicaverant Philosophi. Pythagoras, Plato & Aristoteles, Sonum incorporeum dicendo hanc jam amplexi fuerant sententiam. Incorporeum enim dicebant, quod consisteret in aëris modificatione. Volebant τὸ ἄσμα, figuram qua in aëre est, τὸ ποιεῖν ἀκρόασι, per certum ictum, evadere vocem *. Aristoteles sonum definit, † aëris motionem. Plato apud A. Gellium, ** aërem validamque aëris percussionem. Stoici Sonum dicebant τὴν τῶν ἀερῶν ἀκρόασι, aëris ictum.

§. 33. Sed qualis fit ille aëris motus, nulli tentaverunt explicare. Stoicos excipiam, qui eum assimilabant undulationi quæ fit in aquâ stagnanti, in quam injicitur lapis. † Dicebant aërem percussum undulare ad infinitum, h. e. usque dum ejus motus impediatur; aquæ motum diffundi per circulos planos in ejus superficie excitatos, aëris verò per Sphaeram solidam. Quæ sententia à vero non aberrat, ut videbimus. Hæc Veteres.

§. 34. Audaciores, aut potius peritiores Neoterici Philosophi motum aëris definire ausi sunt, ejusque varias determinationes ob oculos ponere. Inter multos unus eminet *Celeb. Nevvtonus, Geometra Sagacissimus*, *** cujus sententiam paucis explicare conabimur.

PROPOSITIO V.

Sonus per motum tremulum aëris propagatur.

§. 35. Qui sonos per aëris motum propagari volunt, duplicem insunt viam. Alii enim volunt aëris particulas à corpore sonante ad aurem transferri, dum alii contendunt motum tremulum corporis sonori per aëris motum tremulum ad organum auditus usque propagari. Priorem sententiam amplectitur *Honoratus Fabri*, in Physicâ suâ. †† Arbitratur Chordam tensam, pulsatamque, vibrando occurrere aëris particulis, easque quasi stabello tactas, emitti, & ad instar tenuissimarum sagittarum impelli, ac ejusmodi emissionem toties repeti, quoties nova Chorda vibratio recurrit. Sed subsistere nequit hæc Hypothesis.

§. 36. Nam 1°. Soni velocitas non esset æquabilis, quæ difficultas ipsi cum Epicuro communis est, ut & hæc sequens.

2°. Quomodo ad decem leucarum distantiam projici possent aëris particulae?

* *Plut. loc. cit* † *Arist. lib. 2. de anim. 8.* ** *A. Gell. lib. 5. 15.* † *Plut. loc. cit.* *** *Nevvton, Phil. Nat. Princip. Mathematic. Lib. 2. Sect. 8.* †† *lib. 2 Tract. 3.*

culæ? Licet enim supputationem ineat comparando sagittæ gravitatem cum aëris levitate,

———— id totum falsâ ratione receptum est.

Lucr. lib. 1.

Nam aëris resistentiæ rationem non habuit, nec cogitavit, eam eò majorem esse, quò levius est corpus cui resistit aër. Quis plumulam ad sex pedum distantiam posset projicere?

3°. Sonus versus omnes partes non diffunderetur, sed secundum eam plagam versus quam movetur Chorda. Sic Tympanum humi insistens, & cujus membrana horizonti parallela esset, aërem sursum pelleret, non ad latera, ubi tamen Sonus auditur.

4°. Chorda tres pedes longa, quæ intra unum minutum secundum centies it & redit, vix in qualibet vibratione duas lineas percurrit, dum velocissimè movetur; Quæ lineæ si omnes conjungantur, multiplicando 100. vibrat. per duas lineas, habetur unus pes cum semisse ad summum, quod est spatium à Chorda intra dictum Tempus percursum. Quomodo ergo tantam aëri communicare potest velocitatem, ut Sonus intra idem Tempus spatium septingentis viginti vicibus majus percurrat?

Et hæc ad convellenda sententiæ istius fundamenta plûsqûam satis; ex quibus, & Phænomenis supra allatis, non modò hæc, sed & aliæ omnes, si quæ sint, refutari possunt Hypotheses, præter unam, cujus expositionem jam aggredior.

§. 37. *Motus aëris tremulus seu undulatorius à Corpore Sonante generatur.* Cum enim aër sit compressionis & dilatationis capax, ut potè magnâ vi pollens elasticâ, ejus particulae à tremulo corpore motæ recedentes, vicinas comprimunt, quæ sese suo elaterio restituentes, non modò pristinum dilatationis gradum, sed ob maximam elasticitatem, majorem recuperant. Adedque dum particulas primò dilatatas comprimunt, iisque priorem compressionis gradum reddunt, posteriores comprimunt, quæ iterum sese dilatantes, alias particulas comprimunt, & illæ sese dilatantes, alias comprimunt, & sic in infinitum, nisi obstant impedimenta quædam.

§. 38. Rem sequentibus verbis distinctissimè explicat Celeb. Hæc Newtonus, * *Partes, inquit, Corporis tremuli, vicibus alternis eundo ac redeundo ita suo urgebunt ac propellent partes Medi, [Scil. aëris,] sibi proximas, & urgendo comprimunt easdem ac condensabunt. Dein reditu suo sinent partes compressas recedere, & sese expandere. Igitur partes Medi corpori tremulo proxima ibunt ac redibunt per vices, ad instar partium corporis tremuli, & quâ ratione partes corporis hujus agitabant partes hæc Medi, hæc similibus tremoribus agitata, agitabunt partes sibi proximas, eaque similiter agitata, agitabunt posteriores, & sic deinceps in infinitum.*

§. 39. Hic applicari potest Stoicorum comparatio. Lapis in aquam injectus varios generat circulos concentricos, in quorum uno aqua est eminent, dum in proximè sequenti aqua est depressior. Undæ verò si à digito tremulo generarentur, non solum pergerent hinc inde secundum directionem

* *loc. cit. prop. 43.*

nem tremorum digiti, sed per circulos concentricos digitorum cingentes, ab illo recederent quaquaversum, & propagarentur undique. Pariter in aëre Corpus Sonans varios generat circulos, in quorum uno aër est condensatus, dum in proximè sequenti aër est rarefactus, qui circuli sunt concentrici.

§. 40. Ex illâ analogiâ motum aëris vocamus undulatorium, & Undam, quamlibet partem compressam cum suâ dilatata vicinâ.

In illis Undis, aëris particulae, ut jam vidimus, eunt & redeunt, eoque respectu corporis tremuli motum imitantur. Sed facile est videre, eas non ire simul omnes, simulque omnes non redire. Sic enim non fierent alterni gradus compressionis ac dilatationis, ad Soni propagationem necessarii; Eodem igitur Tempore quædam eunt accedendo ad se invicem, ubi condensantur; aliæ redeunt recedendo ab invicem, ubi dilatantur. Sic, in aqueis circulis, quædam particulae ascendunt, dum aliæ descendunt.

§. 41. Si fibra tremula unam tantum perageret vibrationem, eadem aëris particulae, semel tantum condensarentur eundo, & semel dilatarentur redeundo, & unica generaretur Unda, quæ, quo tempore particulae eunt & redeunt, suam percurreret latitudinem. Si verò plures, ut vulgò fit, peragat vibrationes fibra tremula, plures generantur Undæ, quæ suam percurrunt latitudinem, dum una ex particulis, ex quibus componuntur, it reditque semel.

PROPOSITIO VI.

Cujuslibet particula aërea motus analogus est cum motu penduli Oscillantis.

§. 42. Id, opinor, de qualibet aëris particula erit demonstratum, si de Chordâ Citharæ eas movente demonstrarem. Particularum enim aëris & Chordæ motus sunt analogi & similes, cum unus alterius causa sit.

§. 43. Pendulum igitur, ex gravitatis actione descendit, motusque ejus acceleratur, & est gravitatis actio in Pendulum, ut ejus distantia à puncto infimo Cycloidis, h. e. Curvæ oscillando describendæ. Unde fit ut omnes Penduli oscillationes sint Isochronæ, seu eodem tempore fiant. Ubi ad punctum infimum pervenit, quiesceret, nisi motum haberet acquisitum, quo cogitur ascendere, & reverâ ascendit, donec prævalente gravitatis actione, quæ continuo crevit, cum decreveret motus acquisitus, descendat Pendulum, novamque peragat Oscillationem.

§. 44. Idem omninò fit in Chordâ tensâ, & à lineâ rectâ digito dimotâ. Redit enim ex Elasticitatis actione ad lineam rectam, motusque ejus eundo acceleratur, & est Elasticitatis actio, ut distantia Chordæ à situ quietis. Quò magis enim Chorda ab eo situ dimovetur, eò magis incurvatur, adeoque eò major Elasticitatis actio. Quò minus incurvatur eò

minor illa actio. Unde fit etiam ut illius Chordæ vibrationes, sint Isochronæ. Ubi ad situm quietis, sive ad locum medium spatii ab illâ percurrenti pervenit, quiesceret, nisi motum haberet acquisitum: Eoque motu à situ quietis dimoveretur, sed versus plagam diversam ab eâ, versus quam primò dimota fuerat. Pergit ergò contra Elasticitatis actionem, quæ semper crescit. Motus verò acquisitus semper decrescit, donec tanta fiat Chordæ curvatura, ut prævaleat Elasticitas, quæ cogit Chordam redire, novaque peragere oscillationes.

§. 45. Illius motus aëri communicatur, cumque ille non careat vi Elasticâ, iisdem legibus it & redit.

§. 46. In Pendulo, Vis motrix est gravitas, pondus movendum est ipsum Pendulum. In Chordâ vel aëre, vis movens est Elaterium, pondus motum, Chorda, vel particulæ aëreæ.

§. 47. Hi sunt aëris motus qui ad Soni propagationem inserviunt, Quibus consonat Experientia. Si enim propè candelam, aut lucentem, aut recens extinctam & adhuc fumantem, vel propè atomos illas quæ per aëra volitantes videntur, dum Solis radius obscuram cameram ingreditur; si, inquam, ibi Citharæ Chorda pulsetur, cernentur tremores in flammâ, aut fumo, aut atomis illis, ultra expectationem sensibiles.

Et ex illa Hypothesi plana sunt & explicatu facilia quæcunque ad Soni propagationem spectant Phænomena, quæque in Phæn. III. retulimus. Ea, cum aliis nonnullis, in sequentibus Corollariis explicantur.

§. 48. Coroll. I. Ex nostrâ Hypothesi patet, quare Sonus propagetur, & ejus propagationi aër sit necessarius.

§. 49. Coroll. II. Manifestum fit, quare Sonus ad magnam distantiam propagetur. Motus enim corporum Elasticorum facile communicantur, ut patet exemplo Sphærarum Eburnearum in lineam rectam dispositarum, quarum, quantuscunque sit numerus, motâ primâ, citissimè movetur ultima.

