

DISSERTATIO PHYSICA

D E S O N O,

QVAM

PRO VACANTE PROFESSIONE PHYSICA.

Ad diem 18. Febr. A. MDCCXXVII.

PVBlico ERVDITOR. EXAMINI

SVBICIT

CONRADVS EULERVS

A. L. M.

RESPONDENTE

PRAESTANTISSIMO ADOLESCENTE

ERNESTO LVDOVICO BVRCARDIO,

PHIL. CAND.

Basileae.



3

CAPUT I.

D. E.

NATVRA ET PROPAGATIONE SONI.

§. I.

Obscura admodum atque confusa fuit veterum Philosophorum soni explicatio, quantum ex scriptis eorum nobis relictis intelligi potest. Alii cum Ericuro sonum, instar fluminis, ex corporibus sonoris pullatis emanare statuerunt. Alii autem & præcipuis interpretes Aristotelis, latini cum illo naturam soni posuerunt in fractione aeris, quæ oritur ex collisione vehementiori corporum. Inter recentiores HONORATUS FABRI atque CARTESIUS invenerunt sonum consistere in aeris tremore, de isto autem tremore pariter confuse sentiebant. Acutissimus NEWTONUS hanc rem accuratius expendere atque exponere aggressus est, præcipue soni propagationem explicando, verum parum feliciori successu. Arduam ergo hanc de sono materiam, istac in dissertatione tractare, atque pro viribus dilucidare constitui, duobus capitibus eam compre-

Tom. VII. Pars II.

D d

hen-

hendendo. Priore hoc capite scilicet perpendetur, quare sonus consistat, & quomodo ab uno loco ad alium pergetur. In posteriore autem, tres sonum producendi considerabuntur.

§. 2. Antequam autem ipsius soni tractationem grediar, quaedam de aere, utpote soni subjecto praemenda sunt. Aerem concipio constantem ex globulis in parvis, compressis ab incumbente pondere atmosphaerae & tanto gaudentibus elaterio, ut semota vi comprimere sese queat in statum naturalem restituere. Cum itaque aer superioris inferiorem comprimat, prohibeatque globuli aerei extendantur, vis globulorum aereorum elaequatur ponderi atmosphaerae; quocirca eam experiri definire licet, aequalis nempe est, maximo existente pondere atmosphaerae, columnae mercuriali altae 2460. scrupulorum seu millesimas pedis Rhenani, quam mensuram in postea semper adhibebo; sin autem atmosphaera minimo pondere fuerit, aequivalens deprehenditur vis aeris elastici columnae mercuriali altitudinis 2460. scrupulorum. etiam pondus aeris ope anulae pneumaticae determinari potest, gravitas enim specifica argenti vivi se habere observatur ad gravitatem specificam aeris, maximo calore, uti ad 1. & summo frigore, ut, 10000. ad 1. circiter.

§. 3. Si concipiamus in serie globulorum aereorum unum reliquis magis compressum, ille sui juris factus tabitur, globulos circumjectos quaquaversus impellens compressionem in illos effundendo, qui ulterius alios impellunt, ut globuli procul diffusi aliquantillum compressi sentiant; atque hac ratione sonus in alia loca transfertur. Cum autem motus, quo globulus ille se expandit, post in aequalem cum caeteris statum redierit subito cohibet.

quest, nimium is extendetur; unde a reliquis rursus comprimetur, denuo tamen nimis; ut ita motu tremulo unusquisque ab illo primo non nimis diffusus globulus modo se dilatet, modo se rursus contrahat. Iste autem tremor globulorum aeris in instante cessare debet ob globulorum infinite exiguum magnitudinem, & inde dependens infinite brevis unius oscillationis tempus, edendae igitur essent ab huiusmodi globulo tempore finito oscillationes seu undulationes innumerae, quod vero ob motus cuiusvis globuli continuam diminutionem fieri nequit. Quum autem ad sensum in nobis excitandum tempus requiratur finitum, in isto aeris motu tremulo sonus consistere nequit.

