

Megjelenik minden hónap ötödikén, harmadfél nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként fametszetű ábrákkal illusztrálva.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY. HAVI FOLYÓIRAT KÖZÉRDEKŰ ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE.

E folyóiratot a társulat tagjai az évdíj fejében kapják; nem tagok részére a 30 ívből álló egész évfolyam előfizetési ára 5 forint.

54-IK FÜZET.

1874. FEBRUÁR.

VI. KÖTET.

III. A HANG SZÍNEZETÉRŐL.

I.

(Előadott az 1873 december 5-ikén tartott természettudományi estélyen.)

A kívülről reánk gyakorolt hatásokat akképp vesszük észre, hogy az egész testben szétágazó idegek a közvetlen benyomást az agyhoz vezetik, hol az tudomásul vétetik. De ez út leírására idő kell, mely a természeti tünetmények észlelésénél sokszor hiányzik: innen van aztán, hogy gyakran nem tudjuk, mily hatásoknak vagyunk kitéve, s hogy az ily tünetmények magyarázata látszólag egészen eltér a tett észlelettől.

Így péld. mit érzünk akkor, ha meleg testet megérintünk? Ez érzetet mindnyájunk ismeri, s bizonyára az első pillanatra senkinek sem látszik valószínűnek, hogy ezen érzet gyorsan egymásra következő ütésektől származzék; t. i. a test legkisebb részecskéinek, atómjainak, illetőleg molekuljeinek gyorsított mozgása által származott ütésektől. Ütések nem érzünk, mert ezek oly gyorsan következnek egymásra, hogy az idegek nem vezethetik azokat egyenként az agyhoz, s így külön-külön tudomásul sem vehetők. Csak az összes hatás jön tudomásunkra, mi azonban az egyes elemhatásoktól annyira különbözhetik, mint péld. a víz különbözik elemeitől, az oxygen- és hydrogéntől. Ehhez hasonló tünetményt veszünk észre, ha rezgő hangvillát kezünkkel megérintünk; habár itt az ütések sokkal lassabban következnek egymásra mint az előbbi esetben, még is eléggé gyorsan, hogy egyenként észrevehetőek legyenek. Az összes érzet ez oknál fogva megint egy sajátságos érzet, mely mind az ütés, mind a melegség érzetétől lényegesen különbözik.

Épp így van ez a szemünkkel észlelt tünetményekkel. Most péld. e láng képét e tükörben bizonyos helyen látjuk; ha a tükröt forgatom, a kép is forog, és a tükör más-más helyén jelenik meg. Ha oly gyorsan történik a kép helyváltozása, hogy az külön-külön

tudomásúl nem vehető, akkor a láng képét ott is fogjuk még látni, a hol az már nincs; vagyis ha a tükröt gyorsan forgatom, nem látjuk a lángot egyes helyzeteiben; helyette egy fény-szalag tűnik elő.

Így van ez a hallással is. Egyes ütések csak bizonyos gyorsaságig, tudunk egymástól megkülönböztetni, ezen túl az ütések folytonos hanggá olvadnak össze, melyről nem is gyanítjuk, hogy egyes ütésektől származzék. Ezt e fogaskerékkel lesz szerencsém megmutatni. Ha ezt ugyanis gyorsan forgatom, s a fogakat e közben egy oda tartott kemény papirszelethez üttetem, akkor ime egy erős, folytonos hangot hallunk. A mint a kerék lassabban és lassabban forog, a hang mélyebb és mélyebb lesz, míg végre a kerék egészen lassú forgásakor, az egyes ütések már megtudjuk különböztetni.

S a v a r t volt az első, ki kísérlettel megmutatta, hogy a hang magassága az ütések gyorsaságától függ; és meghatározta, hogy a zenében előforduló legmélyebb hangnak, a *contra* c_1 -nek, 33 ütés felel meg egy másodperczen, a legmagasabbnak, h_4 -nek, 3900, a a_1 -nek 256, c_2 -nek 512 s. i. t. Különös fontosságú e számok viszonya a különböző intervallumoknál, mely az oktávanál 1 : 2, quintnél 2 : 3, quartnál 3 : 4, nagy tercnél 4 : 5 s. i. t.

