

tivum. Contremiscunt ergo minimae aëris particulae ad modum chordae musicae. Et quidem aërem soni vehiculum esse, ostendunt corpora sonora in vacuo boyleano. Dum enim educitur aër, sonum languidiorem reddunt, et exhausto aëre, nullum, qui possit audiri. Nec ad sonum producendum satis est quilibet aëris motus. Si enim magna aëris moles agitetur, ventus quidem excitatur, sed nullus sonus. Quare necessarius est tremulus minimarum aëris particularum motus. Hunc vero motum oculis percipere licet, dum instrumentorum musicorum chordae pulsantur. Nam aëri innatantes tenuissimi pulvisculi et radio solis conspicui ad chordarum fremitum subsultare observantur. His necessariis ad sonum producendum conditionibus breviter iam observatis, nunc praecipua soni phaenomena explicabimus.

Coroll. Ex praecedentibus colligitur etiam soni propagatio. Etenim consideremus corpus aliquod tremulum, quod alternis vicibus eundo et redeundo sonum producat. Huius corporis partes itu suo propellent aëris partes proximas, easdem compriment et condensabunt, sed deinde reditu suo partes compressas recedere, et sese expandere permittent. Igitur partes aëris corpori tremulo proximae ibunt et redibunt per vices. Et quemadmodum propiores aëris partes eundo condensantur, redeundo relaxantur, sic etiam partes reliquae, quoties eunt, condensabuntur, et

quoties redeunt, expandentur. Ac proinde non omnes ibunt simul et redibunt; sed reliquae earum ibunt, dum aliae redeunt, atque ita deinceps vicibus alternis. Quod quidem evidens est ex minimarum particularum elasticitate. Porro licet corporis tremuli partes eant et redeant secundum plagam certam et determinatam; tamen motus per aërem propagatus quaquaversum dilatabitur, ut patet ex natura fluidorum, quae pressionem suam undequaque exercent. Igitur a corpore sonoro tamquam centro communi secundum superficies propemodum sphaericas et concentricas propagabitur motus. Huius rei exemplum aliquod, minus tamen perfectum, habemus in undis, quae si digito tremulo excitentur, non solum pergunt hinc inde secundum directionem digiti, sed per circulos concentricos digitum statim cingent, et undique divergent. Imperfectum autem, nec satis accuratum esse exemplum illud, observabimus. Si enim medium non sit elasticum, iam illius partes a corporis tremuli partibus compressae nequeunt condensari, et motus in instanti propagabitur ad partes, ubi medium facillime cedit, hoc est, ad partes, quas corpus tremulum vacuas a tergo relinquit. Ex his patet, propagationem soni per aërem non fieri in *instanti*, sed determinato tempore opus habet, ut per datum spatium propellatur. Motus autem soni aequabilis observatur,

et neque ab intensitate soni neque ab eius qualitate pendet. Velocitatem soni ad calculum revocarunt doctissimi geometrae. Sed res pendet ex sublimiori doctrina, nec fortasse satis accurate demonstrata. Quare velocitatem soni experimento definire satis sit. Tanta est velocitas lucis, ut per atmosphaeram in instanti *quod ad sensum* propagetur. Si sonus et lux eodem temporis puncto excitentur, uti in machinis bellicis; flamma et fragor simul producuntur: spectator accurate dimetiatur spatium, quo a corpore resonante distat, tempusque, quod inter luminis et soni perceptiones intercedit, soni velocitas innotescet. Atque hoc modo in variis regionibus varia observata est velocitas soni. In Anglia ea celeritate sonum propagari Flamsteedio et Halleyo visum est, qua pedes londinenses 1142, parisienses vero 1070 tempore minuti unius secundi percurreret. Quia vero densitas et vis elastica aëris in variis terrarum locis diversisque anni tempestatibus in eodem loco mutantur, inde quoque mutari oportet soni velocitatem. Diu creditum est, observantibus Gassendo, Merseno nostro et academicis florentinis, sonum neque conspirante vento accelerari, neque adverso retardari. Sed D. Derham experimentis accuratius institutis falsum id esse, adserit.