§. 4. Tum demum oritur sonus, cum idem globulus a vi aliena, intervallis interpositis finitis crebriores patitur compressiones, requiritur scilicet ad sonum excitandum, ut idem globulus alternatim contrahatur atque relaxetur, verum tempora harum oscillationum non infinite parva esse debent, sed finita, ut numerus vibrationum seu oscillationum illarum dato tempore determinari queat, numerus scilicet pullorum in aëris organum dato tempore finito illidentium 5 tantus esse debet, ut numeris exprimi possit.

§. 5. Cognito jam tempore, in quo sonus consistit, facile erit explicare sonorum diversitates, hic non nisi primarias adducam. Distribuitur vulgo sonus in magnum & parvum. Magnus est vel vehemens, cum compressiones globulorum aëreorum sint validiores, sonus vero debilis vel parvus est, cum compressiones illae debiliores sunt. Quum sonus globulo tremulo tacto propagetur communicatione compressionis cum globulis undequaque circumpositis, horum autem numerus crescat in ratione duplicata distantiarum a loco originis, decrescet soni vehementia in ratione distantiarum

tiarum duplicata inversa, ni forte sonus aliunde augmenta accipiat.

§. 6. Maximi momenti soni distinctio est in gravem atque acutum. Gravis est, cum vibrationes globulorum aëreorum tardius se invicem insequuntur, seu cum dato tempore rariores eduntur undulationes. Acutus autem est sonus cujus vibrationes breviores interpositas habent morulas, ut adeo plures eodem tempore peragantur oscillationes. Et hinc soni, respectu gravis & acuti, sunt inter se in ratione numeri oscillationum dato tempore factarum.

§. 7. Sonus etiam est vel simplex vel compositus. Simplex sonus est, cujus vibrationes aequaliter inter se sunt distantes aequaeque fortes. Compositus constat pluribus sonis simplicibus simul sonantibus, hic constituit vel consonantiam, vel dissonantiam. Consonantia percipitur sonis simplicibus componentibus rationem servantibus simpliciore v. g. duplicam ut in diapason, vel sesquialteram ut in diapente &c. Dissonantiae autem sunt, cum ratio sonorum componentium magis est abstrusa v. g. superbipartiens septimas, quemadmodum in tritono.

§. 8. Contemplemur jam soni propagationem aliquantum attentius, id quod non incongrue fiet, si ex theoria supra jacta computetur spatium, quod sonus tempore dato pervadere potest. v. g. minuto horae secundo, observatum enim est, sonos omnes sive magnos sive parvos, sive graves sive acutos, eodem tempore per datum spatium ferri, nec non eos perpetuo eadem velocitate promoveri. Ut illud praestetur, quaerendum est, quanto tempore globulus aëreus compressus, compressionem ad datam distantiam protrudere queat. Id quod ex regulis communicationis motus & contemplatione naturae aëris haud difficulter erui potest; ipsum

ipsam quidem inveniendi modum, ut evitem iconismos; ommitto, quod autem inde resultat appono.

§. 9. Sit (ut rem generaliter complectar) gravitas mercurii specifica ad aëris gravitatem ut n ad 1. altitudo mercurii in barometro $= k$, longitudo penduli $= f$, secundum cujus oscillationes tempus, quo sonus per intervallum a transmittitur, dimetiri lubet. Hisce factis denominationibus, ego invenio, quod tempus unius oscillationis penduli, f , se habeat ad tempus propagationis soni per intervallum a , ut 1. ad $\frac{a}{4\sqrt{nkf}}$.

§. 10. Si a & k , determinentur in scrupulis, loco f autem ponatur 3166. indigabit hic valor $\frac{a}{4\sqrt{3166 \cdot nk}}$ quot minutis secundis sonus per intervallum a propagari debet. Est enim longitudo penduli singulis minutis secundis oscillantis scrup. 3166. Cum itaque distantia a absolvatur tempore $\frac{a}{4\sqrt{3166 \cdot nk}}$ erit distantia ad quam sonus uno minuto secundo diffunditur scrup. $4\sqrt{3166 \cdot nk}$.

