

A rezgő hártyák hangidomai és azok rendszere.

Irta *Antolik Károly*, áll. főreál. igazgató,

A rezgőhártyák sajátos hangjai már a legrégebb időkben ismeretesek voltak és talán nincs is oly néptörzs, melynél a dob, vagy ahoz hasonló hangszer nem volna használatban. Annak lélektani oka abban keresendő, hogy a hatalmas léghullámok és a rendkívül gazdag hanghalmaz, mely a rezgőhártyákból ered, figyelmünket önkénytelenül magára vonja, érzelmeinket erőlyesen megragadja és olykor mélyen megható benyomásokat ébreszt kedélyünk világában. Nem lehet csodálkoznunk tehát, hogy a jelen század elején, midőn a Chladni-féle hangidomok oly nagy feltűnést okoztak, a hártyák rezgési tünetei is azonnal vizsgálat alá kerültek. Maga Chladni, későbbben Marx, Savart és Faraday sokat foglalkoztak a rezgőhártyákkal, de, saját bevallásuk szerint, nekik nem sikerült ez utóbbiakat eléggé szabályos rezgésbe hozni. A szóban levő tárgyra vonatkozólag legtöbbit a „Gehler physik. Wörterbuch“, valamint Melde „Akustik“, czímen megjelent munkákban találtam.¹

Legelőször a régibb adatokat fogom röviden idézni, melyek a történeti hírség szempontjából is érdekesek, és csak azután térek át az újabb vizsgálatokra.

Muncke², ki különben maga is sokat foglalkozott a rezgőhártyákkal, ezen tárgyra nézve így nyilatkozik: „Die Untersuchungen der Schwingungen gespannter Membranen dürften unter allen akustischen Problemen die grössten Schwierigkeiten darbieten, wenn man die möglichen Arten theoretisch bestimmen und die erhaltenen Resultate durch die Erfahrung prüfen wollte, inzwischen würde die hierauf verwendete Mühe um so

¹ Gehler's phys. Wörterbuch. VIII. kt. 220.—226. 1.

Melde, Akustik. 1883. 103.—133. 1.

² Gehler's phys. Wörterbuch. VIII. 220. 1.

weniger belohnend seyn, als die in der Wirklichkeit vorkommenden ohne Zweifel sehr einfach sind.“ Hogy Muncke mennyire csaldótt okoskodásában, majd a következőkből ki fog derülni. Nem volna sok, ha mindazt, a mi a hártyák rezgéseire vonatkozik, itt elősorolnám, de elegendő, ha csak azt hozom fel, a mi némi értékkel bír. Sokkal helyesebben érvel e tekintetben Chladni: „Eine an beiden Enden gespannte Membrane von überwiegend grösserer Länge als Breite, schwingt unbezweifelt einer gespannten Saite analog; es lassen sich daher in jener eben diejenigen Knotenlinien annehmen, die in dieser vorhanden sind, obgleich auch neben diesen, den Ton begleitenden, noch andere von verschiedenen Ordnungen auf gleiche Weise, als bei starren schwingenden Blächen vorhanden seyn mögen.“¹

Marx, ki annak idejében talán legtöbbet foglalkozott a rezgő hártyákkal, igen helyesen érvel, midőn azt mondja, hogy a hártyákon a rezgések annál könnyebben idézhetők elő, minél vékonyabbak és egyenletesebbek azok, de téved, midőn a következőket állítja:² „Die einzige Art von Membranen, die sich zur Erzeugung von Tönen eignen, sind die aus Cautschuck oder Federharz.“ — Bőr, selyem, vászon, papír, hólyag stb. *egyaránt szabályos rezgésbe hozhatók* és az azokon keletkező hangidomok ellen nem lehet semmi kifogásunk; kísérleteim hosszú sorában azonban a finom, fekete színű, ugynevezett „satiné-papír“ legjobbnak bizonyult be. — Marx fentebbi szavaiból még azt is lehet következtetni, hogy ő nem is sejtette, miszerint a hártyákon nemcsak *kereszt*-, hanem *hosszrezgések* is lehetségesek.