Quidquid minimas aëris particulas ita commovere valet, ut motum tremulum admittat.

id sonum producet. Duo autem potissimum *Fig.* considerabimus sonorum genera. Primum est eorum, qui a corpore tremulo oriuntur, cuiusmodi sunt cordarum campanarumque soni. Alterum vero sonorum genus eorum est, qui inflatis instrumentis producuntur. Sic tibiae, fistulae aliaque id genus instrumenta ore inflata tinnium.

Sit chorda AB in A fixa, trochleae B circumvoluta, tendatur a pondere P, et a situ recto ACB detorquatur in situm ADB. Ea per vim tensionis duabus quasi viribus agitur BD et AD, quae (secundum doctrinam de motu comp.) in paralelogrammum constructae, aequipollent vi DF, per quam fit restitutio cessante tensione ita, ut punctum D motam suam acceleret usque ad C, atque ita celeritate aucta in alteram partem versus F excurrat, donec illa extinguatur eodem fere modo, quo fit in pendulis oscillantibus. Et quoniam omnes partes chordae motum habent communem, quaevis pars in arcum suum seu minimam lineolam in eodem tempore percurrat, quo suam percurrit punctum D, adeo ut oscillationes omnium punctorum chordae AB eodem tempore peragantur. Sunt enim singulorum punctorum vires restitutivae uti spatia ab illis percurrentia; adeoque tempora aequalia.

Igitur quemadmodum in pendulis per minimos arcus oscillantibus durationes sin-
Tom. V. G

gularum oscillationum sunt in ratione composita ex directa subduplicata longitudinum et reciproca subduplicata virium (pp. IV. V. cap. I. part. I. sect. II.), ita tempora vibrationum in chordis eandem seruant rationem, idque solum discriminis intercedit, quod vis tota, qua vibratio fit in chordis per massam et pondus exprimenda sit. Quod ut in bono lumine collocetur, sit sequens

Observatio. Sumantur fides eiusdem longitudinis, diversae tamen crassitudinis, et tendantur singulae ponderibus aequalibus. Si singulae percutiantur eodem modo eademque vi, sonos dabunt diversos: tenuissimae acutissimum, crassiores graviorem. Vis ponderis tendentis in omnibus eadem est, sed quum haec vis dividatur in totam massam, non aequae tendet fibras singulas, sed magis in chorda tenuiore, minus in crassiore. Quum igitur vis elastica chordae sit in ratione tensionis, erit illa ut pondus di-

visum per massam, seu $= \frac{P}{m}$

Porro in pendulis durationes oscillationum sunt in ratione directa subduplicata longitudinum, et inversa subduplicata virium. Hoc est, si duratio $= D$, longitu-

do $= L$, et vis $= V$, erit $D = \frac{\sqrt{L}}{\sqrt{V}}$. I-

gitur si longitudo chordae musicae dicatur L , massa chordae M , vis tendens seu pondus P , tempus vibrationis in chorda T ;

erit: $T = \frac{\sqrt{LM}}{\sqrt{P}}$. Et quia numerus vibratio-

num intra datum tempus confectatum est reciproce ut tempus seu duratio uniuscuiusque vibrationis; erunt numeri vibrationum

dato tempore peractarum, ut $\frac{\sqrt{P}}{\sqrt{L \times M}}$. Hinc

si chordarum longitudines L et massae M ponantur aequales; erunt numeri vibrationum, ut \sqrt{P} : hoc est, in ratione subduplicata ponderum tendentium. Si pondera tendentia P , et longitudines L aequantur; erunt numeri

vibrationum, ut $\frac{1}{\sqrt{M}}$, hoc est, in ratione sub-

duplicata inversa massarum, ac proinde in ratione inversa diametrorum*, si chordae sint homogeneae. Si pondera tendentia sint aequalia, et praeterea chordae sint homogeneae et eiusdem diametri; erunt numeri vi-

