Deutsches Museum

Bibliothek

Dieses Dokument ist ein Auszug aus

Dissertatio Physica De Sono

Die Internetpräsentation des Objektes finden Sie unter der Adresse

http://digital.bib-bvb.de/webclient/DeliveryManager?custom_att_2=simple_viewer&pid=7761484

Nutzungsbedingungen

Die digitalisierten Bestände der Bibliothek des Deutschen Museums stehen allen Interessierten kostenlos zur nichtkommerziellen Nutzung zur Verfügung. In jedem Fall ist das Deutsche Museum als besitzende Institution in der Form „Deutsches Museum, München" zu nennen und der permanente Link zur Präsentation anzugeben.

Ferner erbittet die Bibliothek des Deutschen Museums die kostenlose Zusendung eines Belegexemplars von allen Arbeiten, die auf ihren Beständen beruhen. Wenden Sie sich bei Fragen bitte an:

Terms and Conditions

The digitised material of the Library of the Deutsches Museum is freely available for non-commercial use. In any case the Museum as holder of the digitised material and its originals has to be quoted as „Deutsches Museum, München" followed by the permanent link to the web presentation.

We kindly ask to send us a free copy of every work based on the collection of the Deutsches Museum. Please contact us for any further questions at the address below:

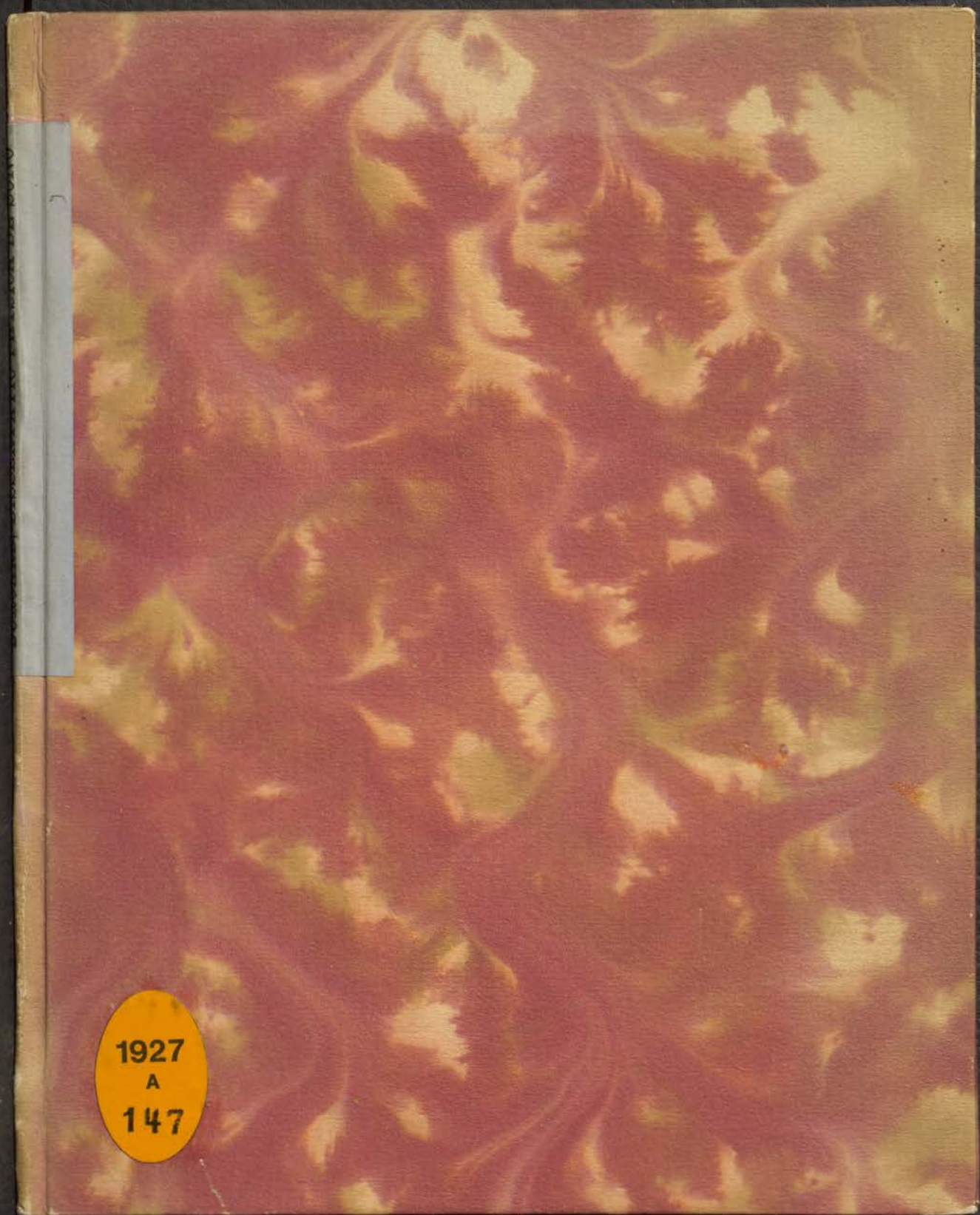
Deutsches Museum
– Bibliothek –
Museumsinsel 1
80538 München
bibliothek@deutsches-museum.de
http://www.deutsches-museum.de/bibliothek/

Für die gewerbliche und kommerzielle Nutzung der Digitalisate gelten die Bedingungen der Bildstelle des Deutschen Museums. Besuchen Sie uns unter