Minden rugalmas test alkalmas ily gyorsan egymásra következő ütések előidézésére. Így péld. ha e rugalmas fémrúd egyik végét megerősítem és a másikat nyugalmi helyzetéből elmozdítván, ismét eleresztem, úgy rugalmasságánál fogva eredeti helyzetét igyekszik elfoglalni; de sebessége miatt rögtön meg nem állhat, hanem átcsap a másik oldalra, honnan aztán az előbbi oknál fogva megint visszatér. Így történik ez mindaddig, míg a kezemtől reá ruházott munkát a surlódás és a légellenállás fel nem emészti.

Az ily szabályosan ismétlődő mozgást *periodikus* mozgásnak nevezzük. Ha a periodusok rövidek, úgy rezgőmozgásnak nevezetik. Azon távolságot, melyben a részecsek rezgéseiket végzik a rezgés táglatának (amplitudo), míg a rezgőpont egyes helyzeteit, a mozgás alatt, a rezgés phazisainak nevezzük.

Ily rezgőmozgást végez a megfeszített húrnak minden része, ha nyugalmi helyzetéből kihozatik; ilyent a hangvilla stb.

De honnan van az, hogy mi e rezgő mozgást mint hangot veszszük észre?

Képzeljük, hogy e teremben a levegő tökéletesen nyugodt. A legkisebb mozgás, mit péld. kezemmel végrehajtok, a nyugalmat, megzavarja. Kezem a mozgás alatt ért levegőrészeket tovább löki- úgy hogy ezek bizonyos távolban összesűrítve, egy pillanatra meg

állanak, s eleven erejüket szomszédjaiknak átadva, a kezem mögött előállott ritkított tér betöltésére sietnek vissza. De nem fognak mindjárt megállani, a mint a normális sűrűséget helyre hozták; hanem sebességüknél fogva összesűrűlnek, úgy hogy ott, hol előbb ritkított levegő volt, most sűrített, és a hol sűrített volt, most ritkult lesz. A levegő-részecsek így ide-oda mozognak -- rezgő-mozgást végeznek -- mi közben a sűrítés s a velejáró ritkulás új meg új levegőrétegben jö létre.

A levegő ezen állapotát hullámnak; két egymás után következő, legnagyobb sűrítés között levő tért *egy hullámnak*, — és egyenes vonalban mért távolságukat *hullámhossznak* nevezzük.

Ugyan ez a tünemény áll elő, ha a víz egyensúlyát ily módon megzavarjuk. De a víz, a felszínen helyet talál és kitér, mi által dombok és völgyek származnak; belsejében azonban valóban összesűrül és megritkúl. Felszínén igen szépen lehet látni a dombok és völgyek képződését, s minthogy ezek egymásután képződnek, úgy látszik, mintha maguk a dombok és völgyek odább haladnának, holott csak a mozgás formája az, mi tovaterjed.

A kezemmel előidézett hullámozást nem vesszük észre. Ha azonban nagyobb eleven erőt kölcsönözhetnék a levegőnek, úgy hogy a sűrítések fülünkhöz érve, a dobhártyát mozgásba hozhatnák, akkor kezemnek e mozgása által hangot idéznék elő. Ez esetben rövid hangot, egy magános ütést, hallanánk. De ha e mozgást gyorsan ismételném, úgy hogy ott, hol az első mozgás sűrítést állított elő, e sűrítés a második és a reá következők által nagyíttatnék, akkor a levegőt erős és állandó hullámozásban tartanám meg. És ha a mozgások elég erősek és elég gyorsan következnek egymásra, folytonos hangot hallanánk.

Hogy *egy* elég erős impulsus elegendő hang — és pedig erős hang — előállítására, azt úgy mutathatom meg, ha durgázzal megtöltött szappanbuborékot meggyújtok.

Az erős durranás, a mit most hallottunk, onnan származik, hogy a két gáz, az oxigén és a hidrogén, az égés pillanatában egymással egyesül. Ennek következtében oly magas hőmérsék áll elő, hogy a levegő a szétpattant buborék körül rögtön kiterjed, és nagy erővel sűríti össze közvetlen szomszédjait. Így aztán az egész légtömeg erős hullámozásba jön.

A rugalmas testek, szabályosan megújuló lökéseik által, szintén hullámozásba hozzák a levegőt, csak hogy e hullámozás nem oly energikus, mint az iménti.

Ha a lökések elég gyorsan, de nem szabályosan, azaz nem egyenlő időszakokban következnek egymásra, úgy a hang magas-

sága minduntalan változik, mi a fülre kellemetlen hatást gyakorol. Az ily szabálytalan lökéseket zörejnek, lármának nevezünk. A rezgő rúd- vagy húrnál a rezgések egyenlő időszakokban következnek egymásra, azért adnak állandó magasságú *zenei hangot*.