Muncke, ki a hártyákra vonatkozó régibb ismereteket összegyűjtette, azokat kritikailag tárgyalta és maga is sokat kísérletezett, a nyert eredményekről egészen leplezetlenül a következőket írja:³ „Allein wie anhaltend auch mein Bemühen war, so konnte ich doch auf der Aeoline⁴ ausser dem vom Erfinder (Marx) erwähnten Schnarren, keinen Ton damit hervor-

¹ Chladni, Akustik, Neuere deutsche Ausgabe 1830.

² Gehler's phys. Wörtb. VIII. és Schweigger's-Seidl's Jahrbuch 1832.

³ Gehler's phys. Wörtb. VIII. 225. l.

⁴ Melde, Akustik 1883. 115. l.

bringen. Einige Male glückte es mir jedoch ganz eigenthümliche Figuren zu erzeugen. „Eine weitere Verfolgung dieser Versuche könnte vielleicht über die noch sehr wenig genau erforschten Schwingungsgesetze gespannter Membranen mehr Licht verbreiten und Grundlage theoretischer Untersuchungen werden, die uns bis jetzt noch gänzlich fehlen, indem das eigentliche Verhalten derselben durch die rücksichtlich des Calculs schätzbaren Abhandlungen von L. Euler² und Biot³ über die Vibrationen gespannter rechtwinklig viereckiger Paukenfelle noch keineswegs genügend aufgeklärt worden ist und es sogar noch fraglich ist, ob das Problem überhaupt gelöst werden kann.“

A Savart-féle hártyaídomok a Müller-Pouillet fizikában össze vannak állítva,⁴ de az általa nyert eredményekre nézve ugy W. Weber,⁵ valamint Bourget⁶ és Melde⁷ egyhangú ítélete nem kedvező.

Az említettek kivül nagy becsesel bírnak még, az elmélet szempontjából, a következő régibb szerzők munkái: G. Riccati,⁸ Oerstedt,⁹ Strehlke,¹⁰ Biot,¹¹ és Seebeck.¹² De mindezek által Chladni szép kísérletei fejlődésükben nem emelkedtek. Így álltak a dolgok 1850-ig. Ujabb elméleteink vannak még Lamé,¹³ Bourget¹⁴ és Matthieu-tól.¹⁵ A legujabb időbe esnek Müller C. kísérletei¹⁶; és az egész anyag össze van gyűjtve Melde

¹ Gehler's phys. Wörtb. VIII. 222. l.

² Nov. comm. Petrop. X. 243. l. „De motu vibratorio tympanorum“

³ Mém. de l' Institut. Sciences phys. et math. IV. 21. l.

⁴ Müller-Pouillet's Physik 1886. 792. l.

⁵ Schweigger-Seidl's Journ. XIV. 15. l.

⁶ Bourget. Ann. de Chim. et Phys. 60. kt. 1860.

⁷ Melde, Akustik 1893. 129. l.

⁸ G. Riccati. Chladni's Akustik. 64. l.

⁹ Oerstedt. Ann. de Chim. et Phys. 25. kt.

¹⁰ Strehlke. Pogg. Ann. Bd. 80 und 84.

¹¹ Biot. Mém. de l' instit. d. France. IV.

¹² Seebek. Dove's Repert. der Phys. VIII.

¹³ Lamé. Leçons sur la théorie de elasticité 1852.

¹⁴ Bourget. Ann. scientif. de l'école normale supérieure III. 1866. 55. — 95. l.

¹⁵ Matthieu. Lionville I. és compt. rend. 66. kt. 1868.

¹⁶ Carl Müller. „Untersuchungen über freischwing. Membr.“ Cassel 1877.

„Akustik“ című munkájában. Melde a hártyákra vonatkozó fejezetét a következő érdekes szavakkal végzi: „Was die Longitudinalschwingungen der Membranen anlangt, so leuchtet ein, dass auch diese existiren. Denn es ist denkbar, dass z. B. bei einer Kreismembran in der Richtung der Radien die Erschütterungen stattfinden. Possion hat diesen Fall auch theoretisch behandelt, *doch liegt das Experimentelle noch sehr darnieder.*“¹

Végre megemlíthetem, hogy Meldének² sikerült a folyadékok felületén néhány oly idomot létrehozni, mely csakis a rezgő hártyákon észlelhető. — És ezek után áttérek saját kísérleteimre.