§. 50. Coroll. III. Hinc etiam evidens est, quare Sonus per Tubos ad tantam propagetur distantiam. Nam Sonus inclusus, ut ita dicam, cum sese in Sphæram expandere nequeat, non æquè decrescit, quàm cum hinc & inde secundùm omnes plagas communicabatur. Sed de Tubis fufius in sequentibus.

§. 51. Coroll. IV. Liqueat quomodo Sonus per Solida Corpora transmittatur, Tremor enim aëris interni recipienti communicatur, [ut in Exemplo §. 19. allato subsistamus,] quod deinde eum communicat aëri externo, unde ad aures usque propagatur. Sonum autem recipienti communicari, apparet ex novâ quam induit modificatione, quâ ex aheneo vel argenteo, fit vitreo - aheneus, vel vitreo-argenteus.

§. 52. Coroll. V. Hinc quoque apparet, quare sinuosas Sonus ingrediatur vias, & tam ad latera quàm in directum propagetur. Sicut enim, si Undis in aquâ stagnanti excitatis, opponatur obstaculum foramine aliquo pervium, Undæ per foramen illud transeuntes, sese ponè obstaculum explicabunt, & versus omnes partes dilatabunt; pariter in aëre ubi pars Undæ compressa foramen aliquod prætergressa est, sese undiquaque expandens, ad latera æquè defluit, ac in directum. Quæ causa est cur Sonus inter-

interposito corpore solido inter aurem & Corpus Sonans, nihilominus audiatur.

§. 53. Coroll. VI. Nec minùs patet, quare in infinitum non propagetur Sonus. Extinguitur enim, 1°. Ob latentes in aëre vapores, qui elaterio destituti, aëris Sonum absorbent, & paulatim extinguunt. 2°. Ob corpora terrestria mollia, & vi reflectente carentia, in quæ si impingat aër, motum suum amittit. 3°. Ob materiam aëre subtiliorem, quæ, defectu crassitie, aëris motum extinguit, ut arena lapidis injecti motum absorbet. 4°. Denique & præcipua causa hæc est, quod cum Soni Intensitas, recedendo à Corpore Sonoro, continuò decrescat, tandem ita minuitur, ut auribus sit insensibilis, tuncque Sonus est, Physicè loquendo, extinctus, qui Mathematicè adhuc durat.

PROPOSITIO VII.

Soni velocitatem supputare.

§. 54. Mirificè confirmabitur Hypothesis nostra, si supputata Soni velocitate, eam Experientiis conformem inveniamus. Docuit autem Vir Celeberrimus, † eam calculis subjicere, ut mox subjiciemus, modò sequens admittatur Principium.

§. 55. Si ex notâ altitudine Barometri, & comparatis inter se hydrargyri & aëris gravitatibus, eruatur aëris altitudo, supponendo eum esse ubique homogenum, & ejusdem densitatis quam hîc habet in Terræ superficie, Corpus cadens ex dimidiâ illâ altitudine, eandem habet in fine descensus velocitatem, quam habent Undæ supradictæ, Sonum propagantes.

§. 56. Quod, si quis Mathematicè demonstratum videre cupiat, adeat Celeb. Nevvtonum. * Nos enim, tum brevitatis causâ, tum quod Physicè demonstrari non possit, illius principii demonstrationem omittimus.

§. 57. Cæterum, supponit Vir Celeb. aëris particulas esse puncta Physica. Cum verò crassitie non careant, & præterea multi per aëra volitent vapores, augenda erit Soni volocitas, propterea quod per corpora solida motus in instanti propagatur.

§. 58. Videamus igitur quanta, his positis, futura sit Soni velocitas.

Si Mercurius in Tubo Toricelliano habeat altitudinem 28. digitorum, erit aëris gravitas, ad aquæ gravitatem, ut 1. ad 880. & aquæ & hydrargyri gravitates inter se erunt ut 1. & 14. Ergò aëris & hydrargyri gravitates sunt inter se ut 1. & 12320. Aëris igitur ubique æqualiter densi altitudo esset digitorum 12320. ductorum in 28. seu digit. 344960. hujusque dimidium digit. 172480. seu linear. 2069760. Notum est autem spatia à gravibus cadentibus percursa esse ut Quadrata Temporum quibus percurreuntur, seu Tempora esse ut Radices quadratas spatiorum. Si ergò hæc analogia instituat, ut

† Nevvtonus. * Loc. cit. Prop. 49. Coroll.

De Radice quadrata linearum 2174. quæ à grave cadente in uno minuto secundo percurreuntur, h. e. ut linea 46 1/2

Ad Radicem quadratam lin. 2069760. dimid. altitud. invent. 1438 1/2

Ita unum minutum secundum. 1 1/2

Ad Tempus quo dimidiata altitudo inventa à Corpore gravi motu accelerato valentia percurretur. 31 1/2

Invenitur quod Corpus cadens ex illâ altitudine velocitatem acquisivit, quâ possit percurrere intra illa 31 1/2 duplum spatium illius quod motu accelerato percurret, h. e. quâ possit percurrere totam altitudinem inventam. Hæc autem erat digitorum 344960. qui ergo intra 31 minuta secunda à Sono percurre debent. Sonus ergo, in uno minuto secundo, percurret pollices 11128. seu pedes 927. 1/2 seu hexapedas 154. 1/2

Si jam, tum propter crassitiem aëris particularum, tum propter vapores aliavè corpuscula in aëre volitantia, augeatur velocitas sextâ circiter sui parte, seu 25 1/2 hexap. Sonus conficiet intra unum minutum secundum, 180. hexap. Planè ut docent Experimenta.

PROPOSITIO VIII.

Si medium sit ubique homogeneum, Undæ omnes erunt æquiveloces.

§. 59. Inde confirmatur Doctrina nostra de Sonorum propagatione. Nam cum, (ut vidimus §. 23.) Soni velocitas sit æquabilis, si inveniamus Undarum velocitatem esse æquabilem, magnum erit pro veritate sententiæ nostræ argumentum.

Hic tres casus possumus distinguere.

§. 60. *Cas. I.* Ponamus 1°. duas Undas ejusdem esse latitudinis, sed particulas in unâ longius eundo ac redeundo spatium percurrere quàm in alterâ. Tunc prioris major erit compressio, majorque dilatatio, adeoque major vis Elaterii. Sed & spatium percurrendum erit majus. Ea igitur sese compensant. Ut in Pendulo aut Chordâ oscillante, si vibrationes sint majores, major erit gravitatis aut elasticitatis actio, minor si minores, unde fit ut oscillationes sint Isochronæ; Pariter in aëris Undis, uniuscujusque particulæ vibrationes, sive sint majores, sive minores, dummodò eadem remaneat Undæ latitudo, sunt Isochronæ, & quia, quo Tempore particulae eunt & redeunt, eodem Unda percurret suam latitudinem, Undæ suas latitudines, quæ sunt æquales, eodem Tempore percurret. Eadem erit igitur utriusque velocitas.

§. 61. *Cas. II.* Ponamus 2°. Undas esse inæquales, v. g. unam esse alterius duplam, & spatia à particulis percursa Undarum latitudini esse proportionalia. Tunc erunt compressiones ac dilatationes in locis correspondentibus æquales, adeoque vires Elasticitatis æquales. Et hoc respectu, motus illarum particularum sunt analogi cum motibus Pendulorum, quorum unum esset altero duplo longius.

Sed

Sed in Pendulo, quæ cunque sit Ponderis appensi gravitas, eadem remanet velocitas, quia quantum crescit pondus movendum, tantumdem crescit vis motrix. In Undis verò remanente Elasticitate mutari potest pondus movendum, & mutabitur velocitas, quæ erit inversè ut materia movenda. Sic in nostro casu velocitas particularum Undæ majoris, erit subdupla velocitatis Undæ minoris in locis correspondentibus. Illud fieret in Pendulis, si unum ageretur vi gravitatis quæ esset subdupla vis gravitatis alterius. Eoque respectu motus illarum particularum sunt Analogi cum motibus duorum Pendulorum, quorum gravitates essent inter se in ratione subduplâ.

Ut duos illos respectus jungamus, comparandæ sunt velocitates duorum Pendulorum, quorum unum sit alterius duplum, sed ageretur vi gravitatis subduplâ. Quoniam quadrata Temporum quibus oscillationes peraguntur, sunt ut Longitudines Pendulorum, & inversè ut gravitates quibus agitantur, erit quadratum Temporis oscillationis unius Penduli, alterius quadruplum; duplum, ob duplam longitudinem, & duplum ob subduplam Gravitationem, Ergo Tempus erit duplum. Erunt igitur Tempora ut Pendulorum longitudines. Pariter Tempora intra quæ aëris particulae eunt & redeunt, h. e. intra quæ Undæ suas latitudines percurret, erunt ut Undarum latitudines, sive ut spatia ab ipsis percursa. Ergo intra idem Tempus, Undæ idem spatium percurret. Ergo eadem est illarum velocitas.

§. 62. *Cas. III.* Si denique ponamus nec Undas esse æquales, nec spatia à particulis percursa Undarum latitudini esse proportionalia, supponendo tertiam Undam ejusdem cum primâ latitudinis, & cujus particulæ spatia eundo ac redeundo percurret, quæ cum spatiis à particulis secundæ Undæ percursis sint proportionalia suarum Undarum latitudini; Ex primo casu probabitur primam & tertiam Undam esse æquiveloces, & ex secundo casu secundam & tertiam eadem pariter ferri velocitate. Ergo prima & secunda eandem etiam habebunt velocitatem. Quicumque igitur ponatur casus, in medio ubique homogeneo, Undæ omnes sunt æquiveloces.

§. 63. *Coroll.* Quare ventus Sonorum velocitati non obsit facile apparet. Ventus enim violentissimus arbores eradicans, ædificia subvertens, quales pauci observantur, vix percurret sex hexapedas, quo Tempore Sonus 180. percurret. Hoc autem in exiguis distantis in quibus Academici Florentini experimenta instituerunt, haud sensibile esse potest. In majoribus posset observari. Sic refert Gul. Derham, in Actis Philosophicis Londinensibus, N°. 313. Soni velocitatem, Experimentis in magnâ distantia institutis, à vento prospero nonnihil auctam fuisse, ab adverso retardatam.

§. 64. *Scholium.* Ex illa Soni velocitatis æquabilitate, liceat per transennam indicare novam distantias mensurandi rationem. Sicut enim ex notâ distantia & Tempore ad eam percurrendam insumpto, noscitur Soni velocitas; pariter, ex notis velocitate & Tempore, distantia accurate satis innotescet.

PRO-

PROPOSITIO IX.

*Si mutetur aëris status, immutabitur pariter Soni
velocitas.*

§. 65. Illud etiam Experimentis consonum est. Hic quoque triplicem distinguimus Casum.