Nem csak levegő képes a hangot tovább vezetni, vagyis nem csak levegőt és általában légnemű testet képes a rezgő mozgás hullámzásba hozni, hanem minden folyós és minden szilárd testet is, csak rugalmas legyen. Így péld. ha a vonóval meghúzott hangvillát, melynek hangját alig hallani, az asztalhoz szorítom, az egész asztalt hullámzásba hozom, mely ismét a levegővel közli mozgását. Így aztán sokkal erősebb hangot hallunk. A húr által előidézett hang sokkal erősebb, ha e rugalmas szekrényre van megerősítve, mint ha szabadon volna megfeszítve.

Ez ugyan eléggé bizonyítja, hogy a szilárd testek is hullámzásba jönnek, de a hangerősségnek ily módon való növekedését még kell magyaráznom.

A hangvilla rezgésének megindítására bizonyos munkamennyiség volt szükséges, mit át is adtam a meghúzás alkalmával. E munka már most hanggá változik. Ha ez az asztal nagyobb felületével közöltetik, úgy egy-egy részre csak annyi jöhet, hogy a részek összege egyenlő az egészszel; tehát, úgy látszik, a hang erőssége nem változhatik. Azonban nem az egész munka változik hanggá, és e körülmény okozza azt, hogy az említett esetekben a munkának nagyobb része változván át hanggá, az utóbbi erősebb lesz.

Midőn t. i. a hangvillát puha kezemben tartom, melyet hullámzásba nem hozhat, a vele közlött munka melegséggé változik át, tehát mint hang elvész. Ha ellenben a rugalmas asztalra teszem, kevesebb meleg fog előállni, s így a hang erősebb lesz. Így a megfeszített húrral közlött munkának egy része alakváltozásra fordítottatik, a húr elkopik. De hamarabb kopik el, ha úgy van megerősítve, hogy gyengébb hangot adjon, mint mikor a rugalmas szekrényre van feszítve, ez utóbbi esetben a munkának nagyobb része hanggá változván át.

Előbb láttuk, hogy minél gyorsabban következnek egymásra az ütések, melyek hanggá olvadnak össze, annál magasabb a hang. Tehát minél gyorsabban végzi a test rezgéseit, annál magasabb hangot ad.

Kérdés már most, melyik test fogja lassabban, és melyik gyorsabban végezni rezgéseit?

Ha a rugalmas rudat nyugalmi helyzetéből kibillentem, akkor rugalmasságánál fogva nyugalmi helyzetét törekszik ismét elfog-

lalni. Egész útjában hat reá a mozgató erő, s ezért a mozgás gyorsított. Nyugalmi helyzetét elérve, nem áll meg, hanem a nyert sebesség miatt daczára a rugalmas erőnek, a másik oldalra csap át; aztán egy pillanatra megáll, és ismét vissza szökik. Legnagyobb sebességét mindig az eredeti helyzetnél éri el.

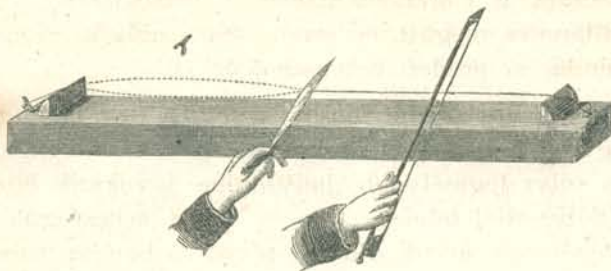
Ugyan e törvény szerint mozog a súlyos test, ha fonalra függesztve, nyugalmi helyzetéből elmozdítottatik, — t. i. az inga. A Föld vonzó ereje a súlyt legmélyebb helyzetébe igyekszik hozni, tehát a magasabb helyzetből lehúzza; de a nyert sebességnél fogva a vonzó erő ellenében a másik oldalra tér ki, a honnan ismét leesik. Rögtön szembeötlik e mozgás azonossága a rezgőmozgással. De az ingánál tudjuk, hogy — bizonyos határokig — éppen annyi idő alatt végzi lengését, akár nagyobb lengéseket tesz, akár kisebbeket. Tehát a rezgő rúd, vagy rezgő húr is, ugyanannyi rezgést tesz bizonyos időben, akár jobban akár kevesebbé térítették ki nyugalmi helyzetéből. Vagyis a hang magassága nem függ a rezgést megindító erőtől. Ez csak a hang erősségét változtatja. Ha a rezgés táglata nagyobb, a hang erősebb. Minél nagyobb a Föld vonzása, annál gyorsabban mozog az inga; épp így, minél nagyobb a test rugalmassága, annál magasabb a hang. Ha a húrt jobban megfeszítem, vagy ha a rúd vastagabb, rugalmasságuk nagyobb, s ezért magasabb hangot adnak. Ha az inga hosszabb, lassabban leng, épp így ha a húr vagy a rúd hosszabb, mélyebb hangot ad.