Kutatásaimat 1888-ik év végén kezdtem meg. Mindjárt az első kísérleteknél a kifeszített hártyák kereteire 3—5 milliméter magas parafadugóból kivágott félkör alakú lemezeket ragasztottam s ez utóbbiakat vizes üvegrudacskaikkal dörzsöltem. Ily módon igen magas hangokat, a hártyákon pedig rendkívül érdekes hangidomokat nyertem, melyek leginkább valamely keresztes pók hálójának szövetére emlékeztetnek. Fellelkesülvén a meglepő tüneményeken, kísérleteimet minduntalan módosítottam. Legújabb készülékeim igen egyszerűek s alig néhány krajczárba kerülnek. Ezen célra igen alkalmasak a vaspléhből vagy cinklemezéből kivágott 10—30 cm. átmérőjű és 4—5 cm. széles gyűrűk, üvegtölesek, fagyűrűk és szegletes farámák, melyek vékony s fekete sima papírral vannak bevonva. További kísérleteimet akként folytattam, hogy 1—1.5 méter hosszú és 2—3 cm. vastag üvegsöveket közepök táján balkezembe fogva és a hártya fakeretének élére szorítva, lefelé álló felét a jobb kezemben levő vizes flannellel dörzsöltem. Ezen könnyű és kielégítő eredményű kísérletek után a húrokhoz fordultam, a végett, hogy rezgéseiket a hártyákra átvihessem. E célra a monochord alkalmas készüléknek látszott, de meg kell vallanom, hogy itt váratlan nehézségekkel kellett küzdenem. Sok kísérletezés után végre rájöttem, hogy legezészerűbb eljárás az, ha a monochordnak lehetőleg megrövidített és erősen kifeszített húrja aljára igen kicsike (3—4 millim. hosszú és 1—2 millim. széles alappal bíró) parafából készült kúpocskát ennyvel odaragasztok, ez alá a hártyát és a hártya alá két

¹ Melde. Akustik 1883. 133. 1.

² Melde. Wied. Ann. 30. kt. 169. 1. 1887.

széles faéket helyezek és ha ez utóbbiakat addig tolom egymás felé, míg a parafa-dugócska a hártya felületét érinti. Most tompa fatű segítségével a kúpocska csúcsát és a hártyát be-
nyvezem s addig várok, míg az enyv megszárad és a csúcs a hártyával összeragad. Ekkor a hártyát behintvén a kellő porokkal (igen finom homokkal, lykopodiummal, vagy elefánt-csont-liszttel), a húrt igen keskeny hegedűvonóval lehetőleg gyöngén dörzsölöm. A hártyán levő porokat minden kísérlet után le lehet fújni, vagy pedig puha ecsettel megigazítani.

Mintthogy azonban a rezgő-húrokkal a célzt csak ovatossággal és fáradtsággal lehet elérni, más módot kerestem, annyival is inkább, mert a húrok szabályos megrezegtetése és a rökön fölhangok sok nehézséget okoznak. Módszerem abban állott, hogy a kezemnél levő chromatikus hanglejtőnek 13 hangvilláját faléczekre erősítettem meg függélyesen s ekkor vagy a falécznek végét, vagy pedig a hangvillának kiálló talapescsúcsát a hártya keretére tettem s azt erősen leszorítva, a hangvillát hegedűvonóval rezgésbe hoztam.

A következő kísérleteket részint húrokkal, részint pedig hangvillákkal tettem, a mint azt a szükség magával hozta.

Lássuk most a tüneteményeket. — *Valamint a körhártyákon a concentrikus körök és az azokra merőleges küllők képezték az alapidomokat, úgy a szegletes hártyákon is az egymásra függélyesen irányuló, de egymást nem metsző interferenzvonalak adják a kiindulási főidomokat.*

Hogy hány idomrészlet képződik a különböző hártyákon, az a hang magasságától, a hártya nagyságától és annak vezetési képességétől függ. U. i. minél magasabb a hang, annál több interferenzvonal és minél nagyobb a hártya, valamint hangvezetési ellenállása, annál több idomrészlet keletkezik. Azaz itt nem az interferenzvonalak száma, hanem csak azoknak egymástóli távolsága, vagyis a félhullámhossz veendő tekintetbe és a szerint határozandó meg a hang magassága.

