

Megjelenik minden hónap 10-ikén, legalább is 2¹/₂ nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként fametszeti ábrákkal illusztrálva.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY.

HAVI FOLYÓIRAT
KÖZÉRDEKŰ ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE.

E folyóiratot a társulat tagjai az évdíj fejében kapják; nem tagok részére a 30—33 ívből álló egész évfolyam előfizetési ára 5 forint.

XV. KÖTET.

1883. SZEPTEMBER

169-^{IK} FÜZET.

XXV. AZ ELEKTROMOS HALLÓ ÉS BESZÉLO KÉSZÜLÉKEKROL.*

Ha a fizika egyes szakainak jelen állását a megtett kutatások végeredményeiben összehasonlítjuk, méltán feltünhetik, hogy a hangtan, — tehát éppen az a tan, mely a körébe vágó jelenségek magyarázatában jóformán semmiféle feltevésre nem szorúl — sokkal kevésbé van kidolgozva, mint más, tisztán hipotézisek alapján épült ágak, például a fizikai optika, vagy az elektromosság.

Ismerjük a hang létrejöttének és tovaterjedésének mechanikai részleteit; a hangok magasságát; azok magasságbeli különbségeit tetszésszerű pontossággal bírjuk meghatározni; az összetett hangokat igen jól tudjuk megelemezni; sőt a legfinomabb akusztikai eszköznek, a fülnek berendezését és működését is eléggé ismerjük: de mennyileges mérésekre módszereink alig vannak. Hogy többet ne említsünk: a hang erősségét mindeddig egyáltalában nem tudjuk mérni;** hiszen a hangerősségnek még a mértékét sem állapították meg. Nem ismerjük továbbá azon tényezőket, melyek a különböző anyagú testek között végbemenő hangközlődés alkalmával szerepelnek; a hang visszaverődésének és törésének eddig jóformán csak geometriai törvényei ismeretesek.

Tekintve azon sokszor bámulatos pontosságot, melyet a modern fizika módszereivel és eszközeivel elérni képesek vagyunk, e jelenség első tekintetre igazán különösnek tetszik.

Nem véve figyelembe azon nehézségeket, melyek onnét erednek, hogy a hangot előidéző mozgások a hangzó testek molekuláris szerkezetének változásával járnak, melyeket — mint minden molekuláris változást — csak kevés számú esetben bírunk figyelemmel kísérni: ezen aránylagos elmaradottság okát a megfelelő eszközök hiányában kereshetjük. Pedig a hangérzetek felvételére szolgáló szervünk, a fül, rendkívül érzékeny. Ha meggondoljuk, hogy azon csekély munka, melyet egy hangzó szekrényen kifeszített húr meg-

* Előadatott az 1883. april 11-ikén tartott referáló szakülésen.

** Az eddig közlött módszerek egyike sem állja meg a szigorúbb bírálatot.

pendítésére fordítunk, egy nagy helyiség egész levegőtömegét hozzá mozgásba, melyet hang alakjában minden jelenlevőnek a füle huzamos ideig képes megérezni: fogalmat alkothatunk magunknak azon parányi munkamennyiségről, mely a hangérzet előidézésére elegendő.

A fül érzékenységének közvetlen meghatározására eddig mindössze csak néhány kísérlet történt. Pontos mérésekről ez irányban, természetesen, nem is lehet szó; hiszen az érzékenység egyénről egyénre változik, sőt még az egyesnél is — az egészségi és kedélyállapot szerint — nagy hullámzásnak van alávetve. Sok mérésből kapott eredménynek azonban a statisztikai adat becse mindenesetre megvan. Nekünk csak olyan számra van szükségünk, mely a szóban forgó mennyiség nagyságáról fogalmat ad. Ezt a R a y l e i g h kísérletéből vezetjük le, meghatározván azon legkisebb munkamennyiséget, melyet a fül hang alakjában még megérezni képes.

R a y l e i g h kísérlete a következő: Csendes téli napon egy sípot állított fel a szabadban és folytonos hangzásban tartva, meghatározta azon legnagyobb távolságot, melyben a síp hangja még hallható volt. A sípban foglalt levegőoszlop másodpercenként 2730 rezgést végezett; magassága tehát a háromvonalas (vonalfeletti) f-ével (f^{IV}) közelítőleg megegyezett. A levegőnek a sípból való kilöketésére másodpercenként felhasznált munka 1862 grcm.* s az ez által létrehozott hang 820 méter távolságban még hallható volt. A levegőrészecskék rezgéseinek tágassága (amplitudo) e helyen a milliméter 1 milliomodának $\frac{1}{10}$ részével volt egyenlő. Olyan szám ez, melylyel a kicsinyek között is ritkán találkozunk. A fehér fény hullámhossza körülbelül 5000-szer akkora.

Azon munka, mely a kísérlettevőnek fülében a hang érzetét fentartotta, $\frac{1}{60}$ -a a grammcentiméter munka egy milliomodának másodpercenként,** mivel az előbb említett munkából a 820 m. távolságban levő négyszögcm.-re $\frac{1}{20.000.000}$ grcm. esik s a fülnek hangvezető csöve $\frac{1}{3}$ □cm. keresztmetszettel bír.

Ez az adat összehasonlításra hív ki bennünket a másik, igen érzékenynek tartott szervünk, a szemünk ellenében.

T h o m s e n szerint egy mécs, mely óránként 8·2 gr. zsiradékot fogyaszt, másodpercenként 2860 grcm. munkával egyenértékű energiát fejt ki sugárzás alakjában. Ebből 820 m. távolságban 1 □cm.-re az 1 grcm. munkának $\frac{1}{30.000.000}$ -része esik.

* Grammcentimeter az a munka, melyet a Föld nehézkedés-erejének ellenében végeztünk, mikor 1 grammot 1 cm.-nyire fölemelünk.

** T ö p l e r és B o l t z m a n n is tettek hasonló méréseket; az érzékenységre nézve ezekből kapott adat nagyobb ennél. Ennek okát a többi között abban is keres-

Ez adatok mutatják, hogy az érzékenység dolgában a fül versenyre kél a szemmel.

E felhozott számítások ellen azonban több tekintetben kifogást lehetne emelni: mindkét esetben feltettük, hogy a hullámozgásból s illetőleg a sugárzó energiából út közben mi sem vesz el s hogy az egészben mint hang, illetőleg fény érkezik a megfigyelő szerveihez. Mindamellett az eredményt bátran elfogadhatjuk, mert ezen felületes számítás az érzékenységre még mindig nagyobb adatot szolgáltat a valónál.