For commercial use please contact the picture office of the Deutsches Museum. For detailed information on fees and regulations please consult the following website

http://www.deutsches-museum.de/archiv/bestaende/bildstelle/

Diese Bedingungen entsprechen der Creative Commons-Lizenz „Namensnennung / Keine kommerzielle Nutzung / Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Deutschland" (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/):



1927
A
147

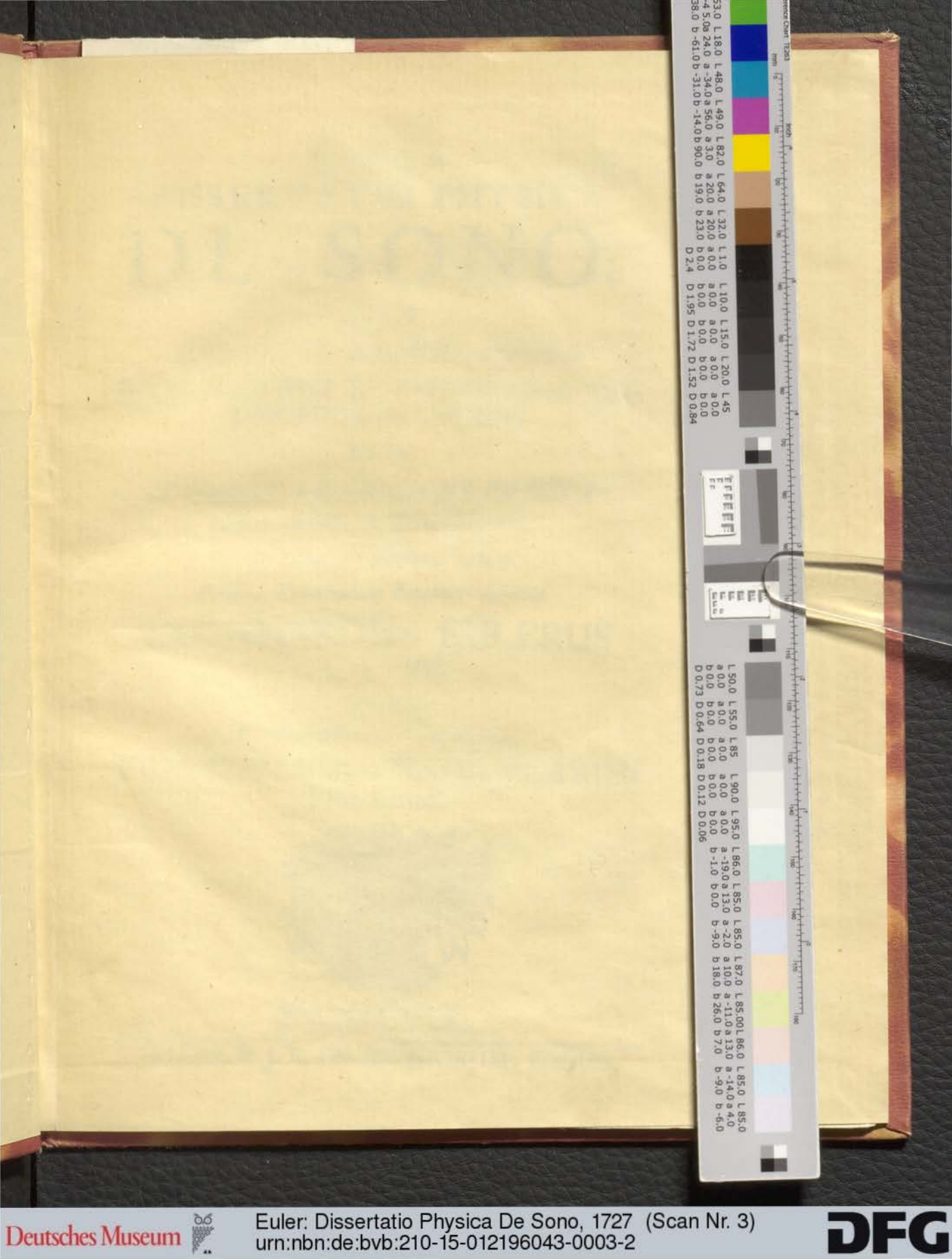
Deutsches Museum
Euler: Dissertatio Physica De Sono, 1727 (Scan Nr. 1)
urn:nbn:de:bvb:210-15-012196043-0001-0
DFG

IV. C.
Akustik

Burcard



Deutsches Museum
Euler: Dissertatio Physica De Sono, 1727 (Scan Nr. 2)
urn:nbn:de:bvb:210-15-012196043-0002-6
DFG



Deutsches Museum
Euler: Dissertatio Physica De Sono, 1727 (Scan Nr. 3)
urn:nbn:de:bvb:210-15-012196043-0003-2
DFG

Q. F. F. Q. S.

DISSERTATIO PHYSICA

DE SONO,

QUAM

ANNUENTE NUMINE DIVINO

JUSSU MAGNIFICI ET SAPIENTISSIMI PHILOSOPHORUM ORDINIS

PRO

VACANTE PROFESSIONE PHYSICA

Ad d. 18. Febr. A. MDCCXXVII.

In Auditorio Juridico hora 9.

Publico Eruditorum Examini subjicit

LEONHARDUS EULERUS
A. L. M.

Respondente

Præstantissimo Adolescente

ERNESTO LUDOVICO BURCARDO
Phil. Cand.