§. 11. Unde hæc fluunt consectoria. Manente, nk eodem, celeritas soni eadem quoque erit, adeoque si fuerint densitates aëris elasticitatibus proportionales soni eadem celeritate provehuntur, scilicet in aëre quam maxime compresso sonus ad sensum celerius non, quam in aëre maxime rarefacto promovetur. Et hinc sonus in summis montibus eadem velocitate progredi debet, qua in imis vallibus, nisi aliæ causas accesserint, mox exponendæ.

§. 12. Crescente facto nk soni celeritas augeri debet. Densitate ergo aeris manente vel minuta, elaterio autem aucto soni celeritas major erit; sin vero e contrario aëris den-

itas crescat, elaterio manente vel minuto, sonus retardabitur. Atque hinc colligitur, cum aeris tellurem cingentis & pondus seu densitas & vis elastica variis obnoxia sit mutationibus, soni velocitatem subinde quoque variari. Maxima ergo soni celeritas erit, maximo calore, coeloque sudo, seu accuratius liquoribus in barometro & thermometro ad summam altitudinem elevatis. Acerbissimo vero frigore & saevissima tempestate celeritas soni minima esse debet, id quod evenit liquoribus in barometris & thermometris in infimis locis existentibus.

§. 13. Maxima ergo soni celeritas reperietur, si ponatur loco n , 12000, & loco k , 2460. scrup. ut adeo spatium uno secundo a sono percursum reperiat scrup. $4\sqrt{3166}$. $12000 \cdot 2460 = 1222800$. i. e. sonus maxima celeritate pervadere debet secundum istam meam theoriam intervallo minuti secundi 1222. pedes Rhenanos. Minima vero soni celeritas habebitur, ponendo pro n , 10000, & pro k , 2260. ut adeo spatium secundo emensum sit scrupulorum $4\sqrt{3166}$. $10000 \cdot 2260 = 1069600$ seu 1069 pedum. Distantia ergo ad quam sonus secundo dispergi debet, continetur inter hos limites 1222, & 1069 ped.

§. 14. Si ista cum experientia conferantur, egregie cum ea consentire reperientur, id quod meam methodum confirmabit. Observarunt enim FAMSTEDIUS atque DERHAMUS accuratissime institutis experimentis, sonum tempore minuti secundi percurrere 1138. pedes, qui numerus fere medium tenet inter limites inventos. Si jam consideremus, quae NEWTONVS hac de re habet Phil. Lib. II. Sectione VIII. Invenit ille pro distantia, quam sonus minuto secundo percurrit (ad nostrum loquendi modum ejus ratiocinio reducto) scrup. Rhenani $\frac{2}{3}\sqrt{3166}$. n & denotante d : p . rationem diametri

ad

ad peripheriam, i. e. quam proxime 7: 22. Est itaque ejus expressio nostra minor, si quidem NEUTONUS ∇ 3166. *nk* ducat in $3\frac{1}{7}$, ego autem loco hujus numeri adhibeam 4.

§. 15. Hinc ergo mirum non est, quod acutissimus NEUTONUS nimis exiguum inveniat distantiam, ad quam sonus secundo minuto pertingit, majorem eam non determinat quam 947. ped. quae sane ingens est discrepantia ab illa distantia, quae experimentis erat inventa, quod autem ad confirmationem methodi affert, tribuendo istam discrepantiam impuritati aeris, mera est tergiversatio. Utcumque enim aer vaporibus sit infectus, vis ejus elastica aequalis semper est ponderi atmosphaerico, pondusque aeris inde ad sensum quoque non mutatur. His vero obtinentibus, soni celeritas inde mutationem ullam perpeti non potest. Ned magnitudo molecularum aerearum quicquam ad rem facit.

CAPUT II.

DE

PRODUCTIONE SONI.

§. 16.

Ad producendum sonum requiritur, ut aer eo, quem capite praecedente exposui, modo tremulus reddatur, scilicet ut globuli aeris habeant contractiones atque expansiones finito tempore a se invicem separatas. Hujusmodi tremulum motum aeri triplici modo diverso imprimi ex triplice sonorum genere concludere potui. Quo circa isto in capite de tribus diversis sonum producendi modis verba erunt facienda. Refero autem ad genus sonorum primum sonos chordarum, tympanorum, campanarum, instrumentorum lingulis instru-

instructorum &c. omnes scilicet sonos, qui originem suam debent corpori solido contremiscenti. Ad secundum genus referendi sunt soni tonitru, bombardarum, atque virgarum & quorumvis corporum vehementius commotorum, omnes nimirum soni orti a subitanea restitutione aeris compressi, ut & validiore percussione aeris. Tertio generi autem annuero sonos tiliarum, quorum naturam, cum nemo hactenus quicquam solidi hac de re dederit, diligentius expendam.