* Nempe massae seu soliditates chordarum sunt uti facta ex sectione quavis in longitudinem; sed longitudines aequantur (ex hyp.); ergo erunt, uti sectiones seu areae, hoc est, uti quadrata diametrorum.

brationum in ratione inversa longitudinum. Nam in hoc casu vibrationum numeri sunt,

ut $\frac{1}{\sqrt{L \times M}}$. Sed eadem manente chordarum

homogenearum diametro, massae M sunt ut

longitudines L . Quare $\frac{1}{\sqrt{L \times M}}$ erit ut $\frac{1}{\sqrt{LL}}$;

nempe ut $\frac{1}{L}$. Simili ratione ex hac formula

colligi possent innumera alia theoremata, quae ad chordarum musicarum vibrationes pertinent.

Sub eodem sonorum genere comprehendi diximus campanarum sonos. Quod quidem facile patet. Pulsatae enim campanae contremiscunt, et campanarum partes suas vibrationes peragunt. Idque etiam facile percipiet, qui campanae motum attentis oculis persequetur. Hanc enim ex rotunda ovalem fieri, et modo ad hanc, modo ad illam partem oblongari observabit. Difficillimum quidem est ex campanae forma et pondere numerum oscillationum definire. Si tamen campanae fuerint similes et homogeneae, facile demonstratur, numerum vibrationum esse in ratione subtriplicata, sive ut radices cubicae ponderum. Etenim pondus tendens ponatur $\frac{M}{L}$,

mula praecedens abit in $\frac{\sqrt{M}}{\sqrt{L^2 \times M}} = \frac{1}{L}$. At

corpora homogenea similia sunt in ratione triplicata laterum homologorum. Ergo quum mas-

sa vel pondus sit M , erit L ut $\sqrt[3]{M}$. Ac pro-

inde vibrationum numeri erunt ut $\frac{1}{\sqrt[3]{M}}$, hoc

est, in ratione subtriplicata reciproca ponderum. Quod autem pondus tendens ponatur $\frac{M}{L}$,

ratio facile patet. Etenim si chordae musicae pondere aliquo appenso tendantur ita, ut tamen non rumpantur, chordarum homogenearum vires seu resistentiae sunt ut crassities, ac proinde etiam et pondera tendentia; sed chordarum crassities sunt ut ipsarum pondera directe et longitudines inverse (*ex elem. geom.*); ergo pondera tendentia sunt in ratione ponderum chordarum directa et longitudinum inversa, quod quidem accuratissimis experimentis in chordis metallicis confirmarunt physici*.

* Haec Auctoris demonstratio pro librata penitus et accurata haberi nequit, sed prout ad sensum apparet. Plura enim in considerationem venire debent, quae ab illo praetermittuntur.

Manifestum autem est, hanc ratiocinationem ad metallicas campanarum chordas transferri posse.

Defin. II. Sonorum differentia secundum gravem et acutum pendet ex vibrationum tarditate et celeritate. Sonum graviorem esse dicimus, quo pauciores vibrationes eodem tempore peraguntur; contra vero acutiorem, quo plures vibrationes eodem tempore absolvuntur. Si chordae duae eundem vibrationum numerum eodem tempore perficiunt, dicuntur *unisonae*. Si vibrationum numeri sint, ut 2 ad 1, tunc consonantia illa vocatur *octava*. Si fuerit ut 3 ad 2, dicitur *quinta*. Si numeri vibrationum sint, ut 4 ad 3, consonantia dicitur *quarta*. Si fuerint, ut 5 ad 4, dicitur *tertia maior*. Et tandem *tertia minor*, si numeri vibrationum fuerint, ut 6 ad 5, atque ita deinceps. Illae autem omnes consonantiae ad experimentum facile revocantur, mutatis chordarum longitudinibus, ponderibus et tensionibus. Probe distinguenda est sonorum vehementia et debilitas ab illorum gravitate et acumine. Vehementia eiusdem soni diversa est pro diversa auditoris distantia. Etenim sonus undequaque in circumferentiam propagatur; pro maioribus distantibus in maius spatium diffunditur: ac proinde vehementia soni, ceteris paribus, in duplicata distantiarum ratione decrescere debet, ut statim intelligitur ex iis, quae de-