BASILEÆ,

Typis E. & J. R. THURNISIORUM, Fratrum.

Deutsches Museum
Euler: Dissertatio Physica De Sono, 1727 (Scan Nr. 6)
urn:nbn:de:bvb:210-15-012196043-0006-0
DFG

DEUTSCHES MUSEUM MÜNCHEN BIBLIOTHEK

1927 a 147

Deutsches Museum
Euler: Dissertatio Physica De Sono, 1727 (Scan Nr. 7)
urn:nbn:de:bvb:210-15-012196043-0007-6
DFG

CAPUT I.

De

Naturâ & propagatione ſoni.

§. 1.

OBſcura admodum atque confuſa fuit veterum Philoſophorum ſoni explicatio, quantum ex ſcriptis eorum nobis relictis intelligi poteſt. Alii cum Epicuro ſonum inſtar fluminis ex corporibus ſonoris pulſatis emanare ſtatuerunt. Alii autem & præprimis interpretes Ariſtotelis latini cum illo naturam ſoni poſuerunt in fractione aëris, quæ oritur ex colliſione vehementiori corporum. Inter Recentiores Honoratus Fabri atque Carteſius invenerunt ſonum conſiſtere in aëris tremore, de iſto autem tremore pariter confuſè ſentiebant. Acutiſſimus Neutonus hanc rem accuratiùs expendere atque exponere aggreſſus eſt, præcipuè 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 comprehendendo. Priore hoc capite ſcilicet perpendetur, quâ in re ſonus conſiſtat, & quomodo ab uno loco ad alium propagetur. In poſteriore autem, tres ſonum producendi modi conſiderabuntur.

§. 2. Antequam autem ipſius ſoni tractationem aggrediar, quædam de aëre, utpote ſoni ſubjecto præmittenda ſunt. Aërem concipio conſtantem ex globulis infinitè parvis, compreſſis ab incumbente pondere athmoſphærico, & tanto gaudentibus elaterio, ut ſemotâ vi comprimente, ſeſe queant in ſtatum naturalem reſtituere. Cum itaque pondus aëris ſuperioris inferiorem comprimat, prohibeatque, ne globuli aërei

extendantur, vis globulorum aëreorum elaſtica æquatur ponderi athmosphæræ; quocirca eam experimentis definire licèt, æqualis nempe eſt, maximo exiſtente pondere athmosphæræ, columnæ Mercuriali altæ 2460 ſcrupula, ſeu milleſimas pedis Rhenani, quam menſuram in poſterum ſemper adhibebo; ſinautem athmosphæra minimo pondere gaviſa fuerit, æquivalens deprehenditur vis aëris elaſtica columnæ Mercuriali altitudinis 2260. ſcrupulorum. Quin etiam pondus aëris ope antliæ pneumaticæ determinatum eſt, gravitas enim ſpecifica argenti viri ſe habere obſervata eſt ad gravitatem ſpecificam aëris, maximo calore, ut 12000 ad 1. & ſummo frigore, ut, 10000 ad 1 circiter.

§. 3. Si concipiamus in ſerie globulorum aëreorum unum reliquis magis compreſſum, ille ſui juris factus dilatabitur, globulos circumjectos quaquaverſus impellendo ac compreſſionem in illos effundendo, qui ulteriùs alios impellent, ut globuli procul diffiti aliquantillum compreſſionem ſentiant; Atque hac ratione ſonus in alia loca transfertur. Cum autem motus, quo globulus ille ſe expandit, poſtquam in æqualem cum cœteris ſtatum redierit ſubitò cohiberi nequeait, nimium is extendetur; unde a reliquis rurſus comprimetur, denuo tamen nimis; ut itaque motu tremulo unusquisque ab illo primo non nimis diſſitus globulus modo ſe dilatet, modò ſe rurſus contrahat. Iſte autem tremor globulorum aëris in inſtante ceſſare debet ob globulorum infinite exiguam magnitudinem, & inde dependens infinite breve uniûs oſcillationis tempus, edendæ igitur eſſent ab hujusmodi globulo tempore finito oſcillationes ſeu undulationes innumeræ, quod vero ob motus cujusvis globuli continuam diminutionem fieri nequit. Quum autem ad ſenſum in nobis excitandum tempus requiratur finitum, in iſto aëris motu tremulo ſonus conſiſtere nequit.

§. 4. Tum demùm 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 infinitè parva eſſe debent, ſed finita, ut numerus vibrationum ſeu oſcillationum illarum dato tempore determinari queat; numerus ſcilicet pulſuum in auris

tis organum dato tempore finito illidentium tantus esse debet, ut numeris exprimi possit.

§. 5. Cognito jam tremore, in quo sonus consistit, facile erit explicare sonorum diversitates, hic nonnisi primarias adducam. Distribuitur vulgò sonus in magnum & parvum. Magnus est vel vehemens, cum compressiones globulorum aëreorum sunt validiores, sonus vero debilis vel parvus est, cum compressiones illæ debiliores sunt. Quum sonus globulo tremulo facto propagetur communicatione compressionis cum globulis undequaque circumpositis, horum autem numerus crescat in ratione duplicatâ distantiarum a loco originis, decrescet soni vehementia in ratione distantiarum duplicata inversa, ni forte sonus aliunde augmenta accipiat.