§. 66. *Cas. I. Mutetur aëris Densitas, quâ auctâ, vel imminutâ, augetur vel minuitur pondus aëris movendum, decrescit aut crescit velocitas.* Ex §. 61. evidens est Undarum velocitates comparari debere cum velocitatibus ejusdem Penduli, quod successivè agitaretur diversis gravitatibus. Cùmque in hoc quadrata velocitatum sint ut gravitates, etiam in istis quadrata celeritatum, erunt inversè ut pondera movenda, sive inversè ut densitates. *Velocitates ergò Undarum sunt inversè in ratione subduplicatâ Densitatum.*

§. 67. *Cas. II. Potest mutari aëris Elasticitas, quo in casu mutatur vis motrix, & comparando velocitatem Undarum, cum motu Penduli diversis gravitatibus agitati, invenietur, quod Undarum velocitates sint in ratione subduplicatâ Elasticitatum.*

§. 68. *Cas. III. Mutetur & Densitas & Elasticitas, componendo rationes, patet quod Undarum celeritates sint in ratione compositâ, ex subduplicatâ directâ Elasticitatum, & subduplicatâ inversâ Densitatum.*

§. 69. Si ergò tantùm cresceret aut decresceret Elasticitas, quantum Densitas, non mutaretur Undarum celeritas, inversa enim Densitatis ratio, directam Elasticitatis destrueret.

§. 70. *Cor. I.* Ex iis apparet, *quare astate & die velocior sit Sonus quàm h. eme & nocte.* Tunc scilicet ob intensum calorem aër rarefit, & vim acquirit Elasticam; hyeme verò & nocte, ob frigus, condensatur aër, & remittitur ejus vis Elastica. Non igitur mirum est si lentius moveatur Sonus.

§. 71. *Cor. II.* Hinc etiam explicatur, *Quare in montium cacuminibus, licet ibi aër sit rarior, Sonus nihilominus lentior sit, quàm in vallibus.* Nam quantum decrescit Densitas, tantum decrevit Elasticitas. Imò magis, ob frigus in altioribus montibus semper intensius quàm in vallibus. Debit ergò Soni velocitas remitti.

§. 72. Hæc de quibuslibet Sonis vera sunt. Sed quoniam inter se differunt varii Soni, videamus quid constituat illorum differentias.

P R O-

PROPOSITIO X.

Sonorum Intensitatis causam reddere.

§. 73. Sonos diximus Intensitate differre. Intensiorem verò esse Sonum qui à majori ictu producitur. Sic Chorda fortius pulsata intensiorem edit Sonum. Ea autem majorem motus quantitatem recipit, majores peragit vibrationes, longius eundo ac redeundo spatium percurrit. Eam unicam notare licet in illius vibrationibus differentiam. Unde possumus concludere, Intensitatem Soni pendere, *ab eo quòd Corpus Sonans majorem habeat motus quantitatem, sive, quia eadem semper supponitur remanere massa, quòd majores vibrationes ab ejus partibus peragantur.* Quod ex eo confirmatur, quòd Chorda sub finem suarum vibrationum, motu jam ex parte amisso, & longè minores itus, minoresque reditus conficiens, valdè etiam minorem Sonum edat. Conveniens enim erat, ut cùm Sonus consistat in motu tremulo, major Sonus consistat in majori motu tremulo, minor Sonus producat à minori motu tremulo.

§. 74. Idem est in aëre. Ibi Soni Intensitas consistit in majori motu; *ita ut, ceteris paribus, Soni Intensitas sit ut spatium itu & reditu à particulis aëris percursum.*

Hinc facile explicamus omnia Intensitatis Sonorum Phænomena.

§. 75. *Cor. I.* Nam statim viderur, *Quare decrescat in ratione distantiarum duplicatâ.* Quò magis enim Sonus à Corpore illum producente recedit, eò pluribus partibus communicatur motus, & numerus particularum quibus communicatur, positâ eadem ubique densitate, est in variis distantis, ut quadratum distantiarum. Motus autem pluribus communicatus partibus in singulis minor est. Debet ergò Soni Intensitas, sive motus quantitas decrescere in dictâ distantiarum ratione.

§. 76. *Cor. II.* Nec latebit causa alterius Phænomeni, *Cur, scilicet, Soni Intensitas sit ut aëris Densitas.* Nam cùm crescente Densitate, crescat Elasticitas, hinc sequitur eandem remanere debere velocitatem (§. 69.). Corpus autem densius, eadem velocitate motum cum rariori, majorem illo motus quantitatem habere notum est. Ergò quò densior erit aër, eò major erit Soni in illo producti Intensitas.

§. 77. *Cor. III.* Cùm eadem remaneat Soni velocitas, sive aër sit gravior, sive levior, [quia si gravior, major est Densitas majorque Elasticitas, si levior aër, minor utraque,] Densitas verò crescat ut aëris gravitas, sive ut Columna Mercurii in Barometro, sequitur *Intensitatem Soni esse ut columnam hydrargyri, quæ, in Barometro, cum Atmosphæra pondere æquilibratur.* Quod Experimentis confirmavit Experimentissimus Dominus *Hauksbée* *. Si quis igitur aures haberet satis delicatas, loco Barometri ei esse posset diversa ejusdem Soni Intensitas.

C

§. 78.

* in libro cui nomen Physico-Mechanical Experiments &c.

§. 78. Cor. IV. Si augeatur aëris Elasticitas, ex aliquâ causâ, v. g. Calore, eâ auctâ minuetur Densitas; sed Soni celeritas augetur ut Elasticitatis Radix quadrata. (§. 67.) Cum ergo Soni Intensitas pendeat tum à Densitate, tum à Celeritate, erit illa directè ut Radix quadrata Elasticitatis, & inversè ut Elasticitas. Ratio autem ex his composita est inversa Radicis Elasticitatis. Ergo quò major Radix Elasticitatis, eò minor Soni Intensitas.

§. 79. Cor. V. Inde explicatur, cur hyeme & nocte Soni sint magis intensi, quàm die & aestate. Quod Phænomenon Veteres plurimum torfit Philosophos. Varias hujus explicationes curiosas, facetas, & ridiculas videre est apud Plutarchum †. Notat Gasendus ** omnes in eo errasse, quod causæ maximè naturalis oblitæ, hoc Phænomenon non explicarint, per nocturnum silentium. Sed licet id silentium nonnihil conferat, patet tamen non unicam esse causam, ex eo quòd ruri, ubi non minus est diurnum quàm nocturnum silentium, Intensitas tamen longè major est nocte, quàm die. Vera igitur causæ est major Densitas, minorque Elasticitas, quæ Sonos nocte intensiores reddunt quàm die.

§. 80. Cor. VI. Apparet etiam, cur sudo & sereno Coelo intensior sit Sonus. Tunc enim altior est hydrargyri in Barometro Columna; Ergo intensior Sonus. [§. 77.]

§. 81. Cor. VII. Iisdem principiis explicamus Intensitatem Soni à vento prospero auctam, ab adverso minutam. Si enim faveat ventus, aëris particulas impellendo, eas longius spatium eundo percurrere cogit, unde major est eorum motus. Si contra adversus sit, aëris particularum itui resistendo, earum motum minuit. Sed dicet aliquis ventum prosperum tantum nocere particularum aëris reditui, quantum faver itui, adeoque motus quantitatem in genere sumptam non mutari. Verùm respondemus solos itus in aurem agere, reditus ad Soni perceptionem nihil conferre, ac per consequens motus quantitatem augeri secundum eam directionem quâ in aurem agit Sonus, imminutionem verò versùs partes contrarias, ad aurem non pertinere, & ad Soni perceptionem non conferre.

§. 82. Cor. VIII. Eodem modo patet, cur corpora mollia, sive Corpori Sonanti imposta, sive inter illud & aurem collocata, Sonum debiliorem reddant. Ea enim motum absorbent & minuunt.

PROPOSITIO XI.

Tonorum diversitatis causam reddere.

§. 83. Soni differunt Tono. Tonus autem, ut vidimus, eò gravior est quò longior, crassior, aut minus tensa Chorda Sonum producens. In his autem omnibus observamus hanc unicam esse differentiam inter vibrationes Chordarum longarum & brevium, crassarum & tenuium, parum & valdè tenfarum, quod priorum vibrationes sint lentiores vibrationibus.

† Sympos. lib. 8. Quest. 3. ** Phys. sect. 1. L. 6. c. 10.

bus aliarum. Unde sequitur, Tonum pendere à numero vibrationum, quas dato Tempore conficit Fibra Sonans, seu ex numero Undarum certo tempore in aëre productarum. Eò acutiorem esse, quò frequentiores, eò graviorem, quò rariores & minus crebri sunt itus reditusque Fibra, seu Chorda tremula. Sunt igitur gradus gravitatis diversorum Tonorum, ut Tempora quibus una quæque oscillatio peragitur, sive ut latitudines Undarum à dicto corpore productarum.

§. 84. Quod confirmatur ex eo quòd Chorda eadem sive fortiùs, sive lenius pulsetur, eundem servat Tonum. Cum enim ejusdem Chordæ vibrationes omnes sint Isochronæ, licet majores sint aut minores, non indè mutatur earum numerus dato tempore productus. Ac per consequens non mutatur Tonus.

PROPOSITIO XII.

Tempora oscillationum, ac per consequens gradus gravitatis Tonorum sunt ut Chordarum longitudines.

§. 85. Chordarum oscillantium celeritates, sunt ut Pendulorum celeritates; hæ autem sunt inversè ut quadrata Temporum vibrationum. Ergo & Chordarum celeritates sunt etiam inversè ut Temporum quadrata. Eæ autem sunt quoque ut quantitates motus, divisæ per materiæ quantitates. Motus autem sunt ut vires Chordas reducentes, quæ sunt ut Chordarum curvaturæ, Curvaturæ verò sunt inversè ut longitudines. Ergo motus sunt inversè ut longitudines. Quantitates autem materiæ, cum Chordæ supponantur æqualis crassitie, sunt ut longitudines. Ergo dividendo inversam longitudinum rationem per directam longitudinum, invenietur quòd Celeritates sunt inversè ut Quadrata longitudinum. Sunt etiam, ut vidimus, in eadem ratione Temporum. Ergo sunt Tempora oscillationum ut longitudines. Sed sunt Tonorum gravitates ut Tempora oscillationum, Ergo illæ ut longitudines.

PROPOSITIO XIII.

Tonorum gravitates, seu Tempora oscillationum, sunt ut Chordarum diametri.

§. 86. Nam si æqualiter incurventur duæ Chordæ, quæ, cæteris paribus, sint diversæ crassitie, æquali vi sese restituunt. Ergo sunt earum motus æquales, & celeritates reciprocè ut quantitates materiæ, h. e. reciprocè.

cirocè ut quadrata diametrorum. Sunt etiam celeritates ut quadrata Temporum oscillationum. Ergò sunt Tempora oscillationum ut Diametri, Ergò & Tonorum gravitates.