§. 17. Ad primum sonorum genus, hactenus omnes, quantum scio, cunctos plane sonos referebant, arbitrabanturque, nullum sonum, nisi a corpore solido contremiscente, exoriri posse; falsitas autem hujus sententiae mox ob oculos ponetur, cum duos reliquos sonum producendi modos explicaturus ero. Nunc autem modus, quo soni excitantur, primus accuratius perpendendus est; verum impraesentiarum nonnisi, cum reliqua facile eo reduci queant, chordas, quomodo & quales edant sonos, contemplantur; Ad quod exactius obtinendum, chordas ut pondere tensas considero, cum alias circumvolutione circa columnam extendantur, ut accurate vim chordam extendentem metiri liceat.

§. 18. Ante omnia observandum est, chordas easdem 9
aequales ratione gravis & acuti edere sonos, quacunque vi pulsantur, licet ingens esse possit discrepantia ratione vehementiae & debilitatis, soni enim vehementia est ut celeritas qua chorda aerem percutit, sonique aequae fortes sunt; si aer eadem vi impellitur. Quocirca, cum soni musici tam graves quam acuti aequaliter fortes esse debeant, ut dulcis harmonia habeatur, in fabricatione instrumentorum musicorum probe in id incumbendum est, ut soni ratione fortitudinis seu roboris aequales edantur, ad quod obtinendum sequen-
tes

tes regulæ, quæ quidem a recentioribus artificibus ex multiplici praxi crasse jam erutæ sunt, quarum vero veritas ex sequentibus perfecte patebit, diligenter observandæ sunt. I. *Chordarum longitudines sint in reciproca ratione sonorum* i. e. numeri vibrationum dato tempore edendarum. II. *Chordarum crassitudines seu sectiones transversæ sint quoque in ratione reciproca sonorum*, si scilicet ejusdem materiae chordæ in usum vocentur, sin vero minus, tum cum ratione crassitudinis densitatis ratio inversa conjungenda est. Ad instrumenta tibiis instructa regulæ istæ quoque applicari possunt, sumendo ibi loco longitudinis chordarum, longitudinem seu altitudinem tiliarum, & loco crassitudinis chordarum, amplitudinem tiliarum internam.

§. 19. Quando chorda oscillatur, aereos globulos ferit, qui cum in instanti cedere nequeant, comprimuntur, durante autem oscillatorio motu globuli aerei continuo novas patiuntur compressiones, unde sonus oritur. Aer itaque toties ferit aurem seu tympanum auris, quoties chorda redierit. Adeoque reperiri poterit numerus percussionum unius ejusque soni dato tempore aurem invec̃tarum, investigando scilicet numerum oscillationum chordæ sonum illum edentis eodem tempore. Mea solutio autem, quæ cum solutionibus Cl. Cl. D. D. Ioh. BERNÖULLII atque Brook TAYLORIS exacte conspirat, est hæc.

§. 20. Sit pondus chordam tendens = p . pondus chordæ = q & longitudo chordæ = a ex quibus tribus datis numerus vibrationum dato tempore inveniendus proponitur. Invenio ego pro numero oscillationum uno minuto secundo editarum, $\frac{22}{7} \sqrt{\frac{166}{aq}} p$ ubi a determinari debet in scrupulis. Huic numero cum sonus proportionalis sit, soni a diversis chordis editi erunt inter se ut $\sqrt{\frac{p}{aq}}$ i. e. soni sunt

in ratione subduplicata composita ex ponderis tendentis directa & reciproca longitudinis & ponderis chordae. Plura hinc magis particularia confectaria non deduco, sed inquiram in naturam sonorum cognitorum, atque numeros vibrationum illis respondentes, ex experimento a me in hunc finem instituto.