Ezekből látjuk, hogy egy bizonyos test, egy bizonyos magasságú hangot ad. A magasság függ a test minőségétől, nevezetesen annak rugalmasságától és méreteitől.

Azonban nem csak az egész test jöhet rezgésbe, hanem annak fele, harmada is rezeghet s i. t. Ennek következtében ugyanaz a test az ezen hosszaknak megfelelő magasabb hangokat is adhatja. Legjobban lehet ezt a húroknál tapasztalni. Ha e monochord* húrját a vonóval meghúzó, a *c*, hangot adja. Mihelyt azonban a húr közepén a rezgést megakadályozom, mihelyt t. i. e papirszelettel megérintem, azonnal két részre oszlik, és mindegyik fél önállóan rezeg. A mostani hang az előbbinek oktávája. Hogy a húrnak nem csak az a fele rezeg, melyet meghúztam, hanem a másik is, azt úgy mutathatom meg, hogy a másik felére apró papírnyerget teszek. A mint a húrt a tulsó félen meghúzó, a nyereg az innenső félen is leesik. (1-ső ábra.)

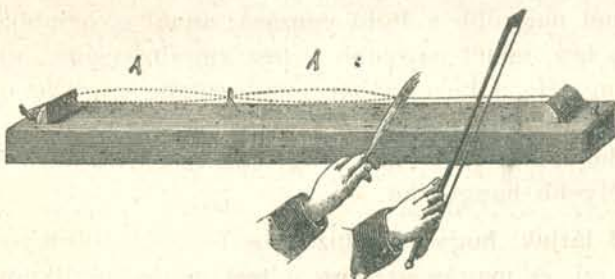
* Monochord = hosszúkás szekrény, melynek felső lapján egy vagy több húr van kifeszítve. Szerk.

Ha a húrt harmadrészen érintem meg, és rövidebb részét rántom meg a vonóval, akkor nem csak ez rezeg, hanem a másik rész



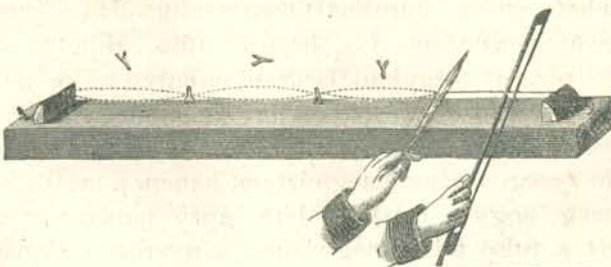
1-ső ábra.

is rezeg, és pedig szintén ily harmadrészekre oszolva. Az a pont tehát, mely a hosszabb rész felén van, tehát az egésznek második harmadán, a rezgésben épp úgy nem vesz részt, mint az első harmadra eső pont, hol a húrt éppen megérintettem. A hosszabb rész



2-ik ábra.

felező pontjára ültetett papírnycreg a húron marad, míg a többi pontokra helyezett nyergek azonnal leugranak, a mint a húrt megpendítem, (2-ik ábra.)



3-ik ábra.

A 3-ik ábra azt az esetet mutatja, midőn a húrt negyedrészen érintem meg. Ekkor a húr a rezgés közben 4 egyenlő részre oszlik,

úgy hogy a megérintett ponton kívül van még 2 pont, melyek a rezgésben részt nem vesznek. Itt a papírnyergek nyugodtan maradnak, ámbár a húr rezgésben van.

E pontokat, melyek rezgés közben nyugton maradnak, *csomópontok*-nak nevezzük.