PROPOSITIO XIV.

Tonorum gravitates, seu Tempora oscillationum sunt inversè ut Radices quadratæ Tensionum.

§. 87. Cùm enim Tensiones sint ut Elasticitates, comparandi sunt motus Chordarum variè tenfarum, cum motibus Pendulorum gravitibus diversis agitatorum. Tempora autem oscillationum in Pendulis, sunt inversè in dimidiatâ ratione gravitatum, & per consequens in Chordis, Tempora oscillationum erunt etiam inversè ut Radices quadratæ Tensionum.

§. 88. *Scholium.* Quis non mirabitur totam Musicam, ad Arithmeticas, & Logarithmicas Tabulas reduci. Quis primâ fronte percipiet relationem, quæ gratos inter, amœnosque concentus, ad id unicè destinatos, ut auribus placeant, & numeros, calculosque, tristes longi & ardui in Mathematicis laboris fructus, intercedit. Ex dictis tamen apparet quâ arte Tonorum rationes eorumque inter se proportionem possint comparari & calculis subjici. At ex variis illorum inter se respectibus, omnis pendet Musices harmonia & melodia. Nam si consideremus, Tonos easdem habere inter se rationes quas habent Chordarum longitudines, crassities & tensiones, pari, quâ excitata fuit admiratio, cessabit facilitate.

Si ulteriùs attendamus certas Tonorum proportionem auribus placere, alias displicere, [ob certas, quas postea videbimus, rationes,] clarè innotescet, ex istis formari posse dulces, harmonicos, & admodum suaves concentus.

DEFINITIONES.

§. 89. Sed de his in sequentibus, nunc annotasse sufficiet, experientiâ compertum esse, eos placere Tonos, qui simplices, parùm compositas, & quæ facile sentiri possint, habent inter se proportionem. Hæ dicuntur *Consonantia*, & singula singulis imposta sunt nomina. Quæ verò nimium compositæ sunt, auribusque ingratae, *Dissonantia* dicuntur.

§. 90. Simplicissima omnium, quæque nullam admittit compositionem, *Consonantia*, formatur à duabus Chordis æqualibus & æqualiter tensis, vel in genere, cùm inter duos Tonos datur æqualitatis ratio. Ea dicitur *Unisonus*, quia idem Tonus, aut qui videtur idem, ab utrâque Chordâ producitur.

§. 91.

§. 91. Si verò dum una Chorda semel oscillatur, altera duas peragat vibrationes, *Consonantia* inter hos Tonos dicitur *Δια πασών*, *Octava*, Gall. *une Octave*.

§. 92. Si Soni sint inter se ut duo & tria, h. e. Si dum una Chorda duas perficit vibrationes, altera ter eat, terque redeat, *Consonantiam* formant dictam *Δια τρίτε*, *Quintam*, *une Quinte*.

§. 93. Si vibrationum dato tempore productarum numeri sint ut tria ad quatuor, habebimus *Consonantiam* dictam *Δια τεσσαρων*, *Quartam*, *une Quarte*.

§. 94. *Ditonus*, *Tierce majeure*, dicitur *Consonantia* cujus Toni sunt inter se in ratione sesquiquarta, h. e. Si Chorda una quinque peragat vibrationes, dum altera quater oscillatur.

§. 95. Si verò Toni sint ut quinque ad sex, nominabitur *Consonantia* *Sesquiditonus*, *une Tierce mineure*.

§. 96. Toni quorum rationes sunt ut tria ad quinque, aut ut quinque ad octo, efficiunt *Sextas*, *Majorem & Minorem*, *la Sixte Majeure*, & *la Mineure*.

Indè satis curiosum, & quod humanam sagacitatem primâ fronte superare videtur, solvitur

PROBLEMA.

§. 97. *Definire quot, dato Tempore, data Chorda peragat vibrationes.*

Illud tribus modis solvit Dominus Sauveur.

§. 98. I°. Sumpsit Chordam chalybeam, ejus crassitie, ut quadraginta ejus pollices, essent ponderis viginti granorum, cum unâ tertiâ parte. Ea quadraginta & duos pedes longa, & pondere decem librarum tensa, quater ibat, & quater redibat, in uno minuto secundo. Eadem Chorda, eodem pondere tensa, & 32. pollices, sive duos pedes cum duabus tertiis partibus longa, erat quàm proximè ad *Unisonum* cum fistulâ 4. pedes longâ & apertâ. Sed Toni, seu numeri oscillationum sunt inversè ut Chordarum longitudines. Si ergò hæc proportio instituat; Ut Chorda 32. pollicum; Ad Chordam 42. pedum, seu 504. pollicum: Ita octo oscillationes; Ad 126. qui est numerus vibrationum *Fistulæ* 4. pedes longæ. Unde notâ relatione hujus Toni cum aliis, noscetur numerus vibrationum cujuslibet alterius Toni. Sic si velimus scire quot pedes longa sit *Fistula* quæ centies, intra unum minutum secundum, vibratur, dicendo; Ut 100. vibrationes; Ad 126. vibrationes: Ita 4. pedes; Ad 5¹⁰⁰ pedes; ea invenietur paululum major quinque pedibus.

§. 99. II°. Alio etiam modo & illo quem mox retulimus ingeniosiori idem exequitur. *

* *Hist. Acad. Reg. Scientiarum. A. 1700. p. 171.*

Si duæ fistulæ, quarum Toni efficiant consonantiam ab Unifono parum diversam, v. g. Ditonum, aut Sesquiditonum, simul Sonum edant, videtur Sonus communis in certis instantibus intensior, eaque instantia æqualibus intervallis a se invicem distant. Cujus Phænomeni causa non est difficilis; In iis instantibus Sonus est fortior, quia vibrationes, quæ antea separatim agebant, tunc conjunguntur, h. e. fibræ simul eunt, & duplici ictu aurem afficiunt. Tubi illi, cum confunduntur Toni, dicuntur à Musicis *plaudere, battre*, & conjugium illud Sonorum, *plausus, des Battemens*. Fistulæ sumuntur quorum Toni sint ferè ad Unifonum, quia plures sunt Vibrationes separatæ; pauciores conjunctæ: hæ igitur facilius ab aure distinguuntur, cum longioribus distent intervallis. Sique duo Tubi non sufficiant, tres sumi possunt.

Sumantur tres fistulæ, quarum duæ primæ Ditonum sonent, prima verò & tertia Sesquiditonum. Plaudunt prima & secunda post quatuor illius, quinque hujus vibrationes. Conjunguntur Soni primæ & tertiæ, post quinque unius, & sex alterius vibrationes. At, ut simul eant prima & tertia, requiruntur viginti quatuor istius, & viginti quinque illius vibrationes. Trium verò fistularum Soni confunduntur post 20. primæ, 25. secundæ, & 24. tertiæ vibrationes.

Si ergò tales Tubi sumantur, quales tres simul plaudant quater in uno minuto secundo, non verò sæpius aut rarius, indicio erit breviorum fistulam 100. longiorem 80. alteram 96. peregrisse vibrationes intra id Tempus. Et ex relatione horum Tonorum cum aliis, noscetur numerus vibrationum cujuslibet alterius Toni. Sic compertum est fistulam apertam 5 pedum efficere intra minutum secundum 102 vibrationes.

§. 100. III^o. Tertiâ viâ idem adhuc invenit Musicus Ingeniosissimus. Et in hæc non modo magnam Musicæ notitiam, sed & non exiguam Geometriæ reconditoris peritiam ostendit. Verùm cum in eâ Chordæ oscillantis centrum oscillationis requirat, aliaque supponat Mathematicis tantum nota, hanc Methodum consultò omittimus; hoc unicum adjunctes Collarium.

§. 101. Coroll. Inde erui potest *Unda cujuscunque latitudo*. Nam Fistula quinque pedum, eundem Sonum edit cum Chordâ quæ bis & centies it & redit intra unum minutum. Intra quod tempus Sonus percurrit 1080. pedes. Dividendo igitur 1080. per 102. inveniemus Undam esse æqualem 10^o pedibus, h. e. circiter duplæ longitudini fistulæ. Unde potest concludi, *latitudines Undarum, in omnium apertarum fistularum Sonis, æquari duplis fistularum longitudinibus.*

PROPOSITIO XV.

Alias Sonorum differentias explicare.

§. 102. Sonos vidimus differre *Asperitate & Lenitate*. Asper autem est Sonus, quum Corpus Sonorum variis constat partibus quarum vi-

bra-

brationes aut Toni nullas efficiunt inter se Consonantias, sed potius Dissonantias. Quoties enim id contingit, toties ex junctis illis dissonantibus & discordibus vibrationibus, resultat Asperitas in Sono. Asperum edunt igitur Sonum corpora ex partibus heterogeneis composita, aut quorum textura non est uniformis.

§. 103. Differunt *Obtusitate & Suavitate*. Obtusus verò Sonus in eo consistere videtur, quod Sonanti Corpori desit Vis Elastica, ita ut debiles tantum peragat vibrationes, aut quòd ejus partes ita sint inter se complexæ atque irretitæ, ut aliæ aliarum vibrationes impediunt. Sic lignum viride aut humidum, Obtusum habet Sonum, quòd aqua tremoris incapax, in ejus poris contenta, non permittat ut ejus partes peragant vibrationes proportionatas ictui impresso. Potest etiam Soni Obtusitas ex eo oriri, quòd, propter nimiam corporis densitatem, ejus partes liberè vibrare nequeant. Ea est verisimiliter causa Obtusitatis Soni auri, & quorundam metallorum.

§. 104. Cum *Stridulitas*, ut jam diximus, sit Asperitas in Sono admodum acuto, facile percipitur quænam sit ejus causa; apparet etiam quare auribus tantoperè sit injucunda. Acutus enim Sonus, ut vidimus, velocissimas in aure excitat vibrationes, & frequentissimas. Asper autem eas excitat dissimiles & discordes, undè partes periculum subeunt sese alias ab aliis separandi, quod in mente gratas sensationes excitare nequit.

§. 105. Hinc satis intelligitur, quid sint Sonorum Suavitas, Claritas, & Lenitas. Quæ omnia cum parvi sint momenti, & satis per se clara, fufius demonstrare inutile foret.

PROPOSITIO XVI.

Sonos explicare quales sunt in variis Corporibus Sonoris.

§. 106. Nunc quomodò varii, variis in Corporibus, Soni excitentur explicandum venit; ac 1^o. Videamus quid fiat in *Fidibus*.