Ha tehát alkalmas eszközökkel bírunk, halló szervünk segítségével olyan energia-változásokat vagyunk képesek megfigyelni, melyeknek jelenlétét eddig semmiféle úton nem bírtuk felfedezni. Csak azt kell elérnünk, hogy ez eszközök az energiát megfelelő módon átalakítsák s a hallásra nézve kedvező körülményeket teremtsenek.

Ilyen eszközök birtokába jutott a legújabb időben a fizika — s egyúttal a mindennapi élet is — a *telefon*-ban meg a *mikrofon*-ban.

Ez eszközöket az emberiség ős vágyának, a beszéd átvitelére irányzott törekvésének köszönhetjük.

A kérdés történelmi kifejtésébe nem bocsátkozunk. Csak megemlítjük, hogy Leonardo da Vinci, ismerve, hogy a földnek meg a víznek jobb hangvezető képessége van mint a levegőnek, a szótölcsért czélszerűbben használta, mint mások. Ugyanis a földre, illetőleg vízfelületre állította, ha a beszédet nagyobb távolságra akarta szállítani, hol ugyancsak a földre vagy a vízfelületre állított tölcserrel fogták fel a hangokat.

A feladat első megoldásának szabatos leírása Hooke egy 1667. évből maradt művében található. Ebben a következőket olvassuk:

„ Állíthatom, hogy egy kifeszített fonalat használva, nagy távolságra vihettem át a hangot, még pedig olyan sebességgel, mely, ha nem is olyan nagy, mint a fény sebessége, mégis összehasonlíthatatlanul nagyobb, mint a hang tovaterjedési sebessége a levegőben. A hangátvitel nemcsak egyenes vonalban kifeszített fonállal eszközölhető, hanem még akkor is, ha a fonálon több törés és csomó van.“

Ez teljes leírása a közönséges *zsinog-telefon*-nak, mely hosszú időn át kikerülte a fizikusok figyelmét, míg 1820 táján Wheatstone kísérletei a hangvezetést illetőleg nagy elterjedettséget szereztek

hetjük, hogy ők kísérletökben mélyhangú (200 rezgésszámú) sípot használtak. Ez a körülmény egyúttal igazolni látszik Helmholtz véleményét, hogy t. i. a fül, egyenlő mennyiségű beeső energia mellett, érzékenyebb a magas, mint a mély hangok iránt.

ezen rendkívül egyszerű és olcsó eszköznek, mely most már a gyermekek kezében szerepel, mint tanulmányos játékszer. Bizonyára mindenki ismeri. Két, 3—4 cm. szélességű cső egyik vége lemezzel vagy hártával van elzárva; a hárták közepén fonál van, mely a két cső között kifeszíthető. Ha az egyik csőbe belebeszélünk, a hártya rezgésbe jő; a rezgések a kifeszített fonálon a másik hártáig terjednek s némi veszteséggel erre átmennek. A beszéd ilyen átvitele 100—200 méternyire könnyen sikerül; gondosan készült eszközökkel a távolságot tetemesen növelhetjük. Huntley 800 m. nyire, tehát közel 1 kilométernyire bírta a beszédet ily módon átvinni. Fonál helyett fémdrótot alkalmazva, meglepő eredményeket érhetünk el. Mutatja ezt például a következő eset. Crépaux a lunevilli kaszárnyák között telefon-összeköttetést állított fel. Egy nap jelentik, hogy a közbeeső épület egyik szobájában a közel fekvő telefon-állomáson a telefonba mondott minden szót tökéletesen meg lehet hallani, még pedig az egész szobában, mintha a beszéd a szoba vaskemenczéből jönne. A kemencze mellett pedig a beszéd csaknem egészen hangos; mindenesetre hangosabb, mint a vég-állomás telefonjában.

E feltűnő jelenség okát kutatva, azt találták, hogy a vezetődrót — közönséges telegráfrót — a kemencze vaskeményéhez volt kötve; ez eszközölte a hang átvitelét*.

A mint e század folyamán az elektromosság rohamos fejlődésnek indult, a beszéd átvitelének kérdésében ennek felhasználásával törekedtek czélt érni. Azt a tényt, melyből később a sikerre vezetett kísérletek kiindultak, 1837-ben Page fedezte fel. Azt tapasztalta ugyanis, hogy egy közepén leszorított vaspálcza hangot ad, ha a körülötte levő selyemmel bevont, tehát szigetelt drótból font tekercsben az elektromos áramot zárjuk, vagy megszakítjuk. De nem is szükséges, hogy éppen ilyen berendezéssel tegyük a kísérletet; bármely vasrúd ad hangot, ha elektromos árammal hirtelen mágnesezzük vagy meglevő mágnességét lerontjuk. Ezen jelenség okát Joule kísérlete derítette ki. Joule bebizonyította, hogy a vas vagy aczélrúd meghosszabodik, ha elektromos árammal mágnesezzük. Ha az áram megszakíttatik, a rúd eredeti hosszát visszakapja. A hirtelen meghosszabodás vagy rövidülés a rudat megrázódtatja s ez ad okot a hang keletkezésére.

Reis-nak 1860-ban kitalált telefonja ezen a jelenségen alapúl**.

* Ehhez hasonló, nem kevésbé érdekes eset Közlönyünk X. kötetének 34. lapján van elmondva.

** Ennek, valamint az új Bell-féle telefonnak a leírását lásd a Term. tud. Közlöny 1877. évi folyamának 309. lapján.

Reis telefonja — valamint minden újabb telefonos posta is — két részből áll. Az elsőben a levegőnek hang által okozott hullámozása egy elektromos áramot igen kicsiny időközökben zár és megszakít; az így megszakított áram szigetelt dróton átmegy a másik részbe, hol az általa elő idézett hatások az áram megszakítást okozó hangot reprodukálják. Az első részt, melybe belebeszélünk *beszélő*, a másodikat pedig *hallókészüléknek*, vagy röviden *beszélő*-nek és *halló*-nak fogjuk nevezni.*

A Reis-féle beszélőnek főalkatrésze egy rugalmas hártya, melynek közepéhez egy kis platina-lemezke van erősítve; evvel szemben kis platina szögecskének a vége áll, mely a lemezkehez tetszőlegesen közelíthető. A lemezke és a szög vezetődrótokkal vannak ellátva, melyek segítségével egy galván-telep sarkaival összeköthetők. A szöget úgy állítva, hogy a hártyának hangok által okozott rezgése közben a lemezke a szöget érinthesse, a beszélő a kísérletre elő van készítve. A hallóban a főrészt egy kötöttú képezi, melyre szigetelt drótból készített tekercs van tolva; a tű végei kis nyergekbe vannak szorítva, ezek pedig egy hangzó szekrényhez vannak erősítve.