A csomó-pontokat és ezzel együtt a húr mozgási állapotát igen szépen lehet látni ez 5—6 láb hosszúra nyújtott acél-rugón. Egyik végét megerősítem, a másikat kezembe veszem, melylyel bizonyos gyorsaságú szabályos lökéseket adok a rugónak. Most az egész húr rezeg; ez megfelel a húr azon állapotának, midőn az alaphangot adja. Ha kezem mozgása még egyszer oly gyorsá lesz, akkor a rugó úgy rezeg, mintha két részből állana. A csomó-pontot a rugó közepén egészen tisztán lehet látni; az azon pont, mely nyugvásban marad, míg tőle jobbra, balra mindenik rezeg.

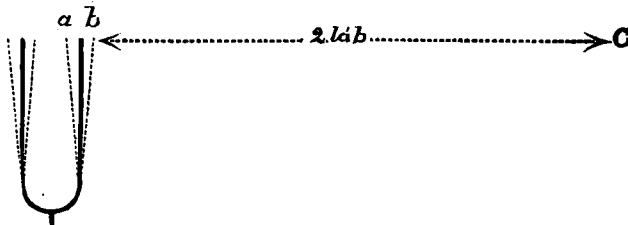
Ha a lökéseket megháromszorozom, két csomó-pontot látunk, az egyiket az első, másikat a második harmadrészen s i. t. — 3, 4, 5, sőt kezem elég gyors mozgása által 6 csomó-pontot is előállíthatok.

A húr hanyadrészeinek rezgése által a következő hangok állanak elő: az egész húr hangját alaphangul vévén, a húr fele kétszer annyi rezgést végez ugyanazon idő alatt, tehát az *oktávát* adja. Harmada háromszor annyi rezgést végez; az ezen rezgési számnak megfelelő hang a *duodecim*, vagy másképp mondva az oktávának quintje. A húr negyedrésze a *második oktávát* adja; ötöde a második oktáva *tercz*-ét; hatoda annak quintjét, hetede ugyanannak *septimjét* s i. t. Alaphangul a *c*-t vévén, e hangok sora ez:

$$c, c_1, g_1, c_2, e_2, g_2, b_2, c_3, d_3$$

A mint e hangok a levegőben elterjednek, abban hullámokat keltenek. Vizsgáljuk meg már most a különböző hangoknak megfelelő hullámokat.

A 4-ik ábrában egy rezgő hangvillát látnak, mely *a b* határok közt végzi rezgéseit. Mialatt *a b*-hez ér, a közelében levő levegő



4-ik ábra.

összesűrítettetik. Bizonyos távolságban, péld. 2 lábnyira, eléri legnagyobb sűrűségét. De a legnagyobb sűrűség nem marad folyvást

egy helyen. Míg a villa b -től visszatér a -hoz, azalatt a legnagyobb sűrűség megint 2 lábnyival előre megy, tehát most már 4 lábnyira lesz a villától. A mint a villa ismétli útját, új sűrűtség támad, mely követi az elsőt; távoluk, a felvett példában, 4 láb, vagyis a hullám hossza ez esetben 4 láb. Míg tehát a villa egy teljes rezgést végez, azalatt a hang egy hullámhosszal haladt tovább.

Ha a hangvilla mégegyszer oly gyorsan végzi rezgését, úgy a levegő az előbbi távolság felében éri el legnagyobb sűrűségét, vagyis a hullámok félszer akkorák; az oktávanak hullámhossza tehát félszer akkora mint az alaphangé; s minthogy az oktávanál ugyanazon idő alatt kétszer annyi hullám keletkezik, a hang min-két esetben egyenlő sebességgel halad, vagyis a hang sebessége nem függ annak magasságától.