§. 6. Maximi momenti soni distinctio est in gravem atque acutum. Gravis est, cum vibrationes globulorum aëreorum tardiùs 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 æqualiter inter se sunt distantes æquequè fortes. Compositus constat pluribus sonis simplicibus simul sonantibus, hic constituit vel consonantiam, vel dissonantiam. Consonantia percipitur sonis simplicibus componentibus rationem servantibus simpliciorem v. g. duplam ut in diapason, vel sesquialteram ut in diapente &c. Dissonantiæ autem sunt, cum ratio sonorum componentium magis est abstrusa v. g. superbipartiens septimas, quemadmodum in tritono.

§. 8. Contemplemur jam soni propagationem aliquantum attentiùs, id quod non incongruè fiet, si ex Theoria supra jactâ computetur spatium, quod sonus tempore dato pervadere potest. v.g. minuto horæ secundo, observatum enim est, sonos omnes sive magnos sive parvos, sive graves sive acutos, eodem tempore per datum spatium ferri, nec non eos perpetuò eâdem velocitate promoveri. Ut illud præstetur, quærendum est, quanto tempore globulus aëreus compressus, compressionem

ad datam distantiam protrudere queat. Id quod ex regulis communicationis motus & contemplatione naturæ aëris haud difficulter erui potest; ipsum quidem inveniendi modum, ut evitem iconismos, omitto, quod autem inde resultat oppono.

§. 9. Sit (ut rem generaliter complectar) gravitas mercurii specifica ad aëris gravitatem ut n. ad 1. altitudo mercurii in Barometro $= k$, longitudò 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 indigitabit hic valor $\frac{a}{4\sqrt{3166.nk}}$ 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 $\frac{a}{4\sqrt{3166.nk}}$ erit distantia ad quam sonus uno minuto secundo diffunditur scrup. $4\sqrt{3166.nk}$.

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

§. 12. Crescente facto nk soni celeritas augeri debet. Densitate ergo aëris manente vel minutâ, elaterio autem aucto soni celeritas major erit; sin vero e contrario aëris densitas crescat, elaterio manente vel minuto, sonus retardabitur. Atque hinc colligitur, cùm aëris tellurem cingentis & pondus seu densitas & vis elastica variis obnoxia sit mutationibus, soni velocitatem subinde quoque variari. Maxima ergo soni celeritas erit, maximo calore, cœloque sudo, seu accuratiùs liquoribus in barome-

Deutsches Museum
Euler: Dissertatio Physica De Sono, 1727 (Scan Nr. 11)
urn:nbn:de:bvb:210-15-012196043-0011-6
DFG

rometro & thermometro ad ſummam altitudinem elevatis. Acerbiſſimo vero frigore & ſæviſſima 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 à ſono percurſum reperiatur ſcrup. $4\sqrt{3166.\ 12000.\ 2460} = 1222800$. 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 $4\sqrt{3166.\ 10000.\ 2260} = 1069600$ 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 Derhamius accuratiſſime inſtitutis experimentis, ſonum tempore minuti ſecundi percurrere 1108 pedes, qui numerus fere medium tenet inter limites inventos. Si jam conſideremus, quæ Neutonus 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 $\frac{p}{d}\sqrt{3166.nk}$ denotante $d : p$ rationem diametri ad peripheriam, i. e. quam proxime $7 : 22$. Eſt itaque ejus expreſſio noſtrâ minor, ſi quidem Neutonus $\sqrt{3166.nk}$ ducat in $3\frac{1}{7}$, ego autem loco hujus numeri adhibeam 4.

§. 15. Hinc ergo mirum non eſt, quod acutiſſimus. Neutonus nimis exiguam inveniat diſtantiam, ad quam ſonus ſecundo minuto pertingit, majorem eam non determinat quam 947 ped. quæ ſane ingens eſt diſcrepantia ab illa diſtantia, quæ experimentis erat inventa, quod autem ad confirmationem methodi affert, tribuendo iſtam diſcrepantiam impuritati aëris, mera eſt tergiverſatio. Utcumque enim aër vaporibus ſit infectus, vis ejus elaſtica æqualis ſemper eſt ponderi athmosphærico, pondusque aëris inde ad ſenſum quoque non mutatur. His vero obtinentibus, ſoni celeritas inde mutationem ullam perpeti non poteſt

poteſt. Nec magnitudo molecularum aërearum quicquam ad rem facit.

CAPUT II.

De *Productione ſoni.*

§. 16.

AD producendum ſonum requiritur, ut aër eo, quem capite præcedente expoſui, modo tremulus reddatur, ſcilicet ut globuli aëris habeant contractiones atque expanſiones finito tempore a ſe invicem ſeparatos. Hujusmodi tremulum motum aëri triplici modo diverſo imprimi ex triplici ſonorum genere concludere potui. Quo circa iſto in capite de tribus diverſis ſonum producendi modis verba erunt faciendo. Refero autem ad genus ſonorum primum ſonos chordarum, tympanorum, campanarum, inſtrumentorum lingulis inſtructorum &c. omnes ſcilicet ſonos, qui originem ſuam debent corpori ſolido contremiſcenti. Ad ſecundum genus referendi ſunt ſoni tonitrûs, bombardarum, atque virgarum & quorumvis corporum vehementius commotorum, omnes nimirum ſoni orti a ſubitanea reſtitutione aëris compreſſi, ut & validiore percuſſione aëris. Tertio generi autem annumero ſonos tibiarum, quorum naturam, cum nemo hactenûs quicquam ſolidi hâc 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 ſententiæ mox ob oculos ponetur, cum duos reliquos ſonum producendi modos explicaturus ero. Nunc antem modus, quo ſoni excitantur, primus accuratiûs perpendendus eſt; Verum impræſentiarum nonniſi, cum reliqua facile eo reduci queant, chordas, quomodo & quales edant ſonos, contemplabor; Ad quod exactius obtinendum, chordas, ut pondere tenſas conſidero, cum aliàs circumvolutione circa columnam extenduntur, ut accuratè vim chordam extendentem metiri liceat.