§. 21. Sumfi chordam aeneam ex ejus crassitie genere, quod No. 8. indigitatur, longitudinis 980. scrup. quae ponderabat $\frac{49}{175000}$ libr. eamque tetendi pondere $\frac{11}{4}$ libr. qua pulsa deprehendi sonum convenisse cum eo, in instrumento choralis modo, ut ajunt, adaptato, qui Musicis audit $\bar{d}$. Hinc ergo licebat supputare quoties, iste sonus, & proin quivis alius dato tempore auditus organum feriat, in data enim formula generali, si substituatur loco a , 980. loco p , $\frac{11}{4}$ loco q , $\frac{49}{175000}$ sonus $\bar{d}$ minuto secundo habere invenietur vibrationes 579, & cum sit $\bar{d}$ ad $\bar{c}$ ut 6. ad 5. habebit sonus $\bar{c}$ 466. & proinde infimum C. 116. vibrationes.

§. 22. Ad hunc modum productionis soni quoque referendi sunt soni a lingulis seu laminis elasticis tubo insertis inflatione venti editi, quanquam quoque ex parte ad tertium modum pertineant; ad utrumque enim pertinent. Hujusmodi machinas videre est in variis organis pneumaticis, tubarum, buccinarum, ut & hominum cantus imitantes, quae instrumenta omnia vento inflari debent, ad id ut sonum edant. Ventus, transitum sibi quaerendo, aperit lingulam instar valvulae, nimium autem eam aperiendo tendit, ut rursus valvula retrocedat, in priorem statum tendendo, quae proinde denuo aperitur, ut ita motu tremitulo aerem transeuntem inficiat. Necessarium quidem esset, ut vento aequabiliter flante valvula tandem quiesceret, sonusque

sonusque cessaret, ad hoc autem cavendum, ventus ipse, praeterquam quod per se, dum e foliis propellitur non aequabiliter crificia machinarum impetat, ope valvulae tubi ventum deferenti insertae tremulus redditur.

§. 23. Eodem plane modo vox humana generatur, lingulae enim locum in organo loquelae obtinet epiglottis, quae tremula redditur ab aere per arteriam asperam ascendente. Tremulus iste motus aeris egredientis, cum in capite arteriae asperae, tum in cavitate oris variis modis immutatur, ex quo vox gravis atque acuta inflectitur, variique vocales formantur, qui soni ope labiorum, linguae, atque faucium consonantibus exornantur. Quin & naso, cum aeri ab epiglottide, tremulo reddito exitus per nasum quoque pateat, varii soni respectu gravis & acuti edi possunt, qui autem a sonis oris in eo differunt, quod nec vocalibus distincte interstingui, nec consonantibus condiri possint.

§. 24. Isti autem soni a lingulis tremulis editi, nisi in tubis confirmentur, admodum debiles essent, ut percipi vix possent, quemadmodum observare est in lamina contremiscente, ubi nil fere auribus percipitur. Mirum autem in modum soni isti intenduntur in tubis, atque vox humana in ore, nec non quoad gravitatem atque aciem ingens mutatio huiusmodi sonis infertur in tubo. Verum de hisce soni intensionibus ac inflexionibus, hic non est locus fusius differere, peculiari opus esset capite, quo ista materia accuratius expenderetur, ubi explicanda quoque veniret mirifica soni in tubis stenterophonicis amplificatio, ut & doctrina de Echo pluraque alia; sed istam materiam accuratius perpendere nondum vacavit, & quae in aliorum scriptis continentur, quantum ex iis perspexi, admodum confusa sunt & maximam partem falsa.