Ily módon sikerült számtalan hangidomot nyernem és ezekből a következő törvényt kísérletileg megalapítanom: *A hártyákon mutatkozó interferenzvonalak mindig két egymásra merőlegesen álló főirányban igyekszenek kifejlődni, legyen a hártya kör-, négyzet- vagy bármilyen alakú is. A transversalis rezgések-*

ből eredő s teljesen kifejlődött idomok a köralakú hártványakon koncentrikus körök, vagy koncentrikus körszeletek, illetőleg gömbölyített körszeletrészek, míg a négyszögletes hártványokon a teljes kifejlődésnél négyzet alakokra emlékeztető hangidomok fejlődnek (1—6-ik ábra).

Az így keletkezett és teljesen kifejlődött hangidomok már most bizonyos rendszer szerint könnyen osztályozhatók. Ezt a rendszert egyszerűen „**Oszlási rendszer**“-nek nevezem.

Ha pl. valamely hártvány szélén csak egyetlenegy interferenzkör képződik, akkor az idom „*Elsőrendű null-oszlású*“ osztályba tartozik. Rövid megjelölése pedig: (1.₀). Ezen esetben a hártvány úgy rezgett, hogy az egész felülete felváltva föl- és leszökött, — éppen úgy mint valamely kifeszített húr, midőn félhullámú keresztrezgéseket végez. A hártvány középpontja legnagyobb magasságra emelkedik és legnagyobb mélységre süllyed s azért ezen pont „*Rezgési középpontnak*“ neveztetik. Az ilyen keresztrezgésnél a homok függélyesen felfelé ugrik és hevesen kavarodik. Ha a hártvány két koncentrikus kör mutatkozik, akkor az idom elnevezése: „*Másodrendű null-oszlású*“ (2.₀) Rezgését valamely 1 és $\frac{1}{2}$ hullámú húr híven jelzi, ha azt egy körsíkon megforgatva képzeljük.) *1-ső ábra.*

Ha három koncentrikus kört látunk, akkor „*Harmadrendű null-oszlással*“ van dolgunk (3.₀) stb.

Ha a hártványidom két egyszerű félkörre oszlik, akkor az idom „*Elsőrendű kettős oszlású*“ osztályba tartozik (1. .); ha pedig két, három (2-ik ábra) négy stb. ilyen félkör egymásban lép fel, akkor „*Másod-, harmad-, negyed- stb.-rendű kettős-oszlással*“ van dolgunk (2.₂, 3.₂, 4.₂ stb.) — „*Hármas-oszlású és egyáltalában páratlan számú oszlások nem léteznek.*

Ha ilyesmit látunk, ez csak annak a jele, hogy az idom nem fejlődött ki tökéletesen és hogy némely (többnyire minden második) interferenzvonal kimaradt, vagy hogy az egyes interferenzvonalak szabályellenes ugrásokat tettek, így pl. 6-ik ábrán az **nn'** interferenzvonal.

Most következik az „*Első-, másod-, harmad-, negyed- stb.-rendű, négyes-, hatos-, nyolczas-, tizes- stb. oszlás*“ (1. 2. 3. 2.₆, 2.₈, 3.₁₀, 3.₁₂; 4.₈, 4.₁₀, 4.₁₂ 5.₂, 5.₄, 5.₆, 5.₈, 5.₁₀, 5.₁₂, 5.₁₄ stb. stb.)

Az ide mellékelt 1—6-dik ábra teljes képet nyújtanak nekünk az egész „Oszlási rendszer“-ről. Osztályozásuk: 2., 3., 1., 4., 6., 1., 8. — Előfordulnak ugyan szabálytalan idomok is, pl. a 6-dik ábra, de ha ezeken a rezgési középpontokat szem előtt tartjuk, akkor a keletkezett idomok a kellő oszlási osztályba többnyire igen könnyen beilleszthetők. Így pl. az ide mellékelt 6-dik ábra az I. 8. oszlást mutatja; ezen idomnál az **nn'** interferenzvonal szabály ellenes vonulugrást tett és minden második interferenzvonal kimaradt.