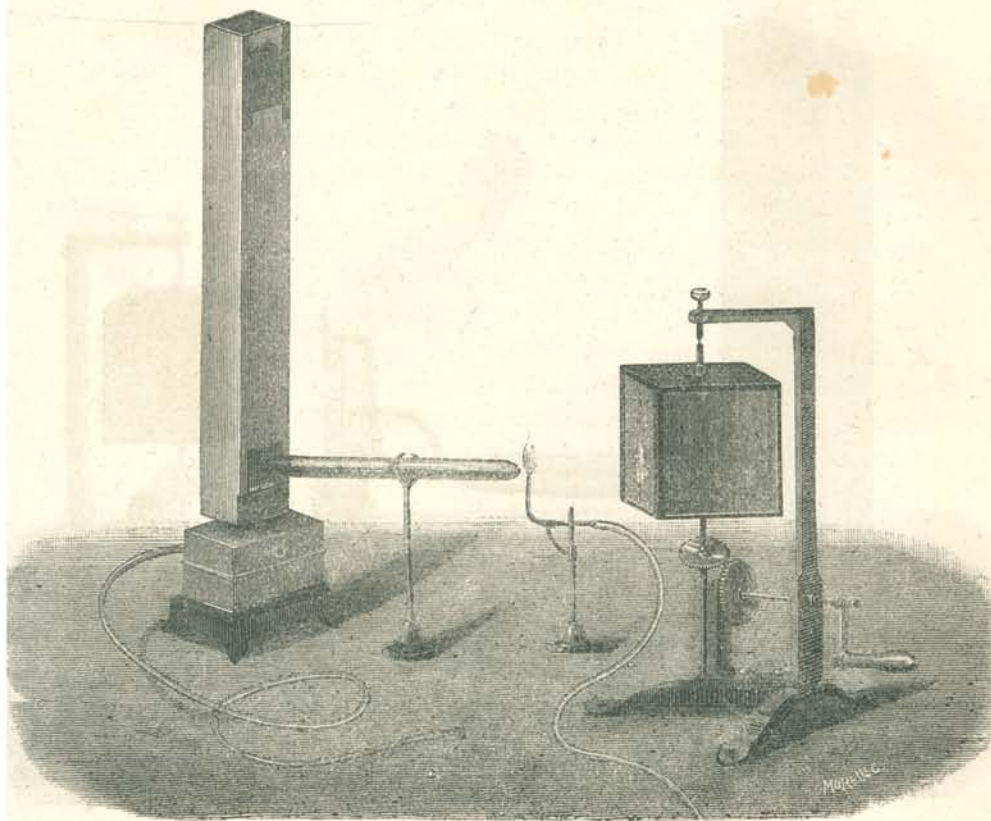
Ezek szerint minden hanghoz igen egyszerű módon kiszámíthatjuk a megfelelő hullámhosszat. Közvetlen kísérletekből tudjuk ugyanis, hogy a hang a levegőben, közönséges körülmények közt, 1050 láb sebességgel terjed másodpercenként. Savart kísérletéből pedig tudjuk, hogy péld. a c , hang 256 rezgést végez egy másodperczben, tehát 256 hullámot létesít, melyek 1050 láb hosszúságra terjednek. Egy hullám hosszát megkapjuk tehát, ha 1050-et osztjuk 256-tal. Így kijön körülbelül 4 láb. A c , hang hullámhossza tehát 4 láb. Az oktáváé félanynyi lévén 2 láb s i. t.

Hogy a levegő valóban hullámzásban van, ha hangzik, és hogy e hullámok a különböző magasságú hangoknál az imént kifejtett viszonyban vannak, azt kísérletileg könnyen megmutathatom. Valamely állandó erősségű hangot, péld. ez orgonasíp hangját egy csőbe vezetem, mely keskeny nyílásban végződik. Ez elé keskeny, $2\frac{1}{2}$ —3 hüvelyk magas gázlángot állítok, mely a levegő mozgása iránt igen érzékeny.

Ha a síp megszólal, a cső levegője hullámzásba jő. Minden ritkulásnál a láng behúzódik, mi által az tetemesen megkisebbedik; minden sűrítésnél pedig felfuvódik. Miután ezen változás igen gyorsan következik egymásra, péld. a c , hangnál 256-szor egy másodperczben, az egyes változásokat nem vagyunk képesek közvetlenül észre venni; s csak azt látjuk, hogy a láng tetemesen veszít fényéből, s az 5-ik ábrában rajzolt alakot veszi fel.

Ha azonban e láng képét a forgó tükörben vizsgáljuk, (5. ábra.) akkor már nem mint folytonos fényzalag fog mutatkozni. A láng összehúzódásainak a fényzalagon bemélyedések fognak megfelelni, úgy hogy a fényzalag szabályosan csipkézettnek fog előtűnni. Minden oromnak sűrülés, minden mélyedésnek ritkulás felel meg. A láng

képe a forgó tükörben élénken előtűnteti a hullámzó levegő mozgását, mit különben közvetlenül nem vehetnénk észre.