§. 107. Hæ Sonum producant, cum plectro aspero & resinâ illito, aut ungue, aut plumulâ, vel aliter incurvantur. Tunc elongantur, Tensio in singulis partibus producitur, cumque illæ sint Elasticæ, ubi primum sibi relinquuntur, sese reducere conantur, & varias peragunt vibratiunculas, dum tota Chorda suas peragit vibrationes. Oscillando comprimunt ærem, in illo excitant Undas, uno verbo sonant.

Quòd singulæ partes suas habeant vibrationes, jam de omni Sonante Corpore probavimus. In Chordis autem, licet minus evidens primo intuitu videatur, probatur tamen, ex eo quod duæ Chordæ perfectè in omnibus similes, præterquam in texturâ aut materiâ, similes omninò peragant vibrationes totales, Sonos tamen diversos edant.

§. 108. Si *Campana* malleo feriatur, & tota vibratur, & singulæ partes tremunt, ut ex dictis satis patet. Tota Campana Ovalem induit figuram, dein

dein

dein ex Elasticitate redeundo, Circularem, postea Ellipticam, sed cujus major axis est in eadem lineâ in quâ prius fuerat minor. Interea singulae partes agitantur, tremulum aëri motum communicant, fonant, & Sonus propagatur.

§. 109. Idem fit in omnium Elasticorum Corporum percussionibus. In Pneumaticis verò Instrumentis res peraguntur ut in *Fistulâ*. In hac autem aër per tenuem rimam impellitur, ibique comprimitur. Aër ille compressus, & expulsus, pellit & comprimit aëris partes vicinas, illaque ulteriores. Dum verò omnes dilatantur, formant aëris Undas, quæ ex rimâ illâ egressæ, Tubum ingrediuntur, & ejus fibras motu tremulo agitant. Hæ fibræ, quæ Elasticæ esse debent, resonant & Sonum augent. Aër autem nunc per unum, nunc per alterum foramen egrediens variis modificatur Tonis.

§. 110. A cæteris Instrumentis nonnihil differt clavis, in cujus foramen aër intromittitur, unde oritur *Sibilus*. In illo tenui canali aër comprimitur, & quidem magnâ vi; Magnâ vi etiam se restituit, & fiunt alternæ compressiones ac dilatationes aëris, Sonum Acutum producentes, ob velocitatem compressionis acquirunt.

§. 111. Si baculus lentè per aëra moveatur, aëris partes à parte anteriori pulsæ, in posteriorem vacuum factam motu circulari tendunt, nullaque fit compressio. Si vero *flagellum* velocissimè moveatur, ita subitò poterit aëris particulis occurrere, ut illæ cedere necesse vicem solidi corporis expleant, & comprimantur, ac postea sese dilatantes Undas in aëre producant. Indè oritur Sónus, qui Acutus esse solet. Nam aëris particulæ magnâ vi compressæ, magnâ velocitate sese restitunt, frequentesque peragunt vibrationes.

§. 112. Si alicubi aër condensatus sese dilatet, tunc necessariò comprimet aërem vicinum. Ille condensatus magnâ vi irruit in medium, ubi aër sese dilatavit. Sic irruendo comprimitur in illo medio, ejusque particulæ aliæ in alias impingunt. Reflectuntur, & rursus medium continet particulas aëris dilatatas. Sic fiunt alternæ aëris compressiones ac dilatationes, fiunt itus & reditus, fit Sónus. Casus ille evenit, cum exploditur *Tormentum Bellicum*. Pulvis pyrius magnam continet aëris condensati copiam*, qui explosione rarefit, tum quia carceribus apertis, conatur sese ex statu violento expedire, tum quia in immensum ferè crescit, calore ignis, ejus Elasticitas. Fiunt ergò itus & reditus, Sonum intensissimum producentes; Scil. particulæ magnum spatium percurrunt. Eodem modo *Tonitrus*, *pulveris fulminantis*, *fermentationum*, &c, excitantur Sonitus.

§. 113. Sed nullus est inter omnes Sonos qui majori attentione dignus sit, *Voce humanâ*. Loquelæ utilitatem, dicam-ne, an necessitatem commendare inutile foret. Ea est medium quâ formam corpoream induunt cogitationes. Quænam sit igitur Vocis formatio, videre necesse est.

§. 114.

* Vid. Dissert. de Effervescentiâ *Celeb.* Bernoulli, in quâ Peritissimus Geometra experimento demonstrat, unum quodque pulveris pyrii granum continere aërem naturali centies densiorem.

§. 114. * Aëris à Pulmonibus inspirati expiratione formari vocem nemo dubitat. Aër autem pulmones ingrediens, aut ex iis egrediens, deferitur per Canalem *Tracheam arteriam* dictum, qui ex innumeris Canaliculis formatur. In ejus extremitate superiori datur rimula tenuis, unam circiter lineam lata, quæ ad arbitrium plus minusve potest aperiri, & *Glottis* dicitur. Cum igitur aërem expiramus, eum impellimus per varios Pulmonum Tubulos, Tracheamque ita ingreditur, ut angustis canaliculis relictis, latiore subeat. Ex Tracheâ egrediens, necessariò appellit ad *Glottidem*, ibique comprimitur & velocissimè transire cogitur. Motum igitur tremulum acquirit, & pulsando *Glottidis* labra similem motum ipsis communicat, eorumque *Elateria* excitat; Undè Sónus debet oriri. Varii autem nascuntur Toni pro variâ *Glottidis* aperturâ, quæ ut omnes formet Tonos, qui ab homine edi possunt, in 9632. partes dividi debet. Aër ille tremulus & ad certum Tonum determinatus, in os & nares impingens, cogit eas resonare, Sonum augere, ipsumque modificare.

† Hæc igitur penitus voces, cum Corpore nostro
Exprimimus; rectoque foras emittimus ore,
Mobilis articulat verborum dadala lingua,
Formaturaque laborum pro parte figurat.

Glottidis enim apertura, *Linguae* motus varii, *Dentium* ac *Palati* situs & reflexiones, *Labiorumque* formatura, varias generant litteras, quæ idcirco *Cutturales*, *Linguales*, *Dentales*, *Palatinae*, & *Labiales* dicuntur.

§. 115. *Scholium*. Ut plurimum in *Physicis* notâ *Phænomeni* causâ, cessat ejus admiratio, hic verò crescit. Quid mirabilius, quàm unam lineam in novem mille & plures dividi partes. Quanta auris *ἀνεπίστα* quæ facillè percipit discrimen, cujus origo est novemillesima pars unius lineæ. Adoranda est Summi Creatoris industria, qui simplicissimum simul & inimitabile conficere potuit Organum. Inimitabile, quippe humanam industriam longè superans. Simplicissimum, quo, scilicet, unico formantur innumeri Toni, Tonorumque inflexiones, quæ infinitum Tuborum numerum requirere videbantur.

§. 116. *Coroll. I.* Hinc fit, ut puerorum vox acutior ut plurimum sit voce adultorum. Illorum enim fauces minores, *Trachea* minor, *Glottis* minor. Undè aër magis comprimitur, frequentiores subit vibrationes, & *Glottidis* fibræ minores cum sint, acutiorem Tonum debent edere.

§. 117. *Coroll. II.* Si quis diù velit, nullâ intermissâ inspiratione, exclamare, observatur ejus vox semper acutior fieri. Sic etiam *Tauri* mugitus, per certa quasi intervalla ex graviore fit acutior. Cum enim in pulmonibus semper minuatur aëris quantitas, *Trachea* aëri quem defert sese accomodans

D

con-

* Quæcumque de vocis formatione hic leguntur, luculentius et elegantius scripta videri possunt in *Actis Acad. Reg. Scient. An. 1700. 1706. 1707. à Dom. Dodart. Vide & Mersenni Harmon. Univers. lib. 40.*

† *Lucr. IV. 543.*

contrahitur, & minor fit; Pariter Glottis ex parte clauditur, undè acutior resultat Tonus.

§. 118. Cor. III. Voci affinis est *Sibilus*. Fit autem cum contractis labiis, & imminutâ oris aperturâ, aër magnâ vi expiratur. Undè simul pater, & quomodò formetur Sonus, & quare sit tantoperè acutus. Labia enim idem ac Glottis fortiuntur effectum.

§. 119. Coroll. IV. Vocem augent Tubi Stenterophonici, sive *Tuba loquentes*. Sonum intensum reddunt, & eo ipso ad magnam propagant distantiam. Cujus rei multiplex est causa. 1°. Sonus qui aliter in sphaeram spargeretur, in tubo conico contentus nequit dispergi, sed paucis aëris particulis communicatus in singulis major est. 2°. Motus omnis reciprocus, singulis recursibus à causâ generante augetur. Motus autem in Tubis dilatationem Sonorum impediunt, tardius amittitur, & fortius recurrit, propterea quòd motu novo singulis recursibus impresso magis augetur. 3°. Materia Tubi ut plurimum ad reflexionem maximè apta est. Sonus ergò facillè reflectitur, & per varias reflexiones valdè augetur.

PROPOSITIO XVII.

Varia minoris momenti Phenomena explicare.

§. 120. I. Cum aër sit Soni vehiculum, mirum videri poterit, *Sonum per aquam propagari*. Refert tamen Cassendus *, Urinatorum, intra Campanam Urinatoriam, mersum in aquis ad decem Orgyarum profunditatem, non obaudisse prorsus ictus Tormentorum aliquot, quibus solvens è portu navis salutavit, & salutata fuit. Refert etiam De Lanis **, pisces, quoties certa Campana Sonum edebat, solitos fuisse coadunari in certo loco Piscinæ Cænobii Cartusianorum Venetiis. Idem ferè dicit Martialis † de Piscibus sacris stagni Baiensis.

Quid? quod nomen habent, & ad Magistri Vocem quisque sui venit citatus.

Afferit etiam Plinius ††, eos tonitru valdè metuere, quod non metuerent, si auditus sensu privarentur.

Sed cum Aqua Vi Elasticâ prorsus non destituatur, impossibile non est eam Sonorum propagationi esse aptam. Adde quòd Aëris satis magna copia intra aquam contineatur, ita ut Sonus, mediante aère, etiam per aquam propagari possit.

§. 121. II. Notat Merfennus †††, *Sonum tintinnabuli in aquâ graviolem esse quàm in aère*. Cujus rei causâ hæc est, quòd cum aqua magis resistat motui

* *Phys. T. II. p. 368.* ** *Magist. Nat. & Art. Lib. 10. Cap. 2. Exp. 3.* † *Mart. Lib. 4. Epig. 30.* †† *Hist. Nat. lib. 10. Cap. 70.* ††† *Lib. 1. De Nat. Soni. prop. 30.*

motui tremulo quàm aër, efficit ut eodem tempore eadem Campana pauciores peragat vibrationes. Undè oritur Tonus gravior. Sic Pendulum in aquâ oscillans, eodem tempore pauciores peragit vibrationes quàm in aère. Probavimus verò Chordarum oscillationes Pendulorum vibrationibus esse similes.