Ha a halló tekercsét a beszélővel egy galván-batteria vezetékébe kapcsoljuk, a hártyán levő lemezke minden érintésére áram záratik, minek következtében a halló tüje meghosszabbodik, az áram megszakítására pedig eredeti hosszát visszacapja. Ez minden zárásnál és megszakításnál ismétlődik.

Képzeljük már most, hogy a hártya hangok okozta levegő-hullámok által rezgésbe hozatik s ez által folytonos áram-zárást és megszakítást okoz: akkor a tű megfelelő rázkódásai a szekrényre s erről a levegőre átmennek, szóval hangot hoznak létre. Ilyen alakjában az eszköz igen primitív s a legjobb esetben is csak dalamokat tud visszaadni.

Javításával számosan foglalkoztak, de eredmény nélkül. Hangoz éneket kaptak ugyan, de oly szinezettel, mely az emberi hangtól nagyon is távol esett; közben-közben ez eredményen még egyes recsegések is rontottak. Ezeket elhárítandó, Y e a t e s egy vízcseppet tett a lemezke és a szög közé s evvel a mai beszélő telefont — majdnem feltalálta. Ez a csepp víz ugyanis olyan lényeges változást jelentett a beszélő szerkezetében, hogy az a hallót tisztán beszéltethette volna. Sajnos, hogy ezt nem vette észre; akkor tájban még remélni sem merték, hogy a kérdés körülbelül 15 év múlva ilyen módon lesz megoldva.

* Az angolok Transmitter, illetőleg Receiver, a francziák Transmetteur, Récepteur a németek pedig Sender és Geber elnevezéseket használnak.

Mellőzve a többi kísérletezéseket, melyek, az egy Elisha Gray fáradozásait kivéve (ki ez úton a harmonikus telegráfot találta ki), mind meddőek valának: azonnal Bell telefonjára térhetünk át, melyet Sir William Thomson annak idején „csodák csodájának“ nevezett.

Graham Bell találmányához atyjának vezetése alatt készült el; az atyja kedveltette meg vele az emberi hang és beszéd elemző tanulmányozását s tisztán az ezekből merített ismereteinek közöni dicsőségét. Éppen a hangzók elemzésével s azok mesterséges utánzásával foglalkozott, midőn arról értesült, hogy Helmholtz ezen czélt elektromosság által folytonos hangzásban tartott hangvillák segítségével már régen elérte. Ez tetszett neki; és elhatározta, hogy kísérleteiben ezentúl ő is az elektromos erőt fogja használni. Hogy ezt tehesse, azonnal hozzáfogott az elektromosság tanulmányozásához. S alig múlt el egy év, a telefon már is készen volt kezei között! Bell kezdetben csak hangzó telegráfra gondolt s csak az e czélból végzett kísérleteiből merített bátorságot a nagy feladatra, a telefon tervezetére. Alapeszméje volt a beszéd okozta mozgást egy elektromos áram zárlatára átvinni abból a célból, hogy ezáltal az átmenő áram erősségében változásokat létesítsen. Remélte, hogy az ilyen módon változó áram mágnesező hatása a beszédet vissza fogja adni. Mindenekelőtt a beszéd által okozott hullámozgással törekedett alaposan megismerkedni. E végett fonogramokat készített. Egy kifeszített, rugalmas hártya közepére merev sörteszálal ragasztott s azt lámpafüsttel bekormozott sík lapra gyengén odátámasztotta. Ez a lap síneken ide-oda tolható volt. Ha már most a lapot eltolta, a sörteszál egyenes vonalat húzott a felületen, azáltal, hogy barázdát szántott a koromban; ha pedig e közben a hártyára beszélt, a hártya s vele együtt a sörteszál is mozgásba jött, és a felületen egyenes helyett igen különös görbe vonal íródott. A beszéd így mintegy önnönmagát írta le, *fonogramokat készített**. Így a beszéd okozta mozgás szemmel láthatóvá lett.

Bell most arról törekedett magának számot adni, a mi a tökéletesített Reis-féle telefonban történik.

* A beszéd ilyen leírása első ízben Scott-nak sikerült 1856-ban. Bell szerencsésen kikerülte azon útvesztőt, melybe a fonogramok másokat becsaltak. Ugyanis igen sokan azon fáradoztak, hogy a fonogramok olvasásának titkát felfedezzék, azonban mindeddig eredmény nélkül; sőt kevés a remény, hogy e czélt valaha elérik, mert alig van rá eset, hogy egyazon szó egymásután csak két megegyező fonogramot is adna. Mások ismét a *természetes írást* keresték a fonogramokban, olyan írást, mely betűjeleit nem az önkényesen görbített vagy hegyezett vonalakból alkotja, hanem a fonogramokból meríti.

A beszélő lemezkéje a beszéd hullámmozgását felveszi, és ha alkalmas átvitelről gondoskodva van, helyes fonogrammot ad. A lemez ezen mozgás közben az elektromos áramot majd zárja, majd megszakítja s ezen áram hatásai a hallóban olyan rázkódásokat okoznak, melyeket a fül hang alakjában megérez. Bell is rajzolta az ezen hangnak megfelelő fonogrammot és arra következtetett belőle, hogy ez a görbe vonal egyszersmind a beszélőn átvett áram erősségbeli változásainak, tehát hatásainak törvényét is kifejezi. A görbe alakja a beszélőbe mondott beszéd fonogrammjától lényegesen különbözött. A míg ugyanis ez folytonosságot mutatott, addig az áram változásait szemléltető görbének számos megszakítása volt. A görbe ezen megszakításai az áramnak a beszélőben okozott teljes megszakításait tüntették fel. Bell azonnal felismerte, hogy ezen az úton a beszédet átvinni nem lehet, mert nem talált a beszédben elemet, melyet az áram megszakítása által lehetne előállítani. A beszédet a folytonosság jellemzi s ennél fogva a használható telefon multhatatlan kellékeül azt állította, hogy az elektromos áramnak a beszélőben megszakíthatnia nem szabad, hanem az áramnak is, mint a beszédnek, folytonosnak kell lennie, ha annak valamilyen hatása által a beszéd reprodukcióját elérni kívánjuk. De az *áram erősségének változnia kell, még pedig azon törvény szerint, melyet a beszéd által hullámmozgásba hozott testek rezgései követnek.* Azon áramot, melynek ilyen sajátja volt, *unduláló, hullámmozgó* áramnak nevezte.

