

DE
TONIS COMBINATIONIS,
DISSERTATIO PHYSICA;

QUAM,

CONSENSU AMPLISS. AD UNIVERS. ABOENSEM
FACULT. PHILOS.,

PRÆSIDE

M. GUST. GABR. HÄLLSTRÖM,

Ordin. Imper. de St. Vladimiro in quarta classe Equite,
Physices Prof. Publ. Ordin.,
Reg. Acad. Scient. Stockholm. Membro,

PRO GRADU PHILOSOPHICO

P. P.

JOHANNES ERICUS BERGBOM,
Stipend. Musicus, Ostromboensis,

in Audit. Philos. die 5 Junii 1819,
horis a. m. solit.

PARS I.

ABOÆ, Typis FRENCKELLIANIS.

Sicut maxime artificiosam auris humanæ fabri-
cam quisque, partes illius multifarias subtilis-
simas, quasi speciali naturæ cura nostræ abscondi-
tas curiositati, rite dijudicans, est admiraturus; ita
non minori afficietur certe admirationis sensu, qui
multiplicem illam legibusque exactissime definitam
rationem movendi, cui tam in ipso sonando quam
in sono, hoc propagando subjecta sunt corpora
elastica, examinaverit, atque simul perpenderit,
has omnes maxime diversas, etsi minutissimas sœ-
pe, variationes auribus tamen nostris exakte posse
percipi. Frustra namque vel ad hodiernum diem
tentarunt hujus rei scrutatores ortum exponere
omnium illarum in sonando figurarum, certo re-
spectu sœpe explicatu difficillimarum, nihilo ta-
men minus a lege, quæ in partibus singulis vi-
brantibus idem præcise requirit oscillandi tempus,
exactissime determinatarum, quas in corporibus ri-
gidis,

gidis, laminis ex. gr. tenuibus, observare docuit Chladni. Neque sua caret sape difficultate tentamen plene explicandi, qua ratione non aër solum subtilissimus, verum rigida quoque corpora & quam maxime solida sonos non confusos tantum, sed articulatos etiam & musicos, in quibus variationes vel minutissimae exacte omnino observantur, motu certe admirando propagare valeant, & quidem separatos quosque seorsim ita exponere, ut sine aliqua plurium tonorum in unum coalescentia vel unius a reliquis facta turbatione, amoenissima ex eorum concentu oriatur & audiatur musica harmonia.

Hæc vero cum ita sint, mirum nemini videbitur, varias de his rebus inter naturæ scrutatores ortas fuisse opiniones, quæ difficultatibus justam phænomenorum percipiendi rationem debentur. Inter illas referenda est quæstio recentiori tempore inter Angliæ Physicos Young & Gough de variis ad theoriam soni pertinentibus momentis mota, quam, additis animadversionibus, in Annalibus Physicis Gilbertianis ann. 1805, Vol. 21, summatim exposuit Vieth. Spectat vero hæc lis phænomenon præcipue illud singulare, quo ex duobus tonis non unisonis, simul effectis, tertius quidam gravior sine ulla nostra opera auribus sentitur, quem tonum Angli *gravem harmonicum* (*grave harmonic sound*)

nominant, *Vieth* autem, cuius quoque nos denominationem in sequentibus nostram facimus, *combinationis* appellat. Disputatur scilicet, inter alia, de ortu etiam toni combinationis, utrum nempe ille a motu aëris sonum propagantis mechanice efficiatur, ut cum antiquioribus contendit *Young*, an imaginationis tantum lusui originem suam debeat, quam sententiam defendere videtur *Gough*; quæ quidem momenta ejus sunt, nobis judicibus, indolis, ut cuique rem rite pensitanti nihil eo respectu dubii in hoc genere phænomenorum obvenire putemus. Alia vero ex parte, etiamsi nulli de veritate theoriæ, qua soni combinationis explicantur, dubitemus, nihilo tamen minus, si cum experientia conferatur, attentioni obvenient observatori phænomena, quibus explicandis eadem, etiamsi in se non falsa, sola non sufficit. Quæ igitur ex empirica rem tractandi ratione hanc momenta sequentibus jam exponemus pagellis, quæque supplementi loco theoriæ vulgari annexenda proponeamus, æquo Lectoris judicio modeste submittimus.