§. 122. III. *In lacte atque oleo, penitus perit Sonus*. Tanta enim est illorum liquorum viscositas & unctuositas, ut Elaterio prorsus destituti, Sonis propagandis omninò sint impares.

§. 123. IV. Hic satis curiosum occurrit Phænomenon. *Si ex duabus Chordis ad Unisonum attemperatis, & non longè à se invicem distantibus, una pulsetur, altera sensibiliter admodum tremet, imò sonabit*. Chordam se ipsam moventem, & huc illucque latam, absque causâ extraneâ apparente, Chordam saltantem ad alterius Chordæ Sonum videre, jucundum sane est spectaculum, & Magnetis miraculis minimè cedens. Non dubito, quin Thales, si hoc Phænomenon novisset, Chordas animatas voluisset.

Verùm sine animâ facillè explicamus. Cum prior Chorda pulsetur, incurvatur versùs alteram Chordam, format in aère Undam, quæ in quiescentem Chordam impingens, ipsi motum aliqualem communicat. Cum autem Chordæ sint ad Unisonum, eodem tempore suas peragunt vibrationes; Cum igitur prior Chorda redit, eamque sequitur rediens aër, posterior Chorda ex minimo illo motu ipsi communicato, redit quoque, & ab Undâ redeunte adjuvatur, acceleraturque ejus motus. Sic singulis itibus & reditibus acceleratur ejus motus, donec tandem sensibilis, imò æqualis motui Chordæ pulsatae fiat.

§. 124. Eodem modo, licet difficiliùs, succedit experimentum in Octavâ, in Quintâ, in Quartâ, imò quandoque in Ditono, & in ipsis repetitis, hoc est in illis Consonantiis quarum Toni sunt ut 4 ad 1. aut 3 ad 1. aut 8 ad 3. &c. Qui motus eodem modo explicantur.

Nam in Octavâ, singulis binis itibus augetur motus; in Quintâ singulis ternis Chordæ acutioris itibus, augetur ejus motus, undè sensibilis tandem fieri debet.

Motus illi dicuntur Sympathici, quia quædam videtur esse Sympathia inter illas duas Chordas.

§. 125. V. Supposuimus in his graviorem Chordam pulsari, si verò acutior pulsetur, sunt *Motus Harmonici*.

Tunc Chorda pulsata bis vibratur, dum altera semel tantùm potest oscillare. Debet ergò motum suum impertiri, mediante aère, huic alterius Chordæ parti quæ æquiditurnas vibrationes suscipere potest. Ea autem pars est Chordæ dimidia. Igitur ex motu illo communicato, dividitur Chorda in duas partes, quæ seorsim suas vibrationes peragunt, dum punctum medium quiescit. Illud autem oculis ipsis videtur. Si in variis Chordæ locis, Chartæ frustulum plicatum imponatur, & Chorda motu harmonico agitur, ubique resilient illa Chartæ frustula, præterquam in medio ubi quiescunt.

De his, eorumque in Musices usibus, videri possunt quæ scripsit Dominus Sauveur, in *Actis & Historia Academia Scientiarum*. Annis, 1701. 1702. &c.

§. 126. VI. Si verò ad Physicas attendamus consequentias, patebit facile, quare voce humanà nonnunquam frangantur scyphi vitrei. Experimentum instituturus, digito leviter percutit scyphum, ut ejus exploret Tonum. Dein voce ad Octavam elevatà, exclamat, & ut plurimum frangitur scyphus. Nam aëris tremor scypho communicatur, & quia vox duplò acutior erat, in duas partes dividuntur scyphi fibræ, inter quas datur punctum quietis, ut mox dictum est. Si ergò Sonus sit intensus, & illi tremores sensibiles, vitrum cedere nescium propter inflexibilitatem suam frangi poterit.

PROPOSITIO XVIII.

Sonitus resonantiam explicare.

§. 127. Sonus nunquam ferè est simplex. Non solum Sonus qui directè à Corpore Sonoro ad nos, sed & ille qui à corporibus vicinis reflectitur, aurem ferit. Tanta est autem Soni velocitas, ut Sonus reflexus à Corporibus vicinis, eodem ferè tempore ad aurem appellat ac directus. Nec auris est satis delicata, ut duos Sonos distinguat tam exiguo Temporis intervallo diffitos. Non id tamen inutile est, vix enim Sonos audiremus, nisi plures simul conjungerentur & confunderentur Soni. Voluit Deus nos parvo commodo, & ferè inutili carere, ut longè utiliori possemus frui.

§. 128. Sonos asserui vix audiri, nisi plures simul conjungerentur. Sic in valle, per varias reflexiones, Sonus incredibiliter intensior est quàm in monte, & hæc differentia longè major est, quàm quæ posset oriri ex variâ aëris densitate. Si in medio aëre Chorda, sive digitis, sive scamnullis tendatur & pulsetur, vix audietur ejus Sonus. Supponatur Chordæ corpus aliquod concavum & resonans, mirum in modum augebitur Sonus. Hoc experimento edocti Musicorum Instrumentorum Artifices solent corpus concavum & ligneum fidibus subicere. Concavum, quia Chordarum Sonus in concavitate sæpiùs reflectitur. Ligneum & resonantissimum, ut singulæ reflectiones Sonum magis augeant. Romani Theatra sua Clypeis aheneis circumdare solebant, quibus Actorum vox ita corroborabatur, ut à toto populo posset audiri.

§. 129. Si corpora reflectentia certam habeant proportionem, eamque harmonicam cum Corpore Sonoro, Sonum longè faciliùs reflectent, & Consonantias efficient suaves, aurique gratissimas. Sic Instrumenta Musica, si Chordæ certis aptentur Tonis, longè meliùs & suaviùs resonant, quàm si aliis aptatæ sint. Ideò solent Musici Chordas suorum Instrumentorum, certo semper Tono accommodare: lignum enim eo modo sic disponitur, ut ejus vibrationum numerus proportionem faciat harmonicam cum Fidium Tonis.

§. 130. Imò, fieri potest ut corpora reflectentia ita sint apta ad Sonum producendum, ut Sonum fortiolem reddant reflectendo, & hic vincat.

vincat Sonum directum, solusque audiatur, aut saltem directum mutet & modifcet. Manuum plausus Sonum edunt cavum & obtusum. Si tamen manibus plaudas in conclavi, in quo plura sint vasa argentea, Sonum audies clarum & argenteum.

§. 131. In genere certum est corporum vicinorum resonitus admodum mutare Sonos, & curiosa satis inde explicari Phænomena, quæ, brevitatibus causâ, omittere cogimur.

PROPOSITIO XIX.

Echus phænomena explicare.

§. 132. Si corpus reflectens Sonum sit proximum, simplex fit resonitus; si verò vox reflexa ad aurem perveniat aliquantò post directam, generatur Echo. Echo enim

— — — — — qua nec reticere loquenti,
Nec prior ipsa loqui didicit,

nihil aliud est quàm vocis repetitio qua ovitur ex Soni reflexione. Si aëris Undæ sese expandentes, in aliquam superficiem duram & reflexionis capacem impingant, necesse est illas reflecti ad angulos angulis incidentiæ æquales, ita ut pars illa quæ perpendicularitèr in superficiem incidit, perpendicularitèr etiam reflectatur, undè ad aurem perveniens, iterum auditur eadem vox; hinc fit ut Echo dicatur *Vocis imago*. Tres igitur esse debent in corpore reflectente conditiones. 1°. Debet esse durum & reflexionis capax. 2°. Debet esse politum, ne vocem reflectat cum tremoribus diversis ab iis quibus eundo afficiebatur. 3°. Debet esse remotum, ne ita prompta sit reflexio, ut simplex resonitus, non Echo generetur. Quæ tres conditiones, si reperiantur,

poterit vox missa reverti.

§. 133. Rem sic explicat Lucretius, eodem ferè ac nos modo, licet ex diverso principio.

* Pars solidis adlisa locis, rejecta Sonorem
Reddit, & interdum frustratur imagine verbi.
Quæ, bone, cum videas, rationem reddere possis
Tute tibi atque aliis, quo pacto per loca sola
Saxa pareis formas verborum ex ordine reddant,
Palantes comites cum monteis inter opacos
Querimus, & magna dispersos voce ciemus.
Hæc loca capripedes Satyros, Nymphasque tenere
Finitimi fingunt, & Faunos esse loquuntur,

* Luc. IV. 570.

D 3

Quæ

Quorum noctivago strepitu, ludoque jocanti
 Adfirmant vulgò taciturna silentia rumpi,
 Chordarumque Sonos feri, dulcesque querelas,
 Tibia quas fundit digiris pulsata Canentam.
 Et genus agricolùm latè sentiscere, cum Pan,
 Pineæ semiferi capitis velamina quasans,
 Unco sæpè labro, calamos percurrit hiantes,
 Fistula sylvestrem ne cæset fundere Musam.
 Cætera de genere hoc, monstra ac portenta loquuntur,
 Ne loca deserta ab Divis quoque fortè putentur
 Sola tenere, idèò jactant miracula dictis,
 Aut aliquà ratione alià ducuntur: ut omne
 Humanum genus est avidum nimis auricularum.

§. 134. Atque hic mihi temperare non possum, quin referam id quod accidit cuidam Cardani amico. Ille cum iter ageret juxta flumen, nec vadium sciret, exclamare coepit, *Oh!* cui responsum est *Oh!* Cumque existimaret hominem esse, Italicè interrogavit, *Onde devo passat? passa* responsum est: Tum ille, *qui?* responsum tulit *qui*; At ibi cum profundo gurgite admodum perstreperent aquæ, ille territus iterum interrogavit, *devo passat qui?* responsum est, *passa qui*; & sæpius idem interrogans, idem responsum tulit. Quare cum inter metum & necessitatem natandi esset, noxque obscura & intempesta urgeret, Cacodæmonem aliquem sibi velle persuadere, ut se in torrentem illum præcipitaret, existimavit. Indè igitur reversus, rem Cardano narravit, qui aliquid suspicatus, cum ipso locum adiit, ubi inventum est Diabolum interrogatum ultimas semper syllabas repetere, nihilque præterea; quod metum in cachinnos mutavit.

§. 135. Sed, his missis, ad Physicam Echonum causam revertamur. Sunt Echones quæ unam tantum, eamque ultimam repetunt syllabam, aliæ duas, aliæ tres, aliæ plures, sed semper ultimas. Constat apud Philosophos illas plures repetere syllabas, quæ longius distant. Nam si Echum monosyllabam appellem, & elatâ voce exclamem *Echo*, prolata syllaba *E* tendit v. g. ad murum aliquem, ibi reflectitur, dumque redit ad aurem profero syllabam *Cho*, ita ut syllabam *E* redeuntem non audiam, quia ejus Sonus extinguitur, ut ita dicam, majori Sono syllabæ *Cho*. Dum verò hæc redit, taceo, ea igitur auditur, & quia ea unica auditur, Echo dicitur monosyllaba.