§. 18.

Deutsches Museum
Euler: Dissertatio Physica De Sono, 1727 (Scan Nr. 13)
urn:nbn:de:bvb:210-15-012196043-0013-8
DFG

§. 18. Ante omnia obſervandum eſt, chordas easdem æquales ratione gravis & acuti edere ſonos, quacunque vi pulſentur, licet ingens eſſe poſſit diſcrepantia ratione vehementiæ & debilitatis, ſoni enim vehementia eſt ut celeritas qua chorda aërem percutit, ſonique æque fortes ſunt, ſi aër eadem vi impellitur. Quocirca, cum ſoni Muſici tam graves quam acuti æqualiter fortes eſſe debeant, ut dulcis harmonia habeatur, in fabricatione inſtrumentorum muſicorum probe in id incumbendum eſt, ut ſoni ratione fortitudinis ſeu roboris æquales edantur, ad quod obtinendum ſequentes regulæ, quæ quidem a recentioribus artificibus ex multiplici praxi craſſe jam erutæ ſunt, quarum vero veritas ex ſequentibus perfectè 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 materiæ chordæ in uſum vocentur, ſin verò minùs, 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 tibiarum, & loco craſſitudinis chordarum, amplitudinem tibiarum internam.

§. 19. Quando chorda oſcillatur, aëros globulos ferit, qui cum in inſtanti cedere nequeant, comprimuntur, durante autem oſcillatorio motu globuli aërei continuò novas patiuntur compreſſiones, unde ſonus oritur. Aër itaque toties ferit aurem ſeu tympanum auris, quoties chorda redierit. Adeoque reperiri poterit numerus percuſſionum unius cujusque ſoni dato tempore aurem invectarum, inveſtigando ſcilicet numerum oſcillationum chordæ ſonum illum edentis eodem tempore. Mea ſolutio autem, quæ cum ſolutionibus Cl. Cl. D. D. Joh. Bernoullii atque Brok 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, $\frac{22}{7}\sqrt{\frac{31\sigma\sigma}{aq}p}$ ubi a determinari debet in ſcrupulis. Huic numero cum ſonus proportionalis ſit, ſoni a diverſis

 chordis

chordis editi erunt inter se ut $\sqrt{\frac{p}{a}}\frac{}{q}$ i. e. soni sunt in ratione subduplicatâ compositâ ex ponderis tendentis directâ & reciprocâ longitudinis & ponderis chordæ. Plura hinc magis particularia consectaria non deduco, sed inquiram in naturam sonorum cognitorum, atque numeros vibrationum illis respondentes, ex experimento a me hunc in finem instituto.

§. 21. Sumsi chordam æneam ex ejus crassitiei genere, quod No. 8. indigitatur, longitudinis 980 scrup. quæ ponderabat $\frac{49}{17\,5\,000}$ libr. eamque tetendi pondere $\frac{11}{4}$ libr. quâ pulsâ deprehendi sonum conveniisse cum eo, in instrumento chorali modo, ut ajunt, adaptato, qui Musicis audit $\overline{di}$. Hinc ergo licebat supputare quoties, iste sonus, & projn quivis alius dato tempore auditûs organum feriat, in data enim formulâ generali, si substituatur loco a, 980. loco p. $\frac{11}{4}$. loco q. $\frac{49}{17\,5\,000}$ sonus $\overline{di}$. minuto secundo habere invenietur vibrationes 559 & cum sit $\overline{di}$ ad $\overline{e}$ ut 6 ad 5 habebit sonus $\overline{e}$ 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 utrumqne enim pertinent. Hujusmodi machinas videre est in variis organis pneumaticis, tubarum, buccinarum, ut & hominum cantus imitantes, quæ instrumenta omnia vento inflari debent, ad id ut sonum edant. Ventus, transitum sibi quærendo, aperit lingulam instar valvulæ, nimium autem eam aperiendo tendit, ut rursus valvula retrocedat, in priorem statum tendendo, quæ proinde denuo aperitur, ut ita motu tremulo aërem transeuntem inficiat. Necesse quidem esset, ut vento æquabiliter flante valvula tandem quiesceret, sonusque cessaret, ad hoc autem cavendum, ventus ipse, præterquam quod per se, dum e follibus propellitur non æquabiliter orificia machinarum impetat, ope valvulæ tubo ventum deferenti insertæ tremulus redditur.

§. 23. Eodem plane modo vox humana generatur, lingulæ enim locum in Organo loquelæ obtinet epiglottis, quæ tremula redditur ab aëre per arteriam asperam ascendente. Tremulus iste motus aëris egredientis, cum in capite arteriæ asperæ,

tum

tum in cavitate oris variis modis immutatur, ex quo vox gravis atque acuta inflectitur, variique vocales formantur, qui soni ope labiorum, linguæ, atque faucium consonantibus exornantur. Quin & naso, cum aëri ab epiglottide, tremulo reddito exitus per nasum quoque pateat, varii soni respectu gravis & acuti edi possunt, qui autem à 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 ferè auribus percipitur. Mirum autem in modum soni isti intenduntur in tubis, atque vox humana in ore, nec non quoad gravitatem atque aciem ingens mutatio hujusmodi sonis infertur in tubo. Verum de hisce soni intensionibus ac inflexionibus, hic non est locus fusiùs disserere, peculiari opus esset capite, quo ista materia accuratiùs expenderetur, ubi explicanda quoque veniret mirifica soni in tubis stenterophonicis amplificatio, ut & doctrina de Echo pluraque alia; sed istam materiam accuratius perpendere nondum vacavit, & quæ in aliorum scriptis continentur, quantum ex iis perspexi, admodum confusa sunt & maximam partem falsa.