Ismerkedjünk meg most avval az eszközzel, melylyel Bell a hullámmozgó áramot létrehozta, s melylyel a beszéd elektromos úton való átvitele első ízben sikerült. (1-ső ábra.)

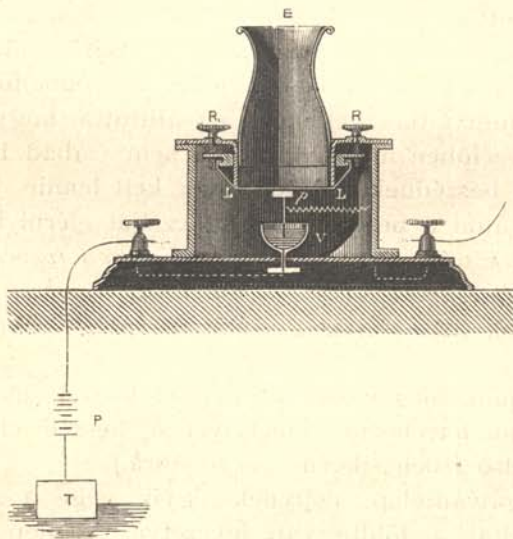
P egy galvántelep, melynek egyik vége a T jelezte fémtáblába s ezáltal a földbe van levezetve. A telep másik végéből szigetelt fémdrót vezet egy szorító csavarhoz, mely fémes, tehát vezető összeköttetésben van V fémedénynyel; ez gyengén vezető folyadékkal, pl. vízzel van megtöltve. Az edény felett a beszélő csövön kifeszített hártya van, mely p vékony peczket hord. A peczektől a másik szorító csavarhoz szigetelt drót vezet.

Ha e csavarból bármi úton vezető összeköttetést állítunk elő a földdel, a zárlatban elektromos áramunk lesz, melynek erőssége egyrészt a battria minőségétől, másrészt pedig azon út ellenállásától függ, melyen keresztül az a földbe jut. Ez út egy részét a V edényben levő folyadék képezi, mely útrésznek ellenállása csak addig változatlan, a míg a peczkek nyugvásban van. Ha bármi módon mélyebbre merül, az ellenállás kisebbedik, míg ellenben nagyobb, ha a peczkeknek kisebb hossza van a folyadékban,

mivel az átáramlott keresztmetszet az első esetben nagyobb, a másodikban pedig kisebb. *Ez tehát olyan része a zárlatnak, melyben az ellenállás folytonos átmenetben változik, anélkül hogy közben az áram teljesen megszakítatnék.* Ezen változások annál tetemesebbek, mennél nagyobb e változtatható vezeték rész ellenállása. Azért használunk vizet e berendezésben.

Ha az ellenállás a vezeték bármely részében megváltozik, az áram erőssége az egész vezetékben változást szenved.

Ütögessünk ritmusban a hártýára: az áram erőssége a vezeték minden részében ugyanazon ritmusban hullámzik. Beszéljünk a hártýára: *az áram erőssége olyan hullámzásba jő, melynek törvényét a beszéd által okozott mozgás szabja meg.* Ez a Bell beszélője s



1-ső ábra. Bell beszélője.

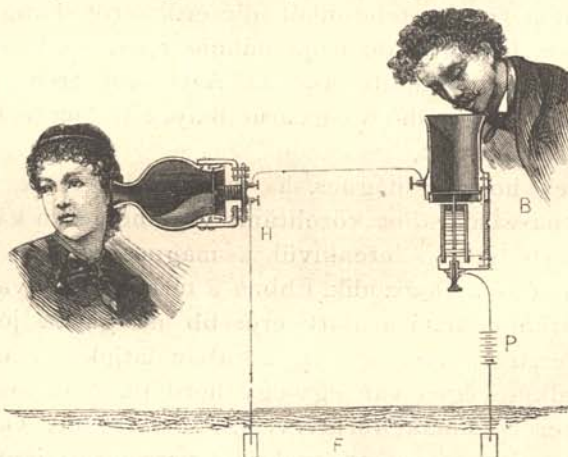
egyúttal elvi prototípjé a többi, utána következő rendszer beszélőinek. A beszéd okozta mozgás hatását az elektromos áram vezetékére valamennyi között a legtisztábban mutatja.

Evvel az eszközzel kapta Bell az első *hullámzó elektromos áramot*, melynek ugyancsak *hullámzó hatásai* által a beszéd reprodukcióját érte el.

Ez ama halló segélyével sikerült, mely a 2-ik ábrán balfelől *H*-val van jelezve. A hullámzó áram egy vasrúd körül számos menetben körül van vezetve miáltal a vasrúd mágnessé válik, melynek erőssége az áram hullámzásaival változik. Evvel az előtte levő vékony vaslemezre gyakorolt vonzás nagysága is változik s így a lemez azon hullámzó mozgást ismétli, melyet az áram erősségét vál-

toztató lemez a beszélőben végez. A hallóban tehát a B -nél mondott beszéd hallható, bármily nagy legyen is a két állomás egymástól való távolsága, feltéve, hogy az áramerősség hullámszámai elég nagyok.

És most fordítsuk meg a dolgot! Mi történik akkor, ha a hallóba beszélünk? A vaslemez hullámszó mozgásba jön. — Kísérletekből rég ismeretes, hogy ha mágnes közelében vasat mozgatunk, annak mágnességi állapota megváltozik. De ezen változás a mágneset körülvevő tekercsben elektromos áramot indít. Esetünkben ezen áramnak ismét hullámszónak kell lennie, még pedig a H -ba mondott beszéd értelmében. Ezen beszédnek tehát egy másik hallóban hallhatónak kell lennie, ha az a vezetékbe van csatlakoztatva. E két halló előtt álló személy beszélgetést folytathat egymással, anélkül, hogy



2-ik ábra. Bell telefonos postája.

a B beszélőre szüksége lenne. Sőt ez utóbbi most már csak kárára van a berendezésnek, mivel folyadékja az ellenállást nagyobbítja. Tehát B -t egy hallóval helyettesítjük, s akkor a telepre csak az a feladat vár, hogy a hallók vasrudjait mágneses állapotban tartsa. De a telep is fölöslegessé válik, mihelyt a hallókba vasrúd helyett kész mágneseket teszünk.

Ez a Bell-féle telefon végleges alakjának fejlődése. Alakja kezdetben igen esetlen volt s a laboratóriumból nem is került ki (Term. tud. Közl. 1877. 311. l.); a most közkézen forgó lényegében azonos az előbbivel, csak czélszerűbb alakú, olcsóbb s külseje csinosabb.