monstravimus in physica generali. Praeterea quum pulsata chorda, idem pulsus per aërem transmittatur; necesse est, motum perpetuo remissiolem fieri, ideoque et sonum debiliolem audiri. At quamvis in chordis vibrantibus maior audiatur sub initio soni intensitas, quae sensum languescit, atque tandem evanescit; interim tamen oscillationes manent isochronae, ac proinde sonus eundem retinet *gravitatis* et *acuminis* gradum. Tandem pendet etiam soni intensitas ex vi pulsante. Intensior enim exprimitur idem sonus, si maiori vi pulsetur chorda. Immo si nimis vehemens fuerit pulsatio ita, ut chorda extra situm naturalem longius excurrens ampliores vibrationes peragat, sonus sub initio acutior auditur, deinde autem minus acutus, atque hinc fit, ut soni minus iucundi minusque distincti producantur. Itaque ut iucundiores sonos reddat instrumentum musicum, id negligendum non est, ut nempe eadem sit vis pulsans, aut saltem non multum diversa, atque etiam, ut chordae in loco medio, vel saltem in locis similibus impellantur. Patet enim, mutato pulsationis loco, ipsam quoque vim pulsantem mutari.

Ad secundam sonorum speciem referuntur soni instrumentis aëre inflatis excitati. Quae ratione autem soni producantur, ex ipsa fistularum exstructura intelligere licet. Nemo non novit, fistulas esse tubos seu canales,

qui altera extremitate iunctum habent *peristonium*, aërem ex ore excipiens, atque per rimam in tubum emittens. Id autem omnino fieri debet, ut aër per rimam immissus internam tubi superficiem radat, leviterque perstringat, non vero in illius cavitatem et latera irritat. Quamobrem id maxime curant fistularum artifices, ut tubi latus rimae oppositum excindant, ne sit contiguum peristomio; fistulae extremitatem acuunt, ut aër in ipsam aciem irruens, ab ipsa quasi findatur, et ita tenuior aëris lamella per tubum prærepat. Ea de causa fit, ut in tibiis peristomio destitutis, quales sunt fistulae, quae *transversae* vocantur; peristomii figuram os quasi imitari videatur. His praemissis de fistularum constructione et artificio, ita sonus excitatur. Aër nempe in tubum ore immissus aërem in ipso tubo iam existentem secundum longitudinem comprimit. Hinc fit, ut sese iterum expandat, rursus coarctetur, atque hoc modo durante inflatu, oscillationes perficiat, sonumque producat. Ipsum quoque tubum motu tremulo agitari, opinantur aliqui. At cognitis fistularum proprietatibus minime satisfacit haec opinio. Constat enim, fistulas cylindricas longitudine aequales pares omnino sonos edere, quamvis amplitudine, crassitudine et materia ipsa differant. Quae ratione fieri posset, ut diversissimi tubi simili modo contremiscerent? Merito igitur dupli-

cem enumeravimus sonorum speciem. Haec tamen secunda species aliquo modo cum prima potest comparari.