Duobus simul ita sonantibus corporibus quibusvis, ut numerus oscillationum intervallo temporis $\frac{1}{11}$ perfectarum in uno eorum sit r , in altero s , qui igitur numeri tonos productos ita determinant, ut unus r , alter s , appellari possit; facile patet, aurem, quæ tonos hosce excipit, minore affici vi, si mediante

aëre, qui sonum propagat, e motu utriusque corporis diverso temporis momento sentiuntur, fortiore autem si ex ambobus in aurem simul impingunt pulsationes. Si sumitur $r = s$, inæqualis quædam vis numquam observatur, in quo scilicet casu aut ambo corpora eodem temporis momento vibrare incepint, unde efficitur, ut pulsationes quæcunque utriusque corporis ordine æquales eodem quoque absolvantur & aurem afficiant temporis momento, aut etiam, initio oscillationum diverso tempore facto, hæ pulsationes utriusque corporis se numquam attingant, unde oritur eadem semper in audiendo ratio. Quam primum vero inæquales sumuntur r & s , pulsationes ipsæ, ut cunque inæquali incipient tempore, per stata temporis intervalla tamen sese attingunt, quod ubi evenit, aurem simul fortius afficiunt, quam ob rem ordine certo semet excipientes in sonando animadvertuntur pulsus, qui quidem, si infrequentes fuerint, seorsim sentiuntur & numerari saepe possunt, si vero celerius sese subsequuntur, aurem ita afficiunt, quasi tertium aliquod corpus sonorum, præter duo data, pulsationibus suis in aurem impingeret, quod sensum toni tertii, combinationis scilicet, e coniunctione duorum revera productorum percepti gignit.

Si primi inter se sunt numeri r & s , semel;
id-

idque intervallo temporis 1^{II} , simul aurem afficiunt pulsationes, quare etiam unus eodem hoc tempore sentitur pulsus. Similiter quando r & s factores habent communes, tot simul in aurem incident pulsationes, quot maximus = q horum factorum continet unitates; qui idem q erit numerus pulsuum vel tonus combinationis (*).

Hæc quidem adeo sunt plana, ut nullus dubitationi locus esse videatur; nihil tamen minus rem experientia face examinanti patebit, hanc non omnia tonorum combinationis phænomena explicare theoriam, quin potius illam ulterius esse elaborandam apparebit. Dupli vero ratione examen hujus rei experimentorum ope instituendum esse judicamus: primum scilicet numerando pulsus adeo lente semet excipientes, ut, quot quovis temporis 1^{II} spatio extiterint, determinemus; deinde vero ipsum tonum, e satis acutis tonis duobus ortum, observaturi sumus.

Quod primam attinet examinis partem, attentione patet observatori, continuatatem, quæ in numero intra certum temporis spatium effectorum pulsuum observatur, a citata non posse explicari theoria, sed potius ei videri omnino contrariaam.

Do-

(*) Conf. inter alios Biot, *Traité de Physique experimental & mathématique*, Paris 1801. Tom. II. p. 48 &c.