„*Rezgési középpontok*“ alatt értjük egyttal ama köralakú foltocskákat is (1-dik ábra), melyek a megfelelő területek közepén nem homokból, hanem a homok közé kevert lycopodiumból képződnek. Ezek tulajdonképen a Savart-féle „secundär-idomok“. Ha a rezgési középpontok hosszabb vonalakká fejlődnek ki, akkor „*rezgési középponalak*“-nak neveztetnek (1-ső, 2-dik és 6-dik ábra).

Az „*indifferens területek*“ alatt értjük azokat a részleteket, melyek az interferenzvonalak között, a rezgő-területeken kívül keletkeznek és a melyeken a homok látszólag nyugvásban maradt. (Lásd a 3-ik ábrának **d** területét és ugyanazon idomnak szélén mutatkozó bevágásokat, vagy pedig az 5-dik ábrán a középpont körüli területet és egyttal azon kisebb területeket, melyeken az interferenzvonalak *látszólag* metszik egymást.)

Ha most igen magas hangokkal kísérletezünk, akkor a transversális rezgések kimaradnak és a hártványon oly hangidomok keletkeznek, melyek a **hosszrezgésekből** erednek. (8-dik és 9-dik ábra). — Ezen rendkívül érdekes és legelőször általam észlelt tünetények igen könnyen létrehozhatók akként, hogy a hártva keretére ragasztott 10—20 milliméter széles és 3—10 milliméter magas parafadugócskákat, melyekről különben már a bevezető sorokban megemlékeztem, vizes üvegsővel dörzsöljük; vagy még biztosabban, ha valamely hártva keretére 0·5 cm. vékony és 25—30 centiméter hosszú üvegrudacsát vagy üvegsövet helyezünk s annak lefelé álló végét vizes flannellel dörzsöljük. Hogy ezen kísérleteknél hosszabb és vastagabb üvegsövek is alkalmazhatók, önként érthető. Ily módon valamely 400 mm. oldalhosszal bíró, négyzetalakú hártván, 50—60 egymással párhuzamosan futó, de rovátkás interferenzvonalat könnyen előállíthatunk és ekkor az alkalmazott porok

(lycopodium, elefántesont-por, homok stb.) oly éles vonalakban s oly szabályossággal helyezkednek el egymás mellé, mintha a hártya fekete felületére aczéltollal volnának odavésve. De 40–60000 rezgési számnak megfelelő hangidomokat még biztosabban állíthatunk elő, ha valamely hártyának fakeretébe varrótűt függélyesen szúrunk és azt középpontja közelében a balkezünkben levő ollóba szorítván, a tű alsó részét keskeny hegedűvonóval dörzsöljük. Az ollóval a tű rezgését szabályozzuk.

Ezekhez a kísérletekhez azonban mégis a tűfogó (Stielklöbchen) a legalkalmasabb készülék, mely minden órásnál 80 krajezárért kapható s melyben valamely vékonyabb kötöttű tetszésünk szerinti magasságban beilleszthető tehát hangolható — s aztán balkezünkkel egyszerűen a hártya keretére szorítandó és a hegedűvonóval dörzsölendő.¹ Csak kis gyakorlat kell ahhoz, hogy a tűfogó segítségével oly idomokat idézhessünk elő, *melyeknél semmiféle hangot nem hallunk* s a melyeknek megfelelő interferenzvonalak 2–3 mm. távolságban — *félhullámhosszjára* — helyezkednek el egymás mellé.

Feltéve már most, hogy a papírban a hangterjedés sebessége egyenlő a levegőbelivel (ámbar nagyobbnak veszik), akkor $n = c \lambda$ képlet szerint, $n = 340000 \text{ mm} : 6 \text{ mm.} = 56666$ rezgési számmal van dolgunk.