§. 136. Si Echo sit dissyllaba, distinguamus quinque Tempora. In 1°. profero Syllabam *A* vocis *Amice*.

In 2°. profero syllabam *mi*, eaque it, dum syllaba *A* in murum impingens, partem spatii redeundo percurrit.

In 3°. Instanti, h. e. cum profero syllabam *ce*, syllaba *A* redit, aurem ferit, nec auditur; syllaba *mi* in murum impingit, & syllaba *ce* partem spatii eundo percurrit.

In 4°. Instanti, taceo, syllaba *mi* aurem ferit & auditur, syllaba verò *ce* ad murum appellit, & reflectitur, aurem motura in 5°. Instanti.

§. 137.

§. 137. Eodem modo ratiocinandum est, de iis muris qui longius distantes, plures repetunt syllabas. Eorum autem distantiam variè, per experientias, definiunt Authores. Plerique 100. pedes requirunt pro Echone monosyllaba; Mersennus vult pedes plus minusve 70. aut 80. Eam calculo sic definimus. Quoniam Sonus in uno minuto secundo percurrit 1080. pedes, eoque tempore vocem heptasyllabam licet pronuntiare, Echo debet distare 540. pedibus, ut sit heptasyllaba. Tantum enim temporis Sonus insumit eundo, quantum redeundo. Echo ergò monosyllaba requirit 77 pedes, prorsus ut vult Mersennus. Echones igitur, quæ carmen hexametrum, seu 15. syllabas repetunt, distare debent 1055. pedibus. Vox igitur intensa esse debet, quæ ad tantam distantiam ire, & ex illâ redire possit.

§. 138. Si ex mutato aëris statu, mutetur aëris velocitas, evidens est calculum supra positum corrigi debere. Si Sonus duplò lentior evaderet, murus duplò minus distans, eundem syllabarum numerum repeteret, aut idem murus duplò plures syllabas redderet. Sic narrat Mersennus †, se in *Valle Montmorentiâ*, juxta ædes Ormessonias, observasse Echum, quæ die septem, nocte 14. redderet syllabas. Sed ad id non sola Soni tarditas, sed & intensitas conferre potest. Notat enim Mersennus, se nocte longius recessisse quàm die. Vox autem nocte intensior ad longiorem distantiam pervenire potest.

§. 139. Verum, quoniam Soni velocitas, eodem remanente aëris statu, aut eo parum mutato, eadem remanet, aut parum mutatur; hinc Echo distantibus mensurandis inservire potest. Sic si latitudinem fossæ Urbis velimus metiri, verba quædam pronuntianda sunt ex margine exteriori, quæ à muro reflexa, latitudinem indicant, prout plures aut pauciores redduntur syllabæ.

§. 140. Sunt & aliæ Echones quæ non modò plures, sed easdem syllabas pluribus vicibus repetunt. Sic Athenis in Porticu vox sexies reperebatur, Ægypti prope Pyramides septies, Ticini quater & decies. Narrat Gassendus *, se explorasse Echum mirabilem, quæ erat ad Carentonem, ubi nunc est Carmelitarum Cœnobium. Ædificium erat quadrato-longum tectoque carens, in quo vox, si ab alterutro extremo pronuntiaretur, decies & septies reddebatur, è medio verò pronuntiata, toties ab utroque extremo. Imò quibusdam validiore voce præditis vox vigesies septies reddita est. Sed mirabilior adhuc datur Echo Simonetæ prope Mediolanum, quæ formatur à duobus muris parallelis, intra quos si voce altiori verba quædam pronuntientur, sexagesies, imò sæpius repetuntur.

§. 141. De his Echonibus, sic Lucretius.

*Sex etiam aut septem loca vidi reddere voces,
 Unam cum jaceres; ita colles collibus ipsis
 Verba repulsantes iterabant dicta referre.*

Quam Poëtæ explicationem ambabus ulnis amplectimur. Fieri enim

* Lib. 3. De Motu & Sonis Chordarum. Prop. 21. † Ibid. Cor. 3.

potest, ut vox ex uno loco in alium, & ex illo in alium reflexa, toties ad aurem perveniat, quoties reflectitur. Sed Echones Mediolanensis & Carantonensis aliter explicari debent. Vox, in his, in unum murum incidens in alium reflectitur, ex hoc in priorem, & ex priori in alterum, & sic alternatim. Eodem modo, quo duobus speculis ad parallelum dispositis, innumeræ ejusdem objecti cernuntur imagines.

§. 142. Soni reflexio rarum, & quod statim explicatu difficillimum videtur, exhibet Phænomenon. Dantur Aulæ insignis longitudinis, nec mediocris latitudinis, in quarum altero extremo, si quis submissâ voce loquatur, clarè auditur ab amico, in alterâ extremitate locato, dum qui in mediâ stant Aulâ nullam percipiunt vocem. Talis est Mantuæ Aula Gigantum dicta; Brixiae Aula Prætoriana; Parmæ Theatrum; Romæ Cuppula magnificæ ædis Divi Petri. Eæ Aulæ figuram habent Ellipticam. Ellipseos autem hæc est proprietas, quod in ejus axe majore sint duo puncta, *foci* dicta, à quorum uno si tendant radii ad circumferentiam, & ibi ad angulos angulis incidentiæ æquales reflectantur, iterum in altero foco coalescunt. Vox igitur ex uno foco emissa, seu æris Undæ in circumferentiam Ellipseos impingentes, reflectuntur ad alterum focum, ibique ab amico distinctè audiuntur voces.

§. 143. Imò, licet Aulæ forma non sit Elliptica, si fornix sit circularis & accuratè polita, ut Cuppula Divi Petri Romæ, Undæ æris poterunt motum circulaem acquirere, per fornicem repere, & sic ad aures amici pervenire, astantibus in medio nihil audientibus.

Et hæc sunt præcipua, quæ extra nos Sonus producit Phænomena. Cætera consulto omittimus, tum ne in immensum crescat Dissertatio nostra, tum quia ex nostrâ hypothesi facillè possunt explicari.

Supereff igitur ut de Sono quatenus est in nobis pauca dicamus, æ 1°. De Sonorum perceptione agamus.

PROPOSITIO XX.

Aurem describere, ejusque usum exponere.

§. 144. Auditus Organum auris est, nemine refragante. Ea autem singulari artificio, præ cæteris sensationum Organis, fabricata est.

§. 145. Primò adest *Auricula*, figurâ Ovali, & Cartilagine constans, interius cava, & ad modum Cochleæ sinuata, contracta in angustiore meatum, primò cartilaginofum, dein osseum. Hic *Meatus Auditorius* dici solet, ex quo cum Auriculâ constituitur *Auris Externa*; cum reliquæ partes, mox describendæ dicantur *Auris Interna*. Separatur hæc ab illâ, membranâ tenui, siccâ, & pellucidâ, quæ annulo osseo, & Elliptico obliquè affigitur.

gitur. Nec deest Chorda nervea transversim obtenta, ut reperitur in Tympanis vulgaribus, undè à similitudine nomen accepit, & dicitur *Membrana Tympani*. Hanc sequitur *Capsa* ossea, figurâ ovatâ, seu sphaeroideâ. Ea tanquam Aulæo, ramulis nerveis undique ferè obtegitur. In hac autem videntur, præter tria officula mirabili figurâ prædita, musculi plures, unus canalis, duæque fenestrellæ. Officula, ob figuram, dicuntur *Malleus*, *Incus*, & *Stapes*; ad quæ varii musculi tendunt. Canalis dicitur *Aqua-ductus*, & ab ore ad aurem aditum præbet. *Fenestrella* in posteriore Tympani pariete excisæ, suisque pelliculis obtectæ, sunt una *Ovalis* & superior, altera inferior & *rotunda*. Illi Stapetis basis innititur, eamque occupat. Hæc ad Labyrinthum ducit. *Labyrinthus* pluribus constans gyris & mutuis sinibus concurrentibus, exinde nomen accepit. In tres vulgò dividitur partes. Prima sese offert *Vestibulum* ad quod aditus patet per duas fenestrellas. In hoc quinque patent Ostiola in tres excavationes osseas & *Semi-circulares* ducentia. Una est horizontalis, aliæ verticales. Unum præterea ostiolum viam facit in Canalem osseum, qui ductu spirali circumflexus, gradatim decrefcens, in cuspidem desinit, & *Cochlea* dicitur. Cujus canalis spiram sequitur lamina quædam ossea tenuissima, membranâ nerveâ subtilissimâ investita, quæ præcipuum & immediatum est Auditus Organum.

§. 146. Singularum partium usus notare, & singulas proprietates exponere longum foret. Nulli præterea sunt Authores de Humano Corpore agentes, qui eas fusè non explicarint. In genere dicere sufficet, ærem tremoribus variis agitatam suas vibrationes in Meatu Auditorio sensibiliores redditas Tympano communicare, undè æri interno, & in Capsâ contento communicatæ, per varios anfractus & Canales sinuosos corroborantur, antequam laminae spiralis, seu ejus membranæ fibras moveant.

§. 147. Verisimile admodum est fibras singulas hujus laminae varias tensiones, longitudines, crassitiesque habere, ut singulæ singulis Tonis respondeant. Cum igitur Sonus aliquis externus certo Tono affectus, Chordam ad Unisonum attemperatam movere possit, pariter fibrillam aliquam suo Tono respondentem in aure movere, & prout intensior erit aut remissior, majores vel minores in eâ excitare vibrationes poterit. Motus ille Nervo Acoustico, (cujus expansio est supradicta membrana,) communicatur, undè, spiritibus animalibus mediantibus, ad cerebrum usque transfertur.

§. 148. Sonorum hucusque varios status physico consideravimus oculo. Eos ex corpore Sonoro mediante ære in aurem, ex aure per spiritus animales in cerebrum deduximus. Sed Physico ulterius progredi cupienti, invictum obstat repagulum. Hic deficit Physica, hic tacet, hic obmutescit. Quomodo Soni ex cerebro in Animam transeunt? Quomodo ex motu generatur sensatio? Nullus est ær intermedius, nulli sunt spiritus animales è Cerebro in animam Sonos deducentes. Per figuras & motus explicari nequit tam mirandum Phænomenon. Ad Sapientissimi

Creatoris bonam & primariam voluntatem confugere cogimur, ultimum Physici causas ignorantis asylum; sed ignorantiam nostram hic fateri quare puderet? Sumus omnes in hac ignorantia Socii.

§. 149. *Coroll.* Sed quare, licet duabus auribus præditi, unicum tamen audimus Sonum? Hæc quæstio circa oculos non raro mota est, sed hujus solutiones auri accomodari nequeunt. Alia igitur quaerenda est.