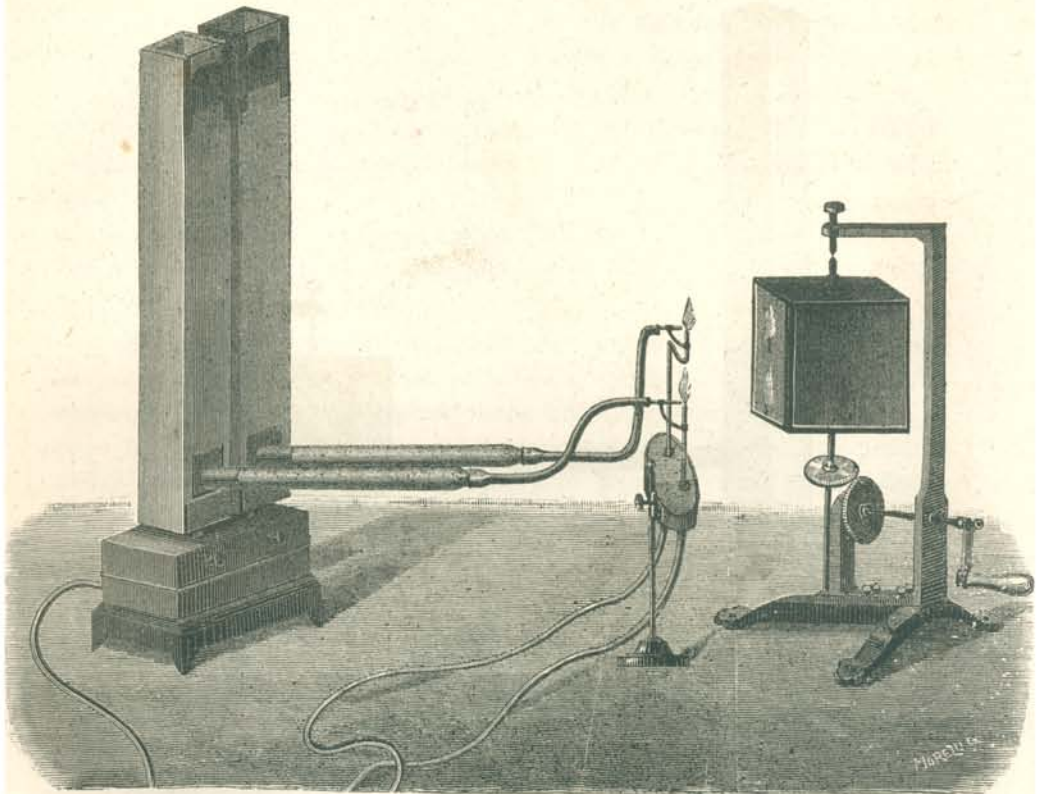


5-ik ábra.

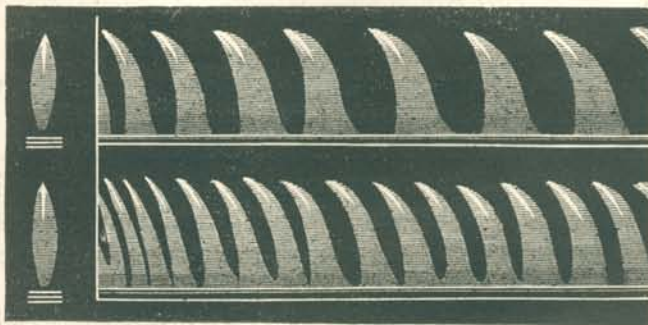
Ha két egyenlő lángot két különböző magasságú hang által hozatunk rezgésbe, (6-ik ábra) úgy azt tapasztaljuk, hogy a magasabb hangnál a csipkézet sűrűbb, mivel t. i. a sűrítések és ritkulások gyorsabban következnek egymásra. Ha a magasabb éppen oktavája a mélyebbnek, úgy éppen két csipke esik egyre; ha quintje, akkor 2-re esik 3 s i. t. (7-ik ábra), a mint a rezgési számok viszonya kívánja.

Az imént bemutatott kísérletekben az orgonasíp hangját használtam; de arról, hogy a sípban a hang miként keletkezik, még nem szóltam. Hogy ezt megértethessem, előbb az orgonasíp szerkezetét fogom leírni. Az orgonasípnál nincs oly szilárd test, melynek rezgése által a hang előállana. Az egész szerkezet csak any-

nyiból áll, hogy egy keskeny cső nyílása fölé fából faragott él van helyezve, mely egy tágabb csővel van összeköttetésben. Ha a keskeny nyíláson át levegőt fuvok az élre, e szép erős hangot halljuk.



6-ik ábra.



7-ik ábra.