§. 25. Ad secundam sonorum classem retuli eos sonos qui oriuntur, vel notabili aeris quantitate compressa subito dimissa, vel validiori aeris percussione. Posteriori modo aer quoque comprimitur, cum corpori verberanti loci cessionem denegare conetur, unde aer iterum sibi relictus sese expandit. Causa itaque sonorum ad secundam classem pertinentium est restitutio aeris antea compressi; istam vero restitutionem sonum generare debere exinde patet, quod aer compressus sese dilatando nimium expandat, & proinde iterum contrahatur & ita porro, qua undatione aeris fit, ut quoque minimi aerei globuli, quippe qui aeris massam componunt, motum istum tremulum participant, atque per consequens sonum producant, ubi notandum, ut quo major aeris copia sit compressa, eo graviores edat sonum, ac quo minor ea sit, eo acutiorem. Hujusmodi vero soni diu durare nequeunt, sed e vestigio cessare debent, quia aer motum in longe distita loca diffundendo, motum tremulum statim amittit.

§. 26. Omnes ergo causae, quae aerem vel jam compressum dimittere vel vero comprimere, ita tamen ut se statim relaxare possit, valent, ad sonum producendum aptae sunt. Quocirca omnes velociores corporum motiones in aere sonum edere debent, motis enim corporibus, aer ob propriam inertiam liberrime cedere nescius, comprimitur, rursusque se dilatando, motum tremulum globulis aeris minimis inducit, ad sonum producendum aptum. Hinc fluunt soni vehementius vibratarum virgarum, ut & omnium velocius motorum corporum; soni quoque flatuum atque ventorum, ex hoc fonte, originem ducunt; aer enim procedens ab insequente etiam comprimitur, quemadmodum a corpore duro.

§. 27. Soni, qui oriuntur aere jam compresso subito relaxato, facile validissimi sunt tormentorum, atque tonitru; horum autem immensorum sonorum causam esse restitutionem aeris compressi, comprobant varia experimenta pulvere pyrio atque nitro instituta. Quandoquidem reperiuntur aerem inibi quam maxime esse condensatum, cui inflammatione nitri viae exitum ei praebentes adaperiuntur, ut maximo impetu erumpere queat. Cum autem ex materia nitrosa & pulvis pyrius, & multi vapores nubes constituentes consent, mirum non est, ignem ista materia concipiente, tam stupendos inde resultare sonos.

§. 28. Tertium sonorum genus constituunt soni tibiarii. Horum sonorum explicatio quovis tempore naturae scrutatores mirum in modum torfit; Plerique existimaverunt inflatione tibiarii minimas internae superficiei particulas impelli atque ad motum tremulum sollicitari; ut ita interna tibiarii superficies inflatione tremens reddatur, faciatque oscillationes cum aere communicandas, sed quomodo ista explicatio cum legibus naturae & motus consistant, ipsi inquirant; Ego sane concipere nequeo, quomodo duntaxat, differentia sonorum tibiarii diversae altitudinis non mutata earum amplitudine, exinde exponi possit, quare enim particulae internae, si unquam motum concipiant pro diversa altitudine tubulorum diversimode oscillari debeant, videre non possum, brevi vix arbitror vel unicum tibiis institutum experimentum ex ista theoria explicari posse.

13 §. 29. Ut autem veram huius rei explicationem nanciscar, primum tibiarii structura, & quatenam in illis, dum inflantur, eveniant, accuratius perpendenda sunt. Sunt tibiariae seu fistulae tubi, quibus infra junctum est peristomium cavum aeri recipiendo aptum, quod versus tubum in

crenam definit directe oppositam lateri cuiusdam internae tubi superficiei, eum in finem, ut aer peristomio inflatus per fistulam in tubum secundum ejus longitudinem irruat, rependo super superficie tubi interna; si fistula hoc modo constructa sit, sonum inflata edit, uti facile patet, si quis tubus peristomio destitutus ita quoque infletur, ut aer in tubum super superficie interna repat, tum enim sonum etiam sicut tibia edit. Interna autem tubi superficies dura laevisque esse debet, ne aeri irruenti cedere, nec illi in tubo contento locum sese expandendi dare possit, quocirca fistulae ex tubis ad latera clausis, atque rigidis interneque non scabris parari debent.