Hogy itt csakugyan *hossz- és nem keresztrezgések* szerepelnek, már onnan is következtethető, hogy ezen hangidomoknál sem a hártya feszültsége, sem súlya, sem alakja, sem pedig annak megterhelhetése nem jön tekintetbe; sőt a kísérleteket minden előkészítés nélkül akképen is megtehetjük, hogy egy ív papírt egyszerűen az asztalra teszünk, ha éppen akarjuk, tetszés szerinti súlyokkal megterhelhetjük, vagy bármely részén kilyukasztatjuk és azután a szabad felületét igen finom homokkal behintvén és a tűfogót a papír bármely pontjára függélyesen állítván, annak kötöttűjét hegedűvonóval dörzsöljük. A hangidom abban a pillanatban előáll és a papír egész felületén terjed el.

Ha itt transversális és nem longitudinális rezgéseket tételezünk fel, akkor kísérleteink minden eddigi hártya-elméletnek ellentmondanak és az azokra vonatkozó törvényekkel ellenkeznek.

¹ Lásd: „Zeitschrift für den phys. u. chem. Unterricht.“ Berlin 1891. 343. lap. 58-ik ábra.

A leírt módon nagyobb kartonokon is igen csinos hangidomok idézhetők elő, sőt kis gyakorlattal az üveg- és fémlemezket is sikerül hosszrezgésbe hozni, ha a tűfogóban levő (vastagabb) kötőtűt az illető szilárd lemez széléhez szorítjuk, aztán pedig hegedűvonóval rezgésbe hozzuk. Az utóbbiaknak megfelelő igen érdekes és eddig még nagyon ismeretlen hangidomok kényelmesen tanulmányozhatók, mivel a szilárd lemezekben a hangterjedés sebessége nem változik meg, úgy mint a hygroskopikus hárttyáké, de könnyebben is meghatározható.

A felsorolt kísérletek és tüncmények alapján összegezzük a levonható következtetéseket és igazságokat:

1. *A hárttyák éppen úgy rezegnek, mint a húrok vagy fonalak.*
2. *Minden hárttya úgy képzelhető, mintha végtelen sok hárból állana, melyek egymásra függélyes két irányban rezegnek.*
3. *Az interferenzvonalak nem egyaránt fejlődnek ki a jelzett két irányban: némelykor az egyik, máskor megint a másik irány érvényesül jobban; sőt vannak esetek, melyekben az egyik irány oly túlnyomó módon érvényesül, hogy a másik elenyészni látszik.*
4. *A hullámok szabálytalan visszaverődése által a két függélyes irány módosul és a hárttyákon gyakran több kiindulási pont észlelhető.*
5. *Úgy a hárttyákon, valamint a szilárd lemezeken a keresztrezgés és a hosszrezgés egyidejűleg érvényesülhet.*
6. *Magasabb hangoknál a keresztrezgés mindinkább háttérbe szorul és a hosszrezgés lép előtérbe; úgy látszik, hogy a legmagasabb hangoknál a keresztrezgés egészen elenyészik.*
7. *A keresztrezgésekben levő területeken fölfelé ugrik és pezsegni látszik a homok, holott a hosszrezgés hullámai alatt rángó területeken a homok vízszintes irányban tovább siklik.*
8. *A keresztrezgéseket régző területeken mindig rezgési középpontok, illetőleg rezgési középronalak mutatkoznak, holott azok a hosszrezgéseknél teljesen hiányzanak.*
9. *A köralakú hárttyákon és üveglemezeken az interferenzvonalak részint a koncentrikus körök, részint pedig az átmérők irányában helyezkednek el rendszeren, de sohasem metszik egymást.*
10. *A négyszögletes hárttyákon az interferenzvonalak rendszeren a keretnek két átellenes oldalával párhuzamosan futnak. Hasonló*

elrendezés nyíltánul a szilárd lemezekben is, csakhogy ez utóbbiaknál a rendellenesség gyakoribb, mint a hártványknál.

11. Ha valamely köralakú hártva a legmélyebb hangjának megfelelőleg egészben rezeg, akkor rezgési középpontja a hártva mértani középpontjával esik össze s ez esetben csakis a szélén fejlődik ki egy köralakú interferenzvonal, mely Chladni szerint a rezgő lemezekben nem fordul, de nem is fordulhat elő. Hasonló dolog történik a négyszegletes hártványon is, bár ez utóbbiaknál a szegletek igen módosítják a tüneményt.