E hang keletkezését a következő kísérlet fogja felvilágosítani.
E hangvillát a vonóval meghúzván, hangját alig hallani; ha azonban a villát ez üveghenger fölé tartom, hangja azonnal oly

erőssé válik, hogy a terem minden részében tisztán észrevehető. Van itt még két hasonló üveghengerem. Ha ezek fölé tartom a villát, hangja nem erősödik. Választok azonban más hangvillát. Ime, most ez a henger épp úgy erősíti ennek a villának hangját, mint az előbbi henger az előbbi villát; de az előbbi henger fölött nem szólal meg. Térjünk vissza ismét az első hangvillához és a hozzá



8-ik ábra.

tartozó hengerhez. A hengerben, mint látni méltóztatik, bizonyos magasságig víz van. Kiöntöm a vizet; most már nem erősíti a villa hangját. Lassanként visszaöntöm a vizet. A hangot még nem hallják. A vizet lassan tovább öntve, a hang ismét erősödik, míg előbbi erősségét eléri. Ha előbbi magasságánál tovább öntöm a vizet, a hang ismét gyengül, míg végre egészen eltűnik. (8-ik ábra.)

Ebből azt látjuk, hogy a hangvilla hangját csak egy bizonyos magasságú

légoszlop erősíti. Ezen megerősítését a hangnak, *velehangzásnak* (Resonanz) nevezzük.

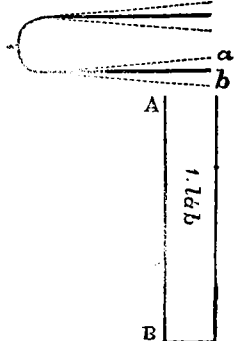
E mód szerint megkereshetem bármely hangvillához a hozzá-tartozó légoszlop magasságát; s azt tapasztalom, hogy ez oszlop magassága azon arányban kisebbedik, a melyben az illető hangok rezgési száma szaporodik.

A legelső kérdés tehát az, hogy a különböző hangokra mily hosszú légoszlopok rezonálnak. Mérjük meg a velehangzó légoszlopok magasságát. Ime, azt tapasztaljuk, hogy

A hang neve :	Rezgési száma :	Hullámhossz :	A rezonáló légoszlop magassága :
c_1	256	4'	1'
e_1	330	3'	$\frac{3}{4}$ '
c_{II}	512	2'	$\frac{2}{4}$ '

Már ezen kis táblázatból azonnal kitűnik, hogy a rezonáló légoszlop magassága az illető hang hullámhosszának negyede.

Képzeljük tehát a hangvillát a és b határok közt rezegve, és alatta a rezonáló légoszlopot. (9-ik ábra.) Mialatt a hangvilla a -tól b -ig ér, a levegő az edény fenekéig sűrített össze, és innen visszaveretik, mert az egész út ide-oda fél hullámhosszat tesz, mely egy fél rezgés által idéztetik elő. A visszavert levegő tehát azon pillanatban éri a hangvillát, melyben b -től megindul a felé. A hang-



9-ik ábra.

villa mozgása egyirányú lévén a levegőével, azt előmozdítja. Mialatt b -től a -ig ér, elő áll a hullám ritkított része, s ismét azon pillanatban éri el az edény fenekéről visszavert levegő a hangvillát, midőn ez elérte az a -t.

Ebből látható, hogy a hangvilla az AB légoszloppal egyidejűleg végzi rezgéseit, mialatt a hangvilla első rezgése által létesített mozgását a levegőnek a második és a reá következők szaporítják. Ez által a hangvilla mozgását mintegy összegyűjtjük és hangja is erőssé válik.

Ha a rezonáló edény fölé több rezgő hangvillát tartok, akkor az kiválasztja magának a vele egyidejűleg rezgő villát és hangját megerősíti. Ebből azt látjuk, hogy ha bármily hangokból álló zörejt hozunk a légoszlop fölé, csak az ennek megfelelő hang is közötte legyen, akkor ezt megerősíti.

Ilyen zörejt állítunk elő az orgonasíp keskeny nyílásából az élre fújt levegő által. A fölötte álló cső légoszlopa a neki megfelelő hangot kiválasztja és erősíti. Ezen sípok hangjának a magassága tehát csak a cső hosszától függ.

Ezen előzmények után áttérhetek most már az előadásom címéül választott tárgyra, t. i. a hang színezetére. Erről azonban a második előadásban.

KOHN GYULA.



Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:



Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

Az alábbiak figyelembevételével:

Engedélyezés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhatsz](#).

Közkinccs — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Más jogok — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.