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

Deutsches Museum Euler: Dissertatio Physica De Sono, 1727 (Scan Nr. 16) urn:nbn:de:bvb:210-15-012196043-0016-6 DFG

§. 26. Omnes ergo cauſæ, quæ aërem vel jam compreſſum dimittere vel vero comprimere, ita tamen ut ſe ſtatim relaxare poſſit, valent, ad ſonum producendum aptæ ſunt. Quocircà omnes velociores corporum motiones in aëre ſonum edere debent, motis enim corporibus, aër ob propriam inertiam liberrime cedere neſcius, comprimitur, rurſusque ſe dilatando, motum tremulum globulis aëris minimis inducit, ad ſonum producendum aptum. Hinc fluunt ſoni vehementius vibratarum virgarum, ut & omnium velociùs motorum corporum; Soni quoque flatuum atque ventorum, ex hoc fonte, originem ducunt; aër enim præcedens ab inſequente etiam comprimitur, quemadmodum a corpore duro.

§. 27, Soni, qui oriuntur aëre jam compreſſo ſubito relaxato, facile validiſſimi ſunt tormentorum, atque tonitrui; Horum autem immenſorum ſonorum cauſam eſſe reſtitutionem aëris compreſſi, comprobant varia experimenta pulvere pyrio atque nitro inſtituta. Quandoquidem repertum ſit aërem inibi quam maxime eſſe condenſatum, cui inflammatione nitri viæ exitum ei præbentes adaperiuntur, ut maximo impetu erumpere queat. Cum autem ex materia nitroſa & pulvis pyrius, & multi vapores nubes conſtituentes conſtent, mirum non eſt, ignem iſtâ materiâ concipiente, tam ſtupendos inde reſultare ſonos.

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

§. 29.

Deutsches Museum
Euler: Dissertatio Physica De Sono, 1727 (Scan Nr. 17)
urn:nbn:de:bvb:210-15-012196043-0017-2
DFG

§. 29. Ut autem veram hujus rei explicationem nanciſcar, primùm tibiarum ſtructura, & quænam in illis, dum inflantur, eveniant, accuratiùs perpendenda ſunt. Sunt tibiæ ſeu fiſtulæ tubi, quibus infra junctum eſt periſtomium cavum aëri recipiendo aptum, quod verſus tubum in crenam deſinit directè oppoſitam lateri cuidam internæ tubi ſuperficiei, eum in finem, ut aër periſtomio inflatus per fiſſuram in tubum ſecundum ejus longitudinem irruat, rependo ſuper ſuperficie tubi internâ; ſi fiſtula hoc modo conſtructa ſit, ſonum inflata edit, uti facile patet, ſi quivis tubus periſtomio deſtitutus ita quoque inflетur, ut aër in tubum ſuper ſuperficie internâ repat, tum enim ſonum etiam ſicut tibia edit. Interna autem tubi ſuperficies dura lævisque eſſe debet, ne aëri irruenti cedere, nec illi in tubo contento locum ſeſe expandendi dare poſſit, quocirca fiſtula ex tubis ad latera clauſis, atque rigidis interneque non ſcabris parari debent.

§. 30. Videamus jam quid in fiſtula, dum inflatur, eveniat, quod aërem tremulum reddere poſſit, ſeu quâ ratione aër dicto modo in tubum reptans aërem in tubo contentum tremulum reddere queat. Manifeſtum eſt, aëre in tibiam ingrediente, comprehenſum in illa aërem ſecundum longitudinem compreſſum iri, qui cum ſeſe rurſus expandat, verùm nimis, comprimetur rurſus à pondere premente athmosphærico, ut ita motus tremulus in tubo producatur, qui tremor cauſa ſoni proxima eſt. Atque ſic detecta eſt cauſa ſoni tibiarum vera, cujus autem realitas & veritas abundiùs innoteſcet, cum ad explicationem eventorum circa ſonum tibiarum obſervatorum deſcendetur, penitiùs autem priùs conſiderandus eſt modus quo motus ille tremulus producitur.

§. 31. Columna aërea in fiſtula ſeſe ſecundùm amplitudinem expandendo ac contrahendo, more chordanum undat, atque idcircò iſtam columnam conſiderabo ut faſciculum chordarum aërearum tenſarum a pondere athmosphærico. Licet autem pondera chordas tendentia eas divellere conentur, hic verò directè contrarium obtineat, cum columna illa aërea a pondere athmosphærico coarctetur, nihilo tamen minùs analogia legitima eſt, eundem enim pondus athmosphæræ exerit in columnam aëream effectum, quem pondera tendentia in chordas, ſi quidem utrinque, ibi pondus athmosphæræ, hic ponde-

ra tendentia chordas nimium extensas rursus comprimunt. Loco autem, quod chordæ ordinariæ unico puncto pulsatæ sonum edant, chordæ illa aëreæ, cum pulsu unico in puncto facto, totæ, ob discontinuationem partium, contremiscere nequeant, simul per integram longitudinem pulsari debent, id quod fit in tibiis, ubi aër irrepens per totam longitudinem aërem in tubo contentum comprimit.