12. Ha valamely hártva a keresztrezgéseknél több részre oszlik, akkor ezen részek köralakú területekben igyekszének rezegni, de mivel ezen területek más összetevő erők által is befolyásolva vannak, kénytelenek alakjukat megváltoztatni. Így a körökből gyakran ellipszisek, vagy másnemű görbék is fejlődnek ki; — a vonalugrások olykor spirális interferenzvonalakat is eredményeznek.

13. Mínt hogy a merőleges irányban egymásfelé haladó hullámok nem mindig egyenlően hatályosak, az interferenzvonalak részletei sem fejlődnek ki mindig rendez négyzetekké, illetőleg a koncentrikus idomoknál ívelt trapezekké. Azonban az elmaradt merőlegesek nyomai híven visszatükröződnek az által, hogy a győztes interferenzvonalakon éppen annyi bevágás észlelhető, mint a hány interferenzvonalnak a másik merőleges irányban kellett volna kifejlődnie. A jelzett helyeken — úgy a hártványon, valamint a szilárd lemezekben is — az interferenzvonalak megszakadoznak s ekkor vonalak helyett kis csomópontok észlelhetők az idomokon.

14. A hosszrezgésekből eredő hangidomoknál minden jel arra mutat, hogy ugyanazon anyagból készült hártványon az egyenlő hangoknak egyenlő méretekkel bíró idomok felelnek meg, legyen bár a hártva feszültsége, nagysága és alakja egészen különböző is.

15. A keresztrezgésekből eredő interferenzvonalak mérésekre nem alkalmasak, mert a rezgő területek több, de különösen a levegő ellenállásából eredő és egyelőre könnyen meg nem határozható behatástól is függnek.

16. A hártvány, bár igen sok hangnak felvevására alkalmasak, még sem képesek minden hanghoz teljesen alkalmazkodni.

17. A hártványat hártvány által is lehet megrezgetni, a nélkül hogy érintkezésben volnának egymással s ez akkor sikerül legjobban, ha a hártvány egyenlő önhangzásba hozhatók. (A célt

könnyen elérjük, ha a két lehetőleg egyenlő hárttyát néhány centiméternyi távolságban párhuzamosan egymás felé helyezzük s aztán a felsőt valami módon (pl. üvegsővel) megrezegtetjük.)

18. A hárttyák annál szabályosabban rezegnek, minél fogékonyabbak a hangidomok képződésére s minél tisztábbak és magasabbak az áttett hangok.

19. Ha valamely hárttya a kellő részekre maradék nélkül nem oszthat el, de az interferenzvonalak képződésére mégis alkalmas, akkor annak szélén $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{8}$ hullámhosszal bíró vonalözök tűnnek fel, melyek a méréseknél mellőzendők. Ugyanaz áll a hárttya keretén képződős többnyire nagyobb hullámhosszal bíró interferenzvonalakról is.

20. Ugyanazon hárttyán egyidejűleg több rendbeli hangnak megfelelő interferenzvonal is léphet föl s ez által az idom a kellő mérésekre alkalmatlanná válik.

21. Vonalugrások és vonalkimaradások igen gyakori tünetek úgy a hárttyákon, valamint a szilárd lemezeken is. Ezek által az idomok igen lényegesen módosulnak, különösen pedig ha keresztrezgésekből erednek.