Alig vált ismeretessé az eszköz, máris mindenféle javításokat kellett elszenvednie, melyek legnagyobb része azonban üzleti célokban gyökerezik. Az új telefonok lényeg dolgában teljesen megegyeznek Bell eszközével, csak alakjuk más. Az egyenes vasrudat görbével he-

lyettesítették s így némelyek majd nagy pecsétgyűrűhöz, majd dobozhoz, vagy burnót-szelenczéhez hasonló alakok keletkeznek.

Kézbevaló alakjuknál fogva figyelemre méltók a *Trouvé* és a *Phelps* modelljei. A 3-ik ábra ez utóbbit mutatja, mely a Bell-féle telefontól csak abban különbözik, hogy egyenes mágnesrúd helyett erősen mágnesezett aczélpátkó van benne, melynek egyik sarkához *C* vasmag van csavarva. Ezt a pátkó szintén mágnesállapotban tartja. *B* a szigetelt dróttekercs, *P* a lemez, *E* pedig fából, vagy ebonitból készített beszélő tölcser. A vezetődrótok becsatolására szolgáló csavarok a telefon oldalán vannak s rajzunkban nem láthatók.

Többen önállóbb változtatásokat is tettek a telefonon. Ezek között említendők *Siemens* és *Gower*, kik a mágnesnek mindkét végét felhasználták s ezáltal a telefon hangját tetemesen erősítették. Kivált a *Gower* telefonjait dicsérik erős hangjukért, mely több lépésre is hallható, de majd mindig recsegés kíséri.

A telefon legönállóbb javítása *Ader*-től ered, ki a telefon lemeze elé még egy puha vasgyűrűt helyezett, mely két irányban tesz hasznos szolgálatot.

Ismeretes, hogy a mágnes, ha magára hagyatik, idővel veszít erejéből; de ha vasdarabot közelítünk végeihez, ezen káros folyamat tetemesen késleltetik s ezenkívül a mágnesi erő a mágnes és a vas közé eső térben fokozódik. Ebben a térben van a vaslemez, s így a hullámzó áramok hatása alatt erősebb mozgásba jő. *Ader* telefonjának keresztmetszetét a 4-ik ábrában látjuk. *A* az aczélpátkó, melynek mindkét végén van egy-egy hord puha vasmag; ezek *BB* lapos tekerccsel vannak körülvéve. *MM* a vékony vaslemez, *XX* pedig a fegyverzet gyanánt szolgáló vasgyűrűt mutatja. Ha az *EC*-vel jelölt ebonit beszélőt lecsavarjuk, a tekerccsek elhelyezési módját felülről olyannak látjuk, mint azt az 5-ik ábra feltünteti.

Ennél jobb telefonokat mai nap alig készítenek.

S most helyén lesz a telefon érzékenységéről s az általa indított áramok erősségéről szólni.

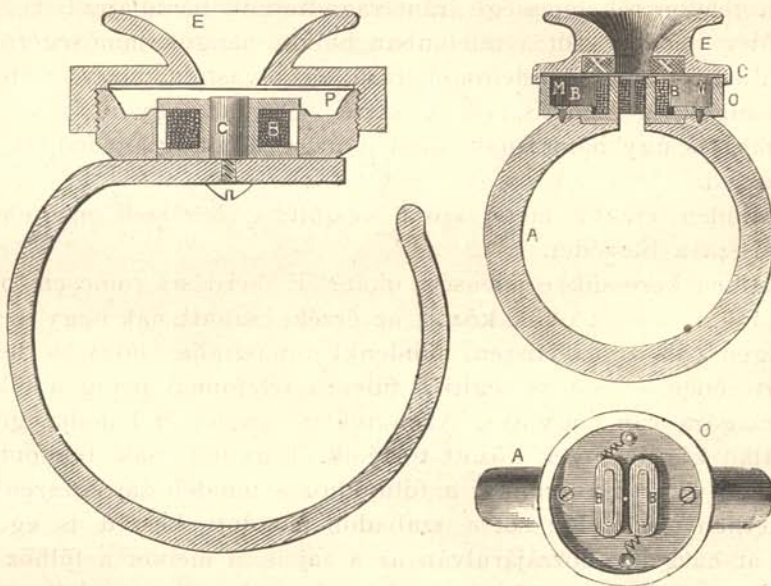
Itt ismét olyan kis számokkal találkozunk, melyek megítélésére képzelő erőnkhez is kénytelenek leszünk fordulni.

Kísérletekkel könnyen meggyőződhetünk, hogy a közhasználatban levő telefonok nagy része egy *Daniell*-féle elemnek megszokott folyamával hangot ad még akkor is, ha 1.000.000 ohm ellenállású úton megy át.

Warren de la Rue szerint a beszéd által a telefonban indított áramok átlagos erőssége az áramerősség egységének, 1 ampèrenek $\frac{1}{1.000.000.000}$ -része; olyan folyam ez, melyet 1 volt (közel egyenlő a *Daniell* elem el. mót. erejével) 1.000.000.000 ohm ellenállású zárlat-

ban fentart. Említsük fel még Galileo Ferraris kísérletét is. Szerinte a telefon még hangzik, ha egy Daniell féle elem áram a 11.764,700 kilométer közönséges, 4 mm. vastagságú telegráfdróton megy át. E drótot 290-szer lehetne a Föld körül a legnagyobb kör mentében körülcsavarni és $\frac{1}{3}$ -da a Holdig érne.

Érdekes megtudni, vajjon mire volna ez az áram képes, ha másféle munkát végeztetnénk vele? — Hogy 1 gramm kaloriát létesítsen, vagyis, hogy 1 gramm víz hőmérsékletét 1°-kal emelje, 14 évre volna szüksége; 1 köbcm. oxigént 55 $\frac{1}{2}$ év alatt, ugyanannyi nitrogént 83 $\frac{1}{3}$ év alatt, tehát 1 köbcm. levegőt 77 $\frac{7}{10}$ év alatt fejlesztene; és hogy valamely ezüstoldatból azt az ezüst-mennyiséget kikapjuk,



3-ik ábra. Phelps telefonja.

4-ik és 5-ik ábra. Ader telefonja.

mely egy 10 krajczáros verésére szükséges, az áramnak 5000 éven keresztül kellene az elektrolízist folytatnia. Mindezen munkát egy közönséges Daniell-féle elem néhány perc alatt képes elvégezni.