Docet namque experientia, tonos duos, initio unisonos, qui vero dein magis magisque successive per gradus dissentiant, pulsus quoque celeritatis per continuos gradus crescentis gignere, nullo observato saltu. Ex allata vero theoria tales pulsus interdum celeriores audiri, dein vero certis intervallis multo fieri rariores, atque paullo post denuo crebriores, existere deberent, prout vel primi inter se sunt numeri oscillationum, tonos hos constituentium, qui paucissimos progignunt pulsus, vel, mutata eorum proportione, majore gaudent communi divisore, frequentioribus pulsibus oriundis necessario. Sic toni, pro quibus est oscillationum numerus $2r$ & $2r + 1$, unico tantum, temporis $1''$ spatio, gignendo pulsui simul sonantes sufficiunt. Mox vero, vel minima exorta variatione, toni ex. gr. $2r$ & $2r + 2$, qui factorem jam habent communem, duplo saltem majorem ex eadem theoria producerent pulsuum numerum, quem vero, si quoque tonum auditui sistit, non subito atque per saltum sed sensim & per gradus crescere docet experientia. Ita quoque toni gravitate magis a se distantes, modo primi inter se sint numeri r & s eos exponentes, paucos gignerent ex theoria pulsus; qui tamen non audiuntur nisi proximi sibimet invicem sint r & s magnitudine, sed e contrario tonum combinationis distinctum auditui sistunt.

Experientiam hac in re consulentes, pulsationes tonorum in Organo musico (Orgor) Templi Cathedralis Aboënsis observavimus, & quidem illam tonorum seriem (octavam dicunt), quaë a tonica ut appellatur, signo C a Musicis notari solita, incipit (C tibiæ 16 pedum longitudinis), quæque sic dictos contra-tonos continet, elegimus. Ad numerandos pulsus usi sumus Horologio minutis quibusvis tertiiis observandis apto, in quo tempus pulsuum decem vel simplicium vel duplicium, prout commodior requirebat numerandi ratio, observavimus. Quoscunque in serie electa tonos duos sibi proximos simul sonare fecimus, qui omnes distinctissime audiendos præbuerunt pulsus, sequenti annotatos ordine:

Tonū	multū	multū	multū	multū	multū
I.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
II.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
III.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
IV.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
V.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
VI.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
VII.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
VIII.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
IX.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
X.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
XI.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
XII.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
XIII.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
XIV.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
XV.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
XVI.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
XVII.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
XVIII.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
XIX.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.
XX.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.	16. 16. 16.

Toni sonantes	Horologium ostendebat	Tempus præter- lapsum	Toni sonantes	Horologium ostendebat	Tempus præter- lapsum
C & Cis	30'. 33". 3"	—	D & Dis	31'. 24". 9"	—
	35. 58.	2". 55"		29. 4.	4". 55"
	38. 54.	56.	(10 pulsus	34. 5.	61.
(10 pulsus	42. 0.	66.	duplices	38. 51.	46.
simplices	44. 56.	56.	numerati.)	43. 44.	53.
quovis in-	47. 53.	57.		48. 43.	59.
tervallo	50. 51.	58.		53. 38.	55.
temporis	53. 57.	66.		58. 30.	52.
numerati.)	56. 54.	57.		32. 3. 27.	57.
	59. 58.	64.		8. 21.	54.
	31. 2. 54.	56.		13. 16.	55.
Medium	10 puls. simpl.	2". 59", 1.	Medium	10 puls. dupl.	4". 54", 7.
	1 puls. simpl.	0. 17, 91.		1 puls. simpl.	0. 14, 74.
Cis & D.	31'. 2". 54".	—	Dis & E.	32'. 13". 16".	—
	4. 8.	2". 14"		15. 16.	2". 0"
	6. 24.	16.	(10 pulsus	17. 15.	3. 59.
	8. 36.	12.	simplices	19. 12.	1. 57.
	10. 49.	13.	numerati.)	21. 10.	1. 58.
	13. 2.	13.		23. 12.	2. 2.
	15. 12.	10.		25. 14.	2.
	17. 26.	14.		27. 16.	2.
	19. 41.	15.		29. 23.	7.
	21. 52.	13.		31. 27.	4.
	24. 9.	17.		33. 28.	1.
Medium	10 puls. simpl.	2". 13", 5.	Medium	10 puls. simpl.	2". 1", 2.
	1 puls. simpl.	0. 13. 35.		1 puls. simpl.	0. 12, 12.