Corpus, quod vibrationes peragit, easque in aërem circumfusum transfert, est aër in tubo contentus, cuius quantitas ex tubi longitudine et amplitudine innotescit. Vis ad oscillandum impellens est aër in tubi internam superficiem ore immissus. At vis, qua aër in tubo existens, et ex statu naturali deturbatus sese restituere conatur, qua proinde fit, ut certum oscillationum numerum dato tempore absolvat, est pondus atmosphaerae seu vis elastica aëris, quae incumbentis atmosphaerae pressioni aequivalet. Quare vis illa ex altitudine mercurii in barometro aestimari debet. Iam fistulae ad chordas musicas aliqua ex parte revocari possunt. Etenim chorda cum aëre in fistula contento potest comparari; ponderis chordam tendentis vicies gerit pondus atmosphaerae. Haec enim duo licet prorsus dissimilia videantur eo, quod chorda a pondere tendente extendatur, aër vero ab atmosphaera comprimatur, res tamen perinde se habet si effectum attendamus. Idem enim est effectus, sive aëris compressione, sive chordae extensione oscillationes producuntur. Itaque quum aër in fistulae tubo chordae musicae instar suas oscillationes perficiat, ex praecedenti formula comparari poterunt numeri vibrationum dato tempore peracta-

rum. Sit fistulae longitudo a , amplitudo bb , gravitas specifica aëris ad gravitatem specificam mercurii in ratione m ad n , altitudo mercurii in barometro k . Habemus ergo chordam aëream longitudinis a , cuius pondus $abbm$. Haec autem tenditur pondere atmosphaerae, hoc est, cylindro mercurii, cuius basis est amplitudo tubi bb , altitudo autem k . Quare pondus tendens = $bbnk$. Quibus valoribus in praecedenti formula substitutis, habe-

bitur vibrationum numerus $\frac{\sqrt{bbnk}}{\sqrt{bbmaxa}} = \frac{\sqrt{nk}}{a\sqrt{m}}$.

Quia vero altitudo k diversis tempestatibus parum mutatur, atque eadem fere semper manet ratio m ad n ; hinc patet, cylindricarum fistularum sonos esse reciproce, ut tuborum longitudo; ita ut quo tubi breviores sunt, eo acutiores reddant sonos, et contra. Quod quidem egregie cum experientia consentit; quum fistularum soni neque a tubi amplitudine neque a materia, sed a sola longitudine pendeant. Quotidianis enim experimentis norunt musici, quoties instrumenta chordis instructa simul cum pneumaticis in concentu musico adhibent, haec perquam mutabilia esse, illorumque chordas modo intendi, modo remitti debere. Observandum tamen etiam est, acutorem raddi fistularum sonum, si coelum fuerit maxime serenum cum summo calore coniunctum. Pendet quoque sonorum ve-

hementia ab ipsa vi, qua inflantur fistulae, et a ratione, quam fistulae amplitudo ad longitudinem tenet. Et quidem fistularum et chordarum similis est ratio, atque chordarum crassities cum fistularum amplitudine comparanda est. Quemadmodum ergo non quaevis chorda ad omnes sonos edendos est accommodata, sed ad datum sonum certa quaedam crassities requiritur, ita etiam datae longitudinis fistula non pro lubitu ampla vel angusta fieri potest, sed certi sunt limites, quos si praetergrediaris, nullum prorsus sonum datura est fistula. Neque pro lubitu augeri vel minui potest inflatus vehementia. Nam si nimis languide fistula infletur, sonum edet prorsus nullum. At fortius, quam par est, inflata, non eum, quem debet, edit sonum, sed iusto acutorem. Et quidem si maior sit inflatus vehementia, iam ampliores esse intelliguntur aëris in tubo contenti oscillationes. At oscillationum amplitudo tubi amplitudine ita determinatur, ut certum terminum transgredi non possit. Quare si fistula vehementius infletur, quam ad istum gradum requiritur, eundem sonum edere non poterit; quod quidem etiam in chordis musicis iam antea observavimus. Quae autem de fistulis hactenus dicta sunt, ad eas tantum pertinent, quarum tubi formam habent vel prismaticam vel cylindricam; quales autem sonos daturi sint tubi, si fuerint divergentes vel convergen-

tes, aut alterius figurae, problema est longe difficilius. Si tamen figurae fuerint similes, et datus sit fistulae unius sonus, inveniri poterit fistulae similis sonus, non secus ac factum est in fistulis cylindricis.