§. 30. Videamus jam quid in fistula, dum inflatur, eveniat, quod aerem tremulum reddere possit, seu quare ratione aer dicto modo in tubum reptans aerem in tubo contentum tremulum reddere queat. Manifestum est, aere in tibiā ingrediente, comprehensum in illa aerem secundum longitudinem compressum iri, qui cum sese rursus expandat, verum nimis, comprimitur rursus a pondere premente atmosphaerico, ut ita motus tremulus in tubo producat, qui tremor causa soni proxima est. Atque sic detecta est causa soni tibiārum vera, cujus autem realitas & veritas abundius innotescet, cum ad explicationem eventuum circa sonum tibiārum observatorum descendetur, penitus autem prius considerandus est modus, quo motus ille tremulus producit.

§. 31. Columna aerea in fistula sese secundum amplitudinem expandendo ac contrahendo, more chordarum undat, atque ideo istam columnam considerabo ut fasciculum chordarum aerearum tensarum a pondere atmosphaerico. Licet autem pondera chordas tendentia eas divellere conentur, hic vero directe contrarium obtineat, cum columna illa aerea a pondere atmosphaerico coarctetur, nihilo tamen
minus

minus analogia legitima est, eundem enim pondus atmosphaerae exierit in columnam aeream effectum, quem pondera tendentia in chordas, si quidem utrinque, ibi pondus atmosphaerae, hic pondera tendentia chordas nimium extensas rursus comprimunt. Loco autem, quod chordae ordinariae unico puncto pulsatae sonum edant, chordae illae aereae, cum pulsu unico in puncto facto, totae, ob discontinuationem partium, contremiscere nequeant, simul per integram longitudinem pulsari debent, id quod fit in tibiis, ubi aer irrepens per totam longitudinem aerem in tubo contentum comprimit.

§. 32. Ad inveniendum itaque oscillationes aeris in tibiis, seu ad determinandum numerum undulationum cuiusvis fistulae, res eo redit, ut aer in tubo habeatur pro chorda tensa utrinque a pondere atmosphaerico; atque hoc intuitu oscillationes reperientur ex §. 21. Sit scilicet longitudo chordae i. e. tubi $= a$ erit p (pondus chordam tendens) $=$ ponderi atmosphaerico seu columnae mercurii in barometro i. e. ad minimum 2260. & ad maximum 2465 scrup. q (pondus chordae) autem erit $=$ ponderi aeris in tubo. Sit rursus ratio gravitatum specificarum mercurii & aeris $= n : 1$. & k altitudo mercurii in barometro. Erit p ad q in ratione composita n ad 1 ad k ad a . seu erit p ad q ut nk ad a .

§. 33. Positis jam in expressione §. 21. loco p & q eorum proportionalibus nk & a . reperietur pro numero vibrationum uno minuto secundo editarum, iste valor $\frac{22}{7} \sqrt{3166}$. Unde patet cum n & k pro diversa tempestate mutentur, sonum quoque mutari; scilicet crescente nk ille fit acutior, decresciente autem nk fit gravior. Erunt ergo soni tibiarum acutissimi maximo calore & aere ponderosissimo, gravissimi autem maximo frigore aereque levissimo. Quae differentia sonorum egregie quoque observatur a Musicis atque

que organariis. Quia autem ista mutatio in omnibus tibiis aequabiliter locum habet, harmonia non mutatur.

§. 34. Ut numeris exprimaturs numerus oscillationum tibiarum, ponantur, si desideretur sonus liquoribus in barometris & thermometris ad maximam altitudinem consistentibus, pro n . 12000. atque pro k , 2460. scrup. reperietur numerus oscillationum minuto secundo editarum in tibia a scrup. longa $= \frac{22}{7a} \sqrt{3166. 12000. 2460} = \frac{260771}{a}$. Maximum vero frigus saevissimamque tempestatem indignantibus liquoribus barometrorum ac thermometrorum, ponendo pro n . 10000. & pro k . 2260. scrup. reperietur numerus oscillationum minuto secundo editarum aequalis $\frac{22}{7a} \sqrt{3166. 10000. 2260} = \frac{8407}{a}$.