§. 32. Ad inveniendum itaque oscillationes aëris in tibiis, seu ad determinandum numerum undulationum tujusvis fistulæ, res eò redit, ut aër in tubo habeatur pro chorda tensa utrinque a pondere athmosphærico; atque hoc intuitu oscillationes reperientur ex §. 21. Sit scilicet longitudo chordæ i. e. tubi $= a$ erit p (pondus chordam tendens) $=$ ponderi athmosphærico seu columnæ mercurii in barometro. i. e. ad minimum 2260 & ad maximum 2460 scrup. q (pondus chordæ) autem erit $=$ ponderi aëris in tubo sit rursus ratio gravitatum specificarum mercurii & aëris $= n : 1$. & k altitudo mercurii in barometro. Erit p ad q. in ratione composita n ad 1 & 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 $\frac{2}{7}\frac{2}{a}\sqrt{3166}\,nk$. Unde patet cum n & k pro diversa tempestate mutentur, sonum quoque mutari, scilicet crescente nk ille fit acutior, decrescente autem nk fit gravior. Erunt ergo soni tibiarum acutissimi maximo calore & aëre ponderosissimo, gravissimi autem maximo frigore aëreque levissimo. Quæ differentia sonorum egregie quoque observatur a Musicis atque organariis. Quia autem ista mutatio in omnibus tibiis æquabiliter locum habet, harmonia non mutatur.

§ 34. Ut numeris exprimatur 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. longâ $= \frac{2}{7}\frac{2}{a}\sqrt{3166}.\,12000.\,2460 = \frac{9607\,71}{a}$ Maximum vero frigus sæviissimamque tempestatem indigitantibus liquoribus barometrorum ac thermometrorum, ponendo pro n. 10000.

&

& pro k. 2260 ſcrup. reperietur numerus oſcillationum minuto ſecundo editarum aqualis $\frac{2}{7}\frac{2}{4}\sqrt{3166.\ 10000.\ 2260} = 840714$.

§. 35. Hinc ergo ratio patet, quare tibiæ edant ſonos longitudinibus reciprocè 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 hæc 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 analoga eſt, craſſitiei in chordis. Et quemadmodum non quævis chorda ad quemvis ſonum edendum apta eſt, verum ad graviorem craſſior requiratur, ita etiam in tibiis iſtud locum obtinet, ut quo altiores eæ ſint, eo major amplitudo requiratur.

§. 36. Cum ratio ſonorum, tonum integrum a ſe invicem diſtantium, ſit ut 8. ad 9. Eadem tibia pro diverſa aëris conditione ſonos ad ſummum plus quam tono diſcrepantes edere poteſt. Sit tibia 4 pedes longa, quæ adhibetur ad ſonum, C, in Chorali modo edendum, & erunt ejus vibrationes ſecundo minuto editæ ad ſummum 240, atque ad minimum 210; id quod ſatis convenit cum iis, quæ antea invenimus, ubi de chordis actum fuit, ibi enim numerus oſcillationum ſoni C. repertus fuit 116. unde patet ſonum tibiarum C. eſſe quam proxime octavâ ſuperiorem, eo ſono C. in chordis. Quod autem tota octavâ diſtent, vulgò tamen pro æqualibus habeantur, mirandum non eſt, cum de ſonis heterogeneis difficillimum ſit judicare, an uniſoni ſint, num verò octavâ vel prorſus duabus aut pluribus octavis diſtent, ſufficit quod unicâ ſaltem octavâ eos ſonos diſcrepantes repererim, id quod meam Theoriam ſatis confirmat.

§. 37. Quæ hucusque de ſono fiſtularum allata ſunt, intelligi debent de fiſtulis cylindricis apertis, ubi aëri inflato in ſupremo tubo exitus patet. Cum autem tubus ſupra tectus fuerit, aër inflatus ſupra egredi nequit, ideòque eum retrogredi neceſſe eſt, ut ad orificium inferius emergat. Unde fit ut quaſi ad operculum ſupra tubum reflectat, alterumque tantum

tum ſpatii abſolvat, antequam exitus ei patet. Et per conſequens aër in tubo tanquam chorda duplo longior eſt conſideranda, quippe chordæ ut complicatæ concipi debent. Unde colligitur fiſtulam tectam ſonum edere eundem cum aperta duplo longiore, ſeu edet ſonum octavâ graviorem apertâ.

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

ANNEXA.