Ad tubos divergentes referri debent tubi *stentorophonici*, quorum vis est maxima ad vocem articulatam longius propagandam. Optima tubarum vocalium figura illa est, quae fit ex conversione parabolae circa axem, constituto tubae orificio in ipso parabolae foco. Hac enim structura fit, ut radii sonori, qui angulum reflexionis aequalem efficiunt angulo incidentiae, saltem magna ex parte reflectantur ad axem tubae paralleli (*ex natura parabolae.*) Tubus ellipticus parabolico iungi solet ita, ut elliptici focus unus coincidat cum foco parabolici, et os loquentis in altero ellipseos foco constituatur. Qua ratione fit, ut radii sonori ab ore in tubo elliptico ad focum parabolici partim directi, partim reflexi dirigantur, (*ex natura ellipseos*) et deinde in tubo parabolico paralleli progrediantur. Tubis stentoreis adnumerandae sunt omnes tubae militares aut venatoriae. Exiguus enim sibilus, quem edit tubicem, constricto aëre inter labium et tubae oram, in validissimum erumpit sonum. Accurate autem observandum est, instrumenta illa a figura parabolica longe discrepare. Sunt enim versus axem convexa. Itaque incrementum soni non pendet ex paral-

lela directione soni, sed, ut ait Newtonus, ex *Fig* motu *reciprocatione*. Talis nempe est tubae figura, ut sonus ab uno pariete ad alterum repellatur, ut non nisi post innumeras reflexiones sive reciprocationes foras emittatur, ac proinde motu novo a recurrentibus aëris particulis impresso maxime augetur.

Ex iisdem principiis pendent sonorum repetitiones seu *echo*. Si sonus e centro quovis *A* directe propagatus, in obstaculum planum satis magnum *BC* incurrat, et ex *A* ducatur ad *BC* perpendicularis *AE*, producatique ad *H*, ut sit $EH = AE$, sonus reflexus eodem fere modo percipietur, ac si ex loco *H* tamquam centro directe propagaretur, ob angulum reflexionis aequalem angulo incidentiae. Similiter si sonus a centro quovis propagatus in obstaculum quodlibet impingat, a quo ita reflectatur, ut post reflexionem radii sonori in centrum aliud convergant, sonus reflexus tamquam ex hoc secundo centro propagatus audietur. Quare si radii sonori satis densi ad aurem appellentes, et soni unius sensationem producentes ab aure in diversa centra convergant; locus, ex quo sonus propagatur, non bene distinguetur. At si sonus producat in loco *A*, et deinde ab obstaculo quovis *BC* reflectatur, tamquam ex centro *H* propagatus, auditor in loco *R* sonum directum per *AR* propagatum percipiet primum; deinde sonum reflexum quasi ex

centro *H* procedentem, postquam motu directo spatium *AR*, et motu reflexo spatium *FR* descripsit, audiet. Idem igitur sonus audietur bis, modo tamen distantiarum *AR* et *AFR* differentia tanta sit, ut sonus directus et sonus reflexus eodem sensibili momento organum auditus non adficient. Nam si sonus reflexus ad aurem perveniret eo tempore, quo soni directi impressio adhuc in ea perseverat, non geminus sed intensior tantum sonus audiretur. Porro experientia constat, sonos vix posse distingui, si plures quam novem circiter syllabae tempore minuti unius secundi successive producantur. Quare ne sonus reflexus cum directo confundatur, inter eorum ad aurem appulsus intercedere oportet partem nonam minuti unius secundi, quo tempore sonus describit spatium 127 pedum londinensium circiter. Hoc igitur spatio minor esse non debet distantiarum *AR* et *AFR* differentia, ut sonus reflexus distincte percipi possit in *R*. Si plura sint obstacula iustis intervallis dissita, in quae sonus directe offendat, is quasi ex variis locis saepius repetitus audietur. Ita machinarum bellicarum fragorem et tonitrus boatum circumiecta aedificia vel crassiores nubes pluries referunt. Ex sonorum reflexione et ex parabolae vel ellipseos proprietate pendet, quod maxime mirari solet imperitum vulgus, in amplissimis quibusdam cubiculis, atque etiam in tem-