Unisonum vidimus esse Consonantiam simplicissimam, & ita simplicem, ut plurimi Musici Consonantiæ nomen ipsi recusent, ac reverâ qui duos Sonos ita similes audit, unum Sonum audire sibi videtur. Cum igitur corpus aliquod sonat, licet unicam fibram in quâlibet aure moveat, eas tamen fibras movet, quæ ad Unisonum sunt attemperatæ. Duæ igitur indè oriuntur sensationes, sed ita similes, ut pro unicâ habeantur, & unicus audiatur Sonus. Damus conjecturam, verisimilem quidem, conjecturam tamen.

— — — Si quid novisti rectius istis,
Candidus imperti, si non, his utere mecum.

Hor. Epist. VI. Lib. I.

PROPOSITIO XXI.

Rationem reddere cur placeant Consonantiæ, displiceant Dissonantiæ.

§. 150. Corporum motorum Leges sunt Physico - Mathematicæ; Animæ quædam respuentis, quædam amantis Regulæ sunt Ethico - Logicæ. Indè explicare debemus quare placeant Consonantiæ, displiceant Dissonantiæ, & ad amœnitatum Metaphysicam ascendere.

§. 151. Animæ placent simplicia, quæ eam non defatigant; placent quæ varia sunt, & nimiam uniformitate eam tædio non afficiunt. Si quæ perceptio simplex & varia simul esse possit, & duas illas diversas qualitates in se conjungere, tunc Animæ inter alias omnes placebit, eamque in admirationem rapiet. Varietas igitur à simplicitate nimium distare non debet, aut confusa, complicata & compositior erit.

§. 152. Sunt perceptiones, quæ ex se ipsis nullo modo gratæ, Animæ tamen placent, tum quia cum aliis gratis sæpissimè conjunctæ fuerunt, tum quia earum memoriam revocant. Undè dignæ sunt, quæ in gratiarum numerum collocentur.

§. 153. Ut ea Tonorum relationibus applicemus, simplicissimæ sunt relationes, quæ inter numeros 1 & 1; 1 & 2; 1 & 3; vel 2 & 3; 3 &

4; 4 & 5; 5 & 6; intercedunt. Eæ autem sunt ipsissimæ proportionēs, quas habent inter se Toni Consonantias formantes. Proportio 6, 7; jam incipit esse compositior, & Anima labore quodam indiget ad eam imaginandam.

§. 154. Placent tamen Consonantiæ quarum Toni sunt ut 8. ad 9. aut 9. ad 10. Sed longè minus placent prædictis & principibus, ut ita dicam, Consonantiis. Imò idèd tantum placent, quia cum iis habent rationes affinitatis; sic 8, 9. est differentia 2, 3; & 3, 4. Nam 2, 3; & 3, 4; sunt ut 6, 9; & 6, 8; inter quas differentia est 8, 9. Pariter placet Consonantia 8, 5. quia complet Octavam Consonantiæ 5, 4. quæ suâ naturâ, est ex numero illarum quæ placent.

§. 155. Possunt etiam placere Toni, quorum itus aurem afficientes sæpius conjunguntur, neque organum suâ discrepantiâ exasperant: Ita ut suavitas oriatur ex hujus coalitionis frequenti repetitione. Duo Toni placent, si eorum plausus, [de quibus §. 99.] ita sint frequentes, ut auri fiant insensibiles. Idèd Unisonus placet, quia in illo plausus sunt creberrimi, imò totus est plausus. Octava sequitur, in quâ tot sunt concordēs itus, quot discordēs. In Quintâ rariores adhuc sunt plausus. In cæteris Consonantiis minus frequenter simul recurrunt Chordarum vibrationes. In Dissonantiis verò, ita raro recurrunt, ut aurem lædant discordēs illæ, & irregulares vibrationum conjunctiones. Sic si duæ Chordæ quarum longitudines sunt incommensurabiles, quarum v. g. una lateri, altera diagonali quadrati æquatur, Sonitum simul edant, Toni earum erunt incommensurabiles, hoc est, nunquam confundentur earum vibrationes, Dissonantiam quoque efficient injucundam, & omnino displicentem.

§. 156. Nemini non notæ sunt vulgares Musicorum notæ, *UT, RE, MI, FA, SOL, LA, SI, ut.* Earum artificium paucis detegendum est. Veteres Musici quatuor tantum Consonantias noveant, Unisonum, Octavam, Quintam, & Quartam. Recentiores sex & plures agnoscunt. Vocem per gradus elevantes à Tono graviore ad altiorem, id quærentes, ut gratas inter se consonantias Toni illi formarent, seriem Tonorum invenerunt, quos septem notis supradictis designarunt; non per æqualia intervalla ascendentes, sed aurem consulentes, ut gratas efficerent Consonantias, *UT, RE; UT, MI. &c.* Indè divisa est Octava in varia intervalla, quæ ab ordine notarum quibus designantur Toni nomen acceperunt. Sic, *UT, RE*, dicitur *secunda*, quia nota *RE* est ordine secunda, estque Consonantia cujus Toni sunt ut 8 ad 9. *UT, MI*, dicitur *Tertia*, & est Ditonus. *UT, FA, Quarta*, est Diatessaron. *UT, SOL, Quinta*, est Diapente. *UT, LA, Sexta*, est Consonantia cujus Toni sunt ut 3 ad 5. *UT, SI*, dicitur *Septima*, & ejus Toni sunt ut 5 ad 9. *UT, ut*, denique est *Octava* & Diapason. Ita ut Toni notis *UT, RE, MI, FA, SOL, LA, SI, ut*, designati respondeant numeris 24, 27, 30, 32, 36, 40, 45, 48. Numeri 24 & 27, sunt ut 8 ad 9, & dicitur hæc Consonantia *Tonus major*. Numeri 27 & 30, sunt ut 9 & 10, & dicuntur *Tonus minor*.

minor & Numeri 30, & 32 sunt ut 15. & 16. suntque *Semitonus*. Ea sunt Octavæ Elementa, Toni tres majores, UT, RE; FA, SOL; LA, SI; Toni duo minores, RE, MI; SOL, LA; & *Semitoni* duo MI, FA; SI, *ut*.

§. 157. Ut nunc Consonantiarum amoenitatis Physicam afferamus causam, supponendum est Animam tunc gratas habere perceptiones, cum Corporis partes benè valent, ingratas cum illæ sunt in deteriori statu, aut alicujus separationis periculum subeunt. Hoc posito, si demonstremus Dissonantias Laminæ spiralis fibras quasi dilaniare & dilacerare, evidens erit eas menti displicere debere, secus Consonantias.

§. 158. Si simul duo Toni UT, RE, qui Consonantiam Dissonantiæ proximam efficiunt, si inquam, hi duo Toni simul excitentur, cum fibræ ipsis respondentes sint sibi invicem proximæ, & earum oscillationes heterochronæ, dum alia in unam partem vibratur, alia vibratur in alteram; undè coguntur dissociari, & quasi à se invicem removeri, quod sine dolore fieri nequit. Pariter Toni UT, SI, licet earum fibræ à se invicem sint distantes, idè sunt ingrati, quia fibra UT mota, movet alteram *ut* ad Octavam, quæ fibræ SI omninò vicina est, & vibrationes peragens planè dissimiles. Pariter displicere debent Toni FA, SI, simul juncti, quia Sonus FA, movet fibram FA, & fibram UT, quæ est ad Quintam, & vicina fibræ SI. In Consonantiis verò, fibræ à se invicem distantes UT, SOL, moventur, nec sese invicem lædunt, è contra motus ille in aure optimè temperatus ipsi est gratissimus.

PROPOSITIO XXII.

Stupendos quosdam Musices Effectus explicare.

§. 159. Fabulæ sunt quæ de Amphione, Orpheo, aliisque narrant Poëtæ. Sed probati Authores, & peritissimi Philosophi quædam referunt iis non multò minùs miranda. Sunt homines qui ad lyræ Sonum animo delinquant, alii dum cultros acuunt dentibus strident, eorumque gingivæ cruorem emittunt. Asserit Aristoteles, Mechanicum quendam in officinâ suâ ferrum assiduè limis polientem, dum ibidem nutriet gallinam ovis incubantem, pullos habuisse qui vertigine laborantes rotabantur. Sed, quod mirabilius est, qui Tarentulis, quæ species est araneorum, morfi sunt, nisi ad saltationem, Instrumentorum Sono, incitentur, sanari nequeunt, sed privati motu & cognitione supini jacent, & è vitâ migrant.

§. 160.

§. 160. Quæ omnia eam explicationem non admittunt quæ ad Mathematicam assurgat evidentiam. Verisimile tamen est fieri per motus sympathicos, §. 124. explicatos. Sic Tarentulæ venenum certam & iniolitam in nervis tensionem producit, quâ spiritibus animalibus omnis intercluditur via, sed eadem operâ nervi tensi tunc certis Tonis respondent, & dum illi Toni excitantur, fremere coguntur; undè spiritibus aperitur iter. Inde sanatio illa Musicalis tam admiranda.

FINIS.



E 3

ADNEXA

ADNEXA.

I.

Sensus fallunt, & non fallunt.

II.

Subiecta & proprietates identificantur.

III.

Unde sequitur essentiam nominalem ab essentiâ reali non differre.
Contra Lockium.

IV.

Mens humana est immortalis.

V.

Haud scio, an pietate adversus Deos sublatâ, Fides etiam & societas humani generis, & unâ excellentissima virtus Iustitia tollatur.

Cic. de Nat. Deor. Lib. 1. Cap. 2.

VI.

Prævisione Dei non tollitur Libertas.

VII.

Angulus contingentia, licet quolibet rectilineo minor, in infinitum est divisibilis, & in infinities infinitum, & rursus in infinities infinities infinitum, & sic deinceps sine fine.

VIII.

VIII.

Exiguum arenula granulum, per totam Fixarum spheram, si sit finita, ita potest diffundi, ipsamque adimplere, ut nullus sit in eâ porus, qui millesimam linea partem superet.

IX.

Planeta moventur in Ellipsis, in quarum foco collocatur Sol, & ad Solem retrahuntur viribus qua sunt reciprocè ut Quadrata distantiarum à Sole. Unde sequitur, Quadrata Temporum periodorum esse ut Cubos distantiarum.

———— en, quas dum primordia rerum
Conderet, Omnipotens sibi Leges ipse Creator
Dixerit, atque operum quæ fundamenta locârit.

X.

Hinc tota Physica Cælestis, hinc Planetarum Distantia, Magnitudines, Vires, Densitates, Gravitates, Corporumque in iis positorum Pondera computantur.

XI.

Æstus maris oritur tum à Luna, tum à Solis actione.

XII.

Quòd Luna major in Horizonte appareat, quàm in Meridiano, causa non est anguli sub quo apparet diversitas, sed diversum mentis Iudicium.

FINIS.