A telefon adta hangok erősségének megítélésére Demoget kísérleteit idézzük. Demoget kísérletéhez két jó telefont vett, melyek egyikét füléhez tartotta, mialatt segédje a másik telefont folyton távolodott tőle, s a közben ugyanazon szavakat majd a telefonba, majd pedig a levegőbe mondta. Demoget a közvetlenül s a telefonból jövő hangok erősségét összehasonlította. 90 méter távolság mellett a két hang erőssége egyenlő volt. Mivel a fülhöz tartott telefon lemeze a dobhártyától körülbelül 5 cm. távolságban volt, a két hang erőssége úgy aránylik egymáshoz, mint 25 a 81.000,000-

hoz.* Tehát a telefon közvetítésével hallott hang a kiejtett hang erősségének csak $\frac{1}{3.000.000}$ részével bírt.

Ebből még azt a következtetés is vonhatjuk, hogy a hallgatásra használt telefon-lemez rezgésének kitérése csak $\frac{1}{1800}$ -részét teszi a beszéd felvételére szolgáló lemez rezgéseinek. Látjuk ebből, hogy milyen rosszul gazdálkodik a telefonpósta a belefektetett munkával; csak elenyésző részét adja vissza a kívánt alakban, beszéd alakjában, a többi része pedig a vezeték felmelegítésére pazaroltatik, vagy a nem teljes szigetelés miatt elszóródik. A telefon tehát olyan gép, melynek hasznossági tényezője igen csekély, oly annyira, hogy a vele elért eredmények által inkább hallószervünk érzékenysége, mint a telefon tökéletessége iránt ragadtatunk bámulatra!

Még néhány szót a telefonban hallott hangok minőségéről.

Mindjárt az első telefon leírásában olvastuk, hogy a belőle jövő hangok egészen tiszták, de kissé — néha nagyon is — orrhangúak, és úgy hangzanak, mint a nagy távolságból hallott rendes beszéd.

Minden eszköz, mely azóta készült, e leírásnak megfelelően adja vissza a beszédet.

Miben keressük e jelenség okát? E kérdésre nincsen biztos feleletünk. Hogy az okok között az érzéki csalódásnak nagy szerepe van, igen valószínű. Hiszen mindenki tapasztalja, hogy a beszéd megértésében a szem is segíti a fület: a telefontól pedig a fül egészen magára van hagyatva. Azonkívül a hangfelvétel módja egészen szokatlan körülmények között történik. Tegyük csak telefontokokat, vagy akár tenyerünket a fülünkhöz s minden zaj egészen más színezetben tűnik elő; sőt a szabadon mondott beszéd is egészen másként hazgzik, hozzájárulván az a zaj is, a melyet a fülhöz tartott tárgy surlódása, a kéz mozgása okoz. Így ne csodálkozzunk, hogy sok ember kezdetben alig bírja a telefon beszédjét érteni s csak bizonyos idő múlva szerzi meg az erre szükséges gyakorlottságot.

Az eddig tárgyalt telefonban az elektromos áramot a tüdőnek és a beszélő szerveknek munkája indítja meg; az áram, mint láttuk, rendkívül gyenge s nagy úton, nem teljesen szigetelt vezetőkön az eszköz csekély hasznossági tényezője mellett nem tartja meg erősségének azon minimális értékét, mely a halló telefon beszéltetésére megkívánatik.

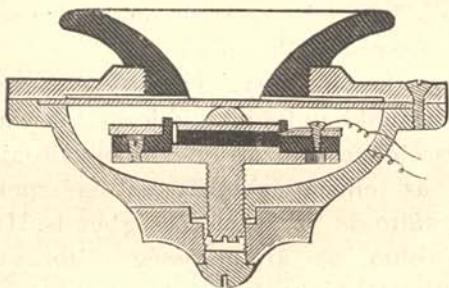
Csakhamar belátták, hogy gyakorlati célokra Bell első eszméjéhez kell visszatérni s a hullámzó áramot a leírt beszélőhöz ha-

* A hang erőssége a távolság négyzetével fordítva arányos.

sonló szerkezetek segélyével a galvántelepek áramából létrehozni. Ez irányban Edison érte el első ízben a legnagyobb sikert. Mivel a folyadék alkalmazása állandó használatnál nem kedvező, más alkalmas anyagok után nézett.

Már régóta ismeretes, hogy a porrá tört vezetők elektromos ellenállása a reájok gyakorolt nyomástól függ. Előre látható, hogy nagyobb nyomás alatt a poralakú vezető kisebb ellenállást fog kifejteni az áthaladó áram ellenében, mivel az egyes porszemek nyomás által közelebb kerülnek egymáshoz, mi az áram átmenetét az egyik rétegről a másikra megkönnyíti.


Edison sok kísérlet után a szén-, vagy grafit-porral találta legalkalmasabbnak s beszélőjében ezeket használta fel. — A 6-ik ábra természetes nagyságban mutatja e készüléket. A beszélő tölcser alatt egy ebonit- vagy fémlemezke látható, mely a hozzátámaszkodó gombra nyomást gyakorol; a nyomás a közbeeső fémlemez által az



6-ik ábra. Edison beszélője.

alatta levő szénpor-rétegre vitétik át s az alapúl szolgáló fém-tartóról a szénpor némi rugalmassága által visszaveretik. A szénpor a két lemez által van az áramvezetésre szolgáló csavarokkal fémes összeköttetésbe hozva.

Nem tekintve az alkalmazott anyagot, ez eszköz működésében hasonló Bell beszélőjéhez, de az a kiváló jó oldala van, hogy rendkívül könnyen használható és méretei kisebbek. Működése igen könnyen magyarázható. A beszéd által okozott hullámzások változó nagyságú nyomást gyakorolnak a beszélő lemezére s ezáltal a szénporra, a mi az elektromos ellenállás megfelelő változásait vonja maga után. A szénporon átmenő áram tehát hullámzóvá lesz s a Bell telefonjában a beszédet visszaadja.

Ehhez hasonló beszélőt igen könnyen készíthetni a következő módon: Lámpa- vagy retorta-szenet, vagy pedig a Bunsen-féle elemekben használt szenet porrá zúzunk s ezt egy 1—3 cm. nagyságú és 3—5 cm. átmérőjű hengerbe öntjük, melynek alját  fedőjét valami fém képezi. A henger lehet fából, vastag papírból, üvegből, vagy bármely nem vezető anyagból. A fedőnek vékonynak kell lennie — vékony bádoggal kitűnő e célra — s a hengerre nem szabad ragasztva lennie, hanem csak egy darab vastag papír vagy vékony deszka segélyével odanyomva, melynek közepén körülbelül

4 kros nagyságú környilás van. Hogy a lemez biztosan feküdjék a hengeren, a hengernek ezt a végét gondosan le kell csiszolni. Az eszköz már így is igen jó; de még jobbá válik, ha a cső aljára kevés higanyt öntünk s csak erre hintjük a szénport. A szénpor mennyiségét és a fedő által reája gyakorlandó nyomást kevés próbálgatás után eltaláljuk. A beszéd a fedőlemeze a nyíláson keresztül intézendő. Az áramot a két fémlemez segélyével vezetjük át a szénpor-rétegen.