1. *Syſtema corporis & animæ harmoniæ præſtabilitæ, quo actiones corporis & animæ minime a ſe invicem dependere aſſeruntur, veritati non conſentaneum eſt.*
2. *Vis attractiva Neutoni aptiſſimus, cuncta corporum cœleſtium phœnomena explicandi modus eſt; Et ideo extra dubium poſitum eſſe credo; corpora omnia ex ſuâ natura ſe mutuò trahere.*
3. *Poſito, centrum telluris (quod autem a vero longe eſt alienum) quævis corpora attrahere, in reciprocâ ratione duplicatâ diſtantiarum, terramque per centrum eſſe perforatam. Quæritur, lapide per foramen demiſſo, quid eveniret cum ad centrum pervenerit ? Utrum ibi vel quieſcens permanſurus, vel protinus ultra centrum progreſſurus ? an vero è veſtigio ad nos ex centro reverſurus eſſet ? Poſtremum ego affirmo.*
4. *Vires corporum motorum ſunt in ratione compoſitâ, ex ſimplici maſſarum, & duplicatâ celeritatum.*
5. *Globus ſuper plano inclinato rotando deſcendens, abſtrahendo ab omni reſiſtentiâ, eâ celeritate, quam ex eâdem altitudine perpendiculariter cadendo acquireret, multo minorem nanciſcetur; Erit enim illa ad iſtam normaliter cadendo acquiſitam ut $\sqrt{5}$ ad $\sqrt{7}$.*
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, minùs fore navem ſubverſioni obnoxiam. Et ſemper, quantumvis malus altus ſit, latitudo velorum eousque augeri poterit, ut nequidem vehementiſſimus ventus navi damnum afferre poſſit.*

TANTUM.

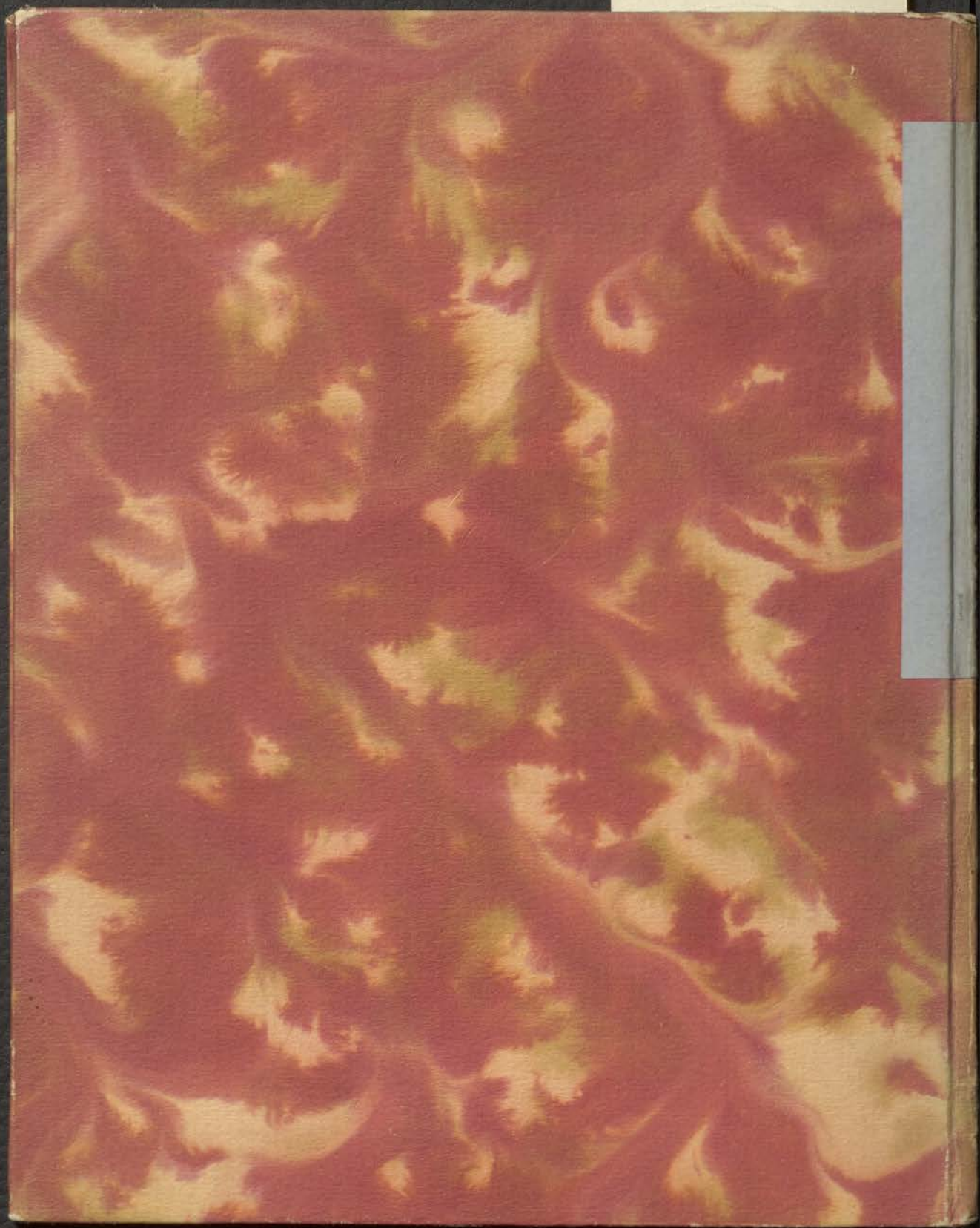
Deutsches Museum
Euler: Dissertatio Physica De Sono, 1727 (Scan Nr. 21)
urn:nbn:de:bvb:210-15-012196043-0021-2
DFG

Libri rari

FRITZ GÄHR
BUCHBINDEREI
MÜNCHEN

28308

Deutsches Museum
Euler: Dissertatio Physica De Sono, 1727 (Scan Nr. 24)
urn:nbn:de:bvb:210-15-012196043-0024-0
DFG



Deutsches Museum
Euler: Dissertatio Physica De Sono, 1727 (Scan Nr. 25)
urn:nbn:de:bvb:210-15-012196043-0025-6
DFG