plis tantum soni incrementum, ut si quis demissiori etiam voce mussitaverit, ab alio, qui in convenienti licet maxime distant loco fuerit constitutus, distincte audiatur.

Duplicem iam consideravimus instrumentorum speciem. At praetermittendum non est vocis instrumentum, quod ad utrumque instrumentorum genus pertinere videtur. Praeclarissima referemus experimenta, quae paucis abhinc annis de animalium voce habuit vir clariss. D. Ferrein. Ex anatome notum est, *tracheam* sive *asperam arteriam* esse canalem, qui prope fauces per anteriora colli ad pectus descendit, et in multos ramos, *bronchia* appellatos, per universam pulmonum substantiam disseminatur, ut omnibus eorum cellulis aut vesiculis possit aërem supeditare. Huius canalisis caput, quod *laryngem* vocant, media rimula pertusum est, quae rimula *glottis* dicitur, et fistulae peristomium imitatur. Circum glottidis labia conspiciuntur fibrae tendinosae, quas *chordas vocales* ob illarum officium appellare laudato viro placuit. Dum pectus musculorum vi attollitur, aër exterior vesiculis pulmonaribus sese inserit, non secus ac sublato embolo antliae cavitatem ingreditur. Hic motus, quod fit, ut pulmones aërem admittant, *inspiratio* dicitur. *Exspiratio* autem vocatur motus contrarius, quo depressi pulmones aërem expellunt, atque motus uterque communi nomine *respi-*

ratio appellatur. His possitis, totum vocis artificium ita explicatur. Dum aër et pulmonibus per tracheam eicitur, glottidis fibrillas vellicat, motuque tremulo agitatur. Illae autem fibrillae pro tonorum varietate maioris vel minoris tensionis capaces sunt, atque ad illam tensionis varietatem producendam laryngis cartilaginibus aptatos musculos deprehendit D. Ferrein. Ex his omnibus iam suspicio oriri potest, vocis organum ad chordas sonoras atque etiam ad instrumenta pneumatica pertinere. Tendinosae fibrillae hinc et inde ad glottidis labia protensae cum duplici chordarum serie in clavicymbalo possunt comparari: glottis ipsa pro earundem chordarum intervallo haberi potest: pennarum, quibus chordae vellicantur, locum tenet aër fibrillas agitans: vis autem huius aëris pulmonum actione producta digitorum officio fungitur. Hanc coniecturam ita confirmant experimenta, ut extra omnem dubitationem posita videatur. Ex animalium cadaveribus trachea simul cum larynge abstrahitur, tensus deinde magis vel minus glottidis fibrillis, aër in tracheam ore immittitur: pro maiori vel minori tensionis gradu diversi audiuntur toni. Ita pulchre succedit experimentum, ut diversi animalium toni clare distinguantur: tauri mugitus, latratus canis, ovis belatus facile discernuntur. Fibrillarum seu chordarum vocalium vibrationes attentis oculis sese con-