Ezen beszélő segélyével létrehozott hullámzó áramok a telefonban sokkal erősebb hangot adnak, mint bármily jóságú telefon indította áramok; az áram szolgáltatására egy kis elem (Léclanché vagy Meidinger) teljesen elegendő, de csak addig, míg a vezeték ellenállása nem igen nagy. Nagy ellenállású vezeték mellett sok elem használata sem ad kedvező eredményt. A hangok esetleg még gyengébbek, mint ugyanazon vezetéken levő telefon által indított áramok okozta hang, a minnek oka abban van, hogy a szén-beszélőben okozott ellenállás-változások nem elegendők arra, hogy az áramot kellő erősségben tegyék hullámzóvá.

Hogy ezt könnyebben megérthessük, egy képzelt esetet veszünk s a szereplő mennyiségeket számokban fogjuk kifejezni. Legyen a zárlat ellenállása 10 ohm, a beszélőben okozott ellenállás-változások pedig 1 ohmot tegyenek; az ellenállás tehát az egésznek $\frac{1}{10}$ -ével változik. Ugyanakkora a változás az áramerősségben is. Ha azonban a zárlat ellenállása 1000 ohm, az áramerősség változásai már csak $\frac{1}{1000}$ -részt tesznek, a mi az előbbieknél csak $\frac{1}{1000}$ -a. Ekkora a hallott hangok erősségének különbsége is. A zárlat még nagyobb ellenállásánál a hangok egyáltalában nem lesznek hallhatók.

E nehézséget Edison egy ügyes fogással legyőzte, mely azonban nem egészen az ő szellemi tulajdona, mivel az Elisha Graynek már 1874-ben szerkesztett éneklő telefonjában alkalmazva volt.

Edison ugyanis azon áramokat használta, melyeket a beszélő által hullámzásba hozott áram egy indukció-készülék* külső tekercsében indított. E végből a beszélőt és az indukció-készülék belső — vastag drót — tekercsét a teleppel zárlatba hozta, a telefonokhoz vezető vonalat pedig a külső tekercscsel kötötte össze. Ezen beren-

* Ruhmkorff-féle szikraindító, vagy az orvosi célokra használt Du Bois-Reymond-féle szánkakészülék. Ilyen készülék a telefonia céljaira könnyen készíthető: 3—6 cm. hosszúságú, 1 cm. vastagságú facsévére 2—4 réteg közönséges szigetelt vörös rézdrótot csavarunk, melynek vastagsága $\frac{1}{2}$ —1 mm. lehet. Erre 10—15 réteg igen vékony, selyemmel szigetelt drót jön. Cézlszerű az egészet felcsavarás közben többször forró paraffinba mártani: ez egyrészt a szigetelés jóságát biztosítja, másrészt pedig nagyobb összetartást kölcsönöz a tekercsnek. A cséve tengelyét kötőtű-darabokkal töltjük ki. Ez tudvalevőleg az indítást erősíti.

dezés mellett az indított áramok nagyobb feszültsége következtében, nagy hosszúságú vezetéseken lehet hullámzó áramokat előidézni, s így a távolságot tetemesen megnagyobbítani.

Edison eme módosítása minden gyakorlati rendszerben felte-
lálható.

A szén-beszélő segélyével a telefonok egy más csoportját is lehet használni, melyek szerkezete a Bell-félétől jelentékenyen eltér. Szerkezetök különben még egyszerűbb s nagyobbára könnyen készíthetők.

Eredetöket a Bell-féle telefon magyarázata fölött megindult vitából vették s kerülő úton Reis régi telefonjához vezettek vissza.

A Bell telefonjának magyarázatát ugyanis, melyet mi is kifejtettünk, többen, de különösen du Moncel támadta meg.

Ez a magyarázat csakugyan nem teljes; mert vannak kísérletek, melyeket megfejtani egyáltalában nem bír. Ilyen pl. az, hogy a beszélőtől kapott hullámzó áram, ha erős, még akkor is beszélteti a telefont, ha a vaslemez helyett akármilyen más lemezt — fém-, papír-, falemezt stb. — helyezünk a tölcser elé, vagy ha a tölcser t lemezeztől eltávolítjuk. A hangok gyengék ugyan, de hallhatók. De akkor is hallhatók a hangok, ha a vaslemezke helyett vastáblát teszünk a mágnes elé. Nem tehető fel, hogy a tábla, mely Bréguet kísérletében 15 cm. vastagságú volt, olynemű rezgésbe jőjön, mint a minőt a telefon vékony lemeze végez. A nem mágneses testek (papír, fa) pedig nem esnek a telefonban feltételezett vonzás alá, tehát vonzás nem lehet oka rezgéseknek, melynek valóságáról azonban a hang mégis meggyőz.

E jelenségek okát tehát másban kell keresnünk.

Már régen ismeretes, hogy a mágnesrúd mágnességi állapotát mechanikai hatások által lehet megváltoztatni. Ismételt ütés, csavarás, hajlítás által a mágnesrúd erejéből sokat veszít s ellenkezőleg, a vasrúd sokkal gyorsabban veszi fel a mágnességi állapotot, ha a mágnesezés folyamata alatt mechanikai hatásoknak vetjük alá, ha ütögetjük, csavargatjuk vagy hajlítgatjuk, szóval bármily külső hatásnak kiteszszük, melyek molekuláris szerkezetében időleges változásokat okoznak. Könnyen sikerül bármely vasdarabot bizonyos fokig megmágnesezni, ha az inklináció irányában tartjuk s e közben kalapáccsal ütögetjük.

Igen nagyszámú kísérletet tettek arra nézve, hogy a mechanikai hatások és a mágneses állapot között fenálló összefüggést kiderítsék; azonban ez mindeddig nem sikerült. Csak néhány biztos adatunk van. Így csaknem minden kísérlet mutatja, hogy a vasrúdak a mágnesező erő hatása alatt meghosszabbodnak és, ha ezen

erő megszűnt hatni, eredeti hosszukat visszakapják. Joule szerint a meghosszabbodás az eredeti hosszának $\frac{1}{72.000}$ része. Más kutatók más számokat találtak — s szinte biztosra vehető, hogy egy ugyanazon kísérletező is minden vasrúdra *más* adatot fogna kapni —, mindamellert Joule állítását, hogy a meghosszabbodás a mágnesező erővel arányos, valamennyien megerősítik. Wiedemann igen nevezetes és a részletekig menő analógiát talált a vasrudaknak a mágnesezés és a csavarás irányában mutatott magaviseletében.