§. 35. Hinc ergo ratio patet, quare tibiae edant sonos longitudinibus reciproce proportionales, & quare amplitudo ad rem nihil faciat; imo etiam, quare materia tibiarum nullam sono diversitatem inferat. Quanquam autem nec amplitudo nec materia tuborum quicquam ad soni gravitatem seu aciem immutandam conferat, tamen haec ad affectionem atque suavitatem multum contribuit; illa autem amplitudo tubi fundamentum est vis soni, ut, quo amplior sit tubus, eo fortior quoque sit sonus, amplitudo scilicet in tibiis analogae est, crassitie in chordis. Et quemadmodum non quaevis chorda ad quavis sonum edendum apta est, verum ad graviolem crassior requiratur, ita etiam in tibiis istud locum obtinet, ut quo altiores eae sint, eo major amplitudo requiratur.

§. 36. Cum ratio sonorum, tonum integrum a se invicem distantium, sit ut 8, ad 9. Eadem tibia pro diversa
aeris

aeris conditione sonos ad summum plus quam tono discrepantes edere potest. Sit tibia 4. pedes longa, quae adhibetur ad sonum, C, in choralis modo edendum, & erunt ejus vibrationes secundo minuto editae ad summum 240, atque ad minimum 210; id quod satis convenit cum iis, quae antea invenimus, ubi de chordis actum fuit, ibi enim numerus oscillationum soni C. repertus fuit 116. unde patet sonum tibarum C. esse quam proxime octava superiorem, eo sono C. in chordis. Quod autem tota octava distent, vulgo tamen pro aequalibus habeantur, mirandum non est, cum de sonis heterogeneis difficillimum sit judicare, an unisoni sint, num vero octava vel prorsus duabus aut pluribus octavis distent, sufficit quod unica saltem octava eos sonos discrepantes reperim, id quod meam theoriam satis confirmat.

§. 37. Quae hucusque de sono fistularum allata sunt, intelligi debent de fistulis cylindricis apertis, ubi aeri inflato in supremo tubo exitus patet. Cum autem tubus supra tectus fuerit, aer inflatus supra egredi nequit, ideoque eum retrogredi necesse est, ut ad orificium inferius emergat. Unde fit ut quasi ad operculum supra tubum reflectat, alterumque tantum spatii absolvat, antequam exitus ei patet. Et per consequens aer in tubo tanquam chorda duplo longior est consideranda, quippe chordae ut complicatae concipi debent. Unde colligitur fistulam tectam sonum edere eundem cum aperta duplo longiore, seu edet sonum octava graviorem aperta.

Quales autem edant sonos fistulae non ubivis ejusdem amplitudinis i. e. vel convergentes vel divergentes, item fistulae supra ex parte saltem tectae? Clar. Competitoribus examinandum propono.

ANNEXA.

1. Systema corporis & animae harmoniae praestabilitae, quo actiones corporis & animae minime a se invicem dependere asseruntur, veritati non consentaneum est.

2. Vis attractiva Newtoni aptissimus, cuncta corporum coelestium phaenomena explicandi modus est; Et ideo extra dubium positum esse credo, corpora omnia ex sua natura se mutuo trahere.

3. Posito, centrum telluris (quod autem a vero longe est alienum) quaevis corpora attrahere, in reciproca ratione duplicata distantiarum, terramque per centrum esse perforatam. Queritur, lapide per foramen demisso, quid eveniret cum ad centrum pervenerit? Utrum ibi vel quiescens permanens, vel protinus ultra centrum progressurus? an vero e vestigio ad nos ex centro reverlurus esset? Postremum ego affirmo.

4. Vires corporum motorum sunt in ratione composita, ex simplici massarum, & duplicata celeritatum.

5. Globus super plano inclinato rotundo descendens, abstrahendo ab omni resistantia, ea celeritate, quam ex eadem altitudine perpendiculariter cadendo acquireret, multo minorem nanciscetur; Erit enim illa ad istam normaliter cadendo acquisitam ut v^2 5 ad v^2 7.

6. Mali in navibus nimis alti esse non debent, ne venti vis navem subvertat. Ponamus autem malum velis instructum nimis altum, ut scilicet navis vento data certo prosterneretur; Dico, latiora vela si appenderentur, ut vis navem propulsans fortior esset, minus fore navem subversioni obnoxiam. Et semper, quantumvis malus altus sit, latitudo velorum eoque augeri poterit, ut nequidem vehementissimus ventus navi damnum asserre possit.