spicuas praebent. Si eadem fibrillae digitis vel instrumento aliquo stringantur, atque ad varias longitudines contrahantur, inflata larynge, diversos edent tonos. Quod autem in praedictis experimentis aër praestat, id in vivis animalibus exsequitur natura. Etenim demonstrat anatome, chordas vocales horizontaliter extensas extremitate anteriori *cartilagini scutiformi* adnexas esse, extremitate autem posteriori adligatas esse *cartilagini arytenoideae*. Cartilago autem scutiformis hinc et inde cartilagini annulari innititur, atque his duobus fulcris tamquam centro in arcum curvilineum flectitur modo a parte antica retrorsum, modo a summo deorsum, et contra. Talis autem motus fieri non potest, nisi cartilagine illae chordas vocales trahant in partes oppositas; nempe cartilago scutiformis trahit a parte postica antrorsum, cartilagine autem arytenoideae trahunt a parte antica retrorsum. Itaque chordae vocales magis vel minus tenduntur. Experimenta illa in animalium cadaveribus instituta unusquisque in se ipso facile sumere poterit. Si enim digitorum gutturi quis immittat ita, ut ad spatium praedictis cartilaginibus interceptum pertingat; facile experietur, nullum produci posse tonum acutiorem, nisi pressionem aliquam digito sentiat. Contra autem si tonum graviorem edere tentaverit, in partem contrariam cartilago movetur, et digito libertatem restitui ex-

perietur. Ex his principiis, ex diversa nempe fibrillarum conformatione et tensione, explicari potest in diversis hominibus atque etiam in eodem homine diversa aetate vocis varietas. Sed haec omnia facile colliget, quisquis explicatam sonorum doctrinam probe intellexerit.

Ceterum quae hactenus explicavimus, longe differunt ab iis, quae antea tradiderat D. Dodart. In glottidis labiis admittebat quidem fremitum aliquem, sed fremitum hunc ad tonorum varietatem secundario tantum conferre existimabat, atque ex diversa glottidis apertura totam vocis melodiam repetebat. At opinionis falsitatem demonstravit D. Ferrein. Glottidis amplitudinem sive aperturam per gradus mutavit, eadem manente fibrillarum tensione; contra autem servata glottidis apertura, tensionis gradus mutavit; in primo casu eundem, in altero autem diversum audivit tonum. In his autem omnibus experimentis solam tonorum varietatem simul cum larynge a ceteris partibus abstractam adhibuit vir clarissimus. At si sonus organis extra laryngem positus, gutturi nempe, dentibus, linguae, labiis, genis, naribus, palato admiranda motuum varietate illidat; iam sonus in vocem articulatam erumpit. Hanc autem motuum varietatem ad literas exprimentas necessariam surdos natos saeculo proxime elapso docebat Iohan. Conradus Am-

man medicus amstelodamensis, atque etiam num parisiis exstat vir stupendae industriae, qui intra breve tempus mira successus felicitate surdos loquelam docet.

Soni doctrinam in aëre et in instrumentis sonoris hactenus consideravimus. Ultima iam superest huius articuli pars, quae est de ipso auditus organo. Praecipuas eiusdem organi partes, quantum officii nostri est, ordine describemus, illarumque usum exponemus. Externa auris pars oculis subiecta dicitur *auricula*, quae est cartilago sive membrana capitis cuti firmiter adnexa, hinc inde prominens, et in modum conchae expansa ad aërem maiori copia excipiendum. Hinc ii, quibus resecta est auricula, minus distincte audiunt, et manu instar cornu inflexa uti solent. Conchae adiacet *meatus auditorius* partim cartilagineus, partim osseus, qui variis flexibus velut spiris contorquetur, ut reflexionum numerus, ideoque et sonus augeatur. In fine meatus auditorii occurrit membrana quaedam subtilis annulo osseo imposita, nullo foramine pertusa, versus meatum auditorium tantisper cava, versus interiora auris convexa: haec *membrana tympani* appellatur. Quandoquidem vero variis aëris motibus excipiendis haec eadem tympani membrana modo laxari, modo tendi debuerat; huic operi ossicula quattuor a sapientissimo divinoque artifice destinata conspiciuntur, *malleolus* nem-