Mellőzve több hasonnemű tény felsorolását, jelen célunkra teljesen elegendő megjegyezni, hogy *a vasrúd mágnességét minden rázkódtatás megváltoztatja s viszont minden változás a mágnességi állapotban a rúd rázkódását vonja maga után.*

Ezek tények, melyekről kísérletek által könnyen meggyőződhetünk.

Kísérleteinkhez a telefont használjuk, mely az igen érzékeny fülnek oly parányi energia-változásokat árul el, melyeket eddig megfigyelni nem bírtunk.

Tetszőleges nagyságú és méretű vasrudat veszünk, néhány vonással megmágnesezzük, körülcsavarjuk szigetelt dróttal — egész hosszában, vagy bármelyik végén igen kis hosszban — és a drót végeit a Bell telefonjának tekercsével összekötjük. Minden ütés, melyet a rúdra intézünk, a telefonban éles hangot ad. Hogy az ütés által okozott hang, mely a levegőn keresztül terjed fülünkhöz, a megfigyelésben ne zavarjon, messze vitetjük a rúdat, s szabad fülünket bedugjuk, vagy ahhoz is egy telefont tartunk, mely a zárlatba van kapcsolva. Ha az ütések a rúd hosszirányában intézünk, minden ütés után a rúd longitudinális hangját halljuk, feltéve, hogy a rúd nem igen rövid, mert ez esetben e hang a hallhatóság határából kiléphet. Rövid rudak csak éles, száraz hangot adnak. Hangokat hallunk akkor is, ha a rudat hirtelen csavarjuk, hajlítjuk vagy nyújtjuk. Ez a kísérlet kötőtűvel jobban sikerül, mint vastag rúdakkal, melyek csavarása vagy nyújtása nagy erőbe kerül.

Vegyünk most a rúd helyett egy Bell-féle telefont, melynek lemeze le van véve, s kössük össze egy másik teljes telefonnal. Az előbbire gyakorolt minden ütés az elsőben hangot ad. Az ütés a rúd mágnességét megváltoztatta, a mágnesi állapotváltozás a tekercsben áramot indít s ez a teljes telefonban már ismert módon hangot idéz elő.

Ha most a fordított eljárást követjük, s a teljes telefonba beszélünk, akkor az ilyen módon indított hullámozó áram a másik telefon mágnességi állapotát hullámzatosan változtatja és ennek következtében hullámozó rázkódásokba hozza. Ezek a tokkal közlőde, át-

mennek a környező levegőre, mely a fülbe vezet, hol az indító hang — az igaz, gyengén —, de mégis hallható. Ha nem a telefon hullámzó áramát, hanem egy szénbeszélő sokkal erősebb áramát vezetjük a lemezétől megfosztott telefonba, elég erős hangokat hallhatunk, melyek minden kétséget kizárólag bizonyítják, hogy a telefon mágnesét a hullámzó áram erős rázkódásokba hozta.

Ha a rúd rázkódásainak átvitelére még kedvezőbb feltételeket teremtünk, azáltal pl. hogy a tokra bármily anyagú rugalmas lemezt erősítünk, a hangok még inkább erősödnek.

Végül még a vastag vastáblák használata mellett hallható hangok létrejötteinek magyarázatát kérdehetjük.

Ez esetben a hangok kétféleképp keletkezhetnek: úgy, mint a Bell-féle vékonylemezű telefonban, vagy pedig úgy, mint a Reis eszközében.

Két különböző módon berendezett kísérlet meggyőz ez állítás helyességéről.

Az első kísérletben a vastáblát úgy helyezzük el, mint a vékony lemezkét; úgy t. i. hogy a telefon mágnes-rúdjának a tekercsből alig kiérő vége lehetőleg közel legyen a vastáblához; sőt még érintheti is, csak erősen ne legyen hozzá szorítva. Mihelyt a tekercsbe erős hullámzó áramot vezetünk, a megfelelő hang azonnal hallható. Ha a telefon tartóját kezünkbe fogjuk, érezzük, hogy erős mozgást végez. A mozgás, és vele együtt a hang is nagyon meggyengül, ha a vastáblát eltávolítjuk.

A hang ez esetben ugyanazon módon jön létre, mint a vékony lemezű telefonban, azon különbséggel, hogy míg ebben a lemez jó mozgásba, addig kísérletünkben a telefon mágnes-rúdja tartójával együtt végzi e mozgásokat a hullámzó áramok által felébresztett elektromágnesi vonzások hatása alatt, melyek a nagy tömegű vas jelenléte által nagy mértékben fokozódnak. Ezen hullámzó vonzó erővel szemben a vastábla rugalmas megtámasztása ugyanazt a szerepet viszi, mint a lemezes telefonban a lemeznek saját rugalmassága.

A kísérlet annál jobban sikerül, mennél nagyobb a vastábla tömege a rúd tömegéhez képest.

A második kísérletben a telefon mágnesét a vastáblához lehetőleg erősen hozzákapcsoljuk; legjobb, ha oda srófoljuk. Hullámzó áramok most is adnak hangot, mely azonban nem úgy jön létre mint az első esetben. Itt a mágnesrúd molekuláris rázkódásainak hatása túlnyomó. A rázkódások átvitetnek a táblára, mely azokat kitűnő hangvezető képességénél fogva csaknem veszteség nélkül adja át a környezetnek.

Egyébiránt a legtöbb telefonban a kétféle hatás együtt szokott járni s minden esetben csak azt kell eldönteni, melyik hatás a túlnyomó.

Az élénken megindított vita új meg új kísérleteket hozott felszínre, s kiválóan érdekes, hogy az egyes kísérletezők egészen különböző utakon s különböző célú tűzve ki, egymástól függetlenül, ugyanazon eszközhöz jutottak: a Reis-féle hallóhoz. Ugyanis a többi között A d e r, P e r c e i v a l - J e n n s, S i l v a n u s T h o m p s o n készítettek telefonokat, melyek lényegökben sem egymástól sem a Reis-félétől nem különböznek.

Ezen eszközök között jelentéktelen alakbéli különbséget látnunk. Főrészők ezeknek egy tű, kissé megmágnesezve, melyre finom, szigetelt drótból készült tekercs van tolvá. A tekercsen a hullámozó áramot átvezetve, a tű, rázkódásokba jön, melyek a hosszirányban túlnyomóak, s ezek alkalmas átvitele a hullámozó áramot