22. A hárttyákon és szilárd lemezeken egyidejűleg több rendbeli oszlás és hullámfoszlás is léphet föl.

23. A hosszrezgéseknél sem a hárttyának vastagsága, sem pedig súlya nincsen befolyással a hangidomok képződésére.

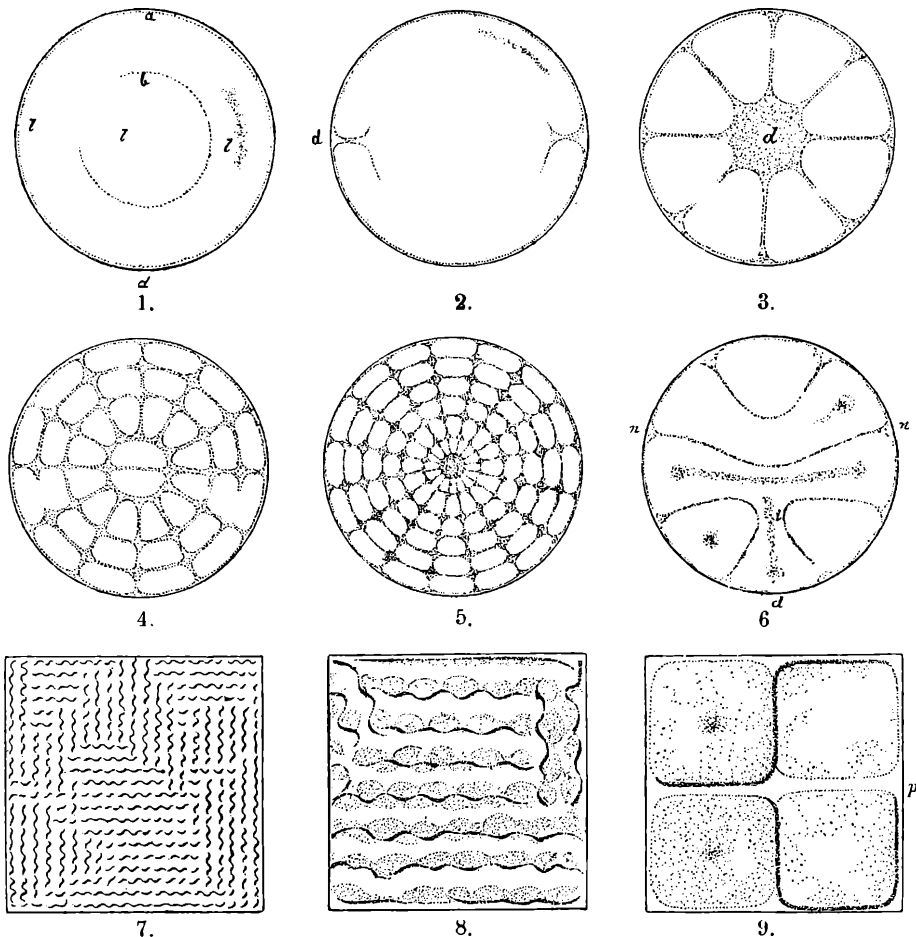
24. A keresztrezgéseknél a hárttyának megterhelhetése és minden más megváltoztatása nagy szerepet játszik.

25. A hárttyaidomok azért különböznek lényegileg a szilárd lemezek idomaitól, mivel ez utóbbiak nem fejlődhetnek ki egészen; így pl. a (3-ik ábra) hárttyaidomunk megfelelne Chladni-féle 8 ágú csillagnak úgy a kör-, valamint a négyzetalakú lemezeken, de míg a hárttyán az egész félhullám fejlődik ki, addig a szilárd lemezen körülbelül csak $\frac{1}{4}$ hullám-hossz szerepel, melynek rezgési középpontja mindig a lemez szélére esik. Ugyanez áll a 4-, 6-, 10-, 12-sb. oszlású idomokról is; a rokonság mindenütt könnyen felismerhető. Röviden azt is mondhatjuk, hogy a szilárd lemezek rezgése a rezgő pálcákkal, a hárttyák rezgése pedig a rezgő húrokkal hasonlítható össze.

26. A hosszrezgéseknél a mozgás a rezgő test síkjával párhuzamosan halad és éppen úgy, mint a keresztrezgéseknél, álló

hullámokat képez. Ennek következtében az interferenzvonalak által elcálasztott szomszédos részek ellenkező (+ -) irányban mozognak. A két szomszédos résznek ezen hullámmozgása az illető interferenzvonalra merőlegesnek veendő. — A hártyák és lemezek transversalis mozgása azonos természetű, és mivel már eléggé ismeretes, e helyen bővebb fejtegetésre nem szorul.

Pozsony, 1894. évi április hó 12-én.



Antolik Károly.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des Vereine für Naturkunde zu Presburg](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [NF_8](#)

Autor(en)/Author(s): Antolik Karl

Artikel/Article: [A rezgő hártyák hangidomai és azok rendszere 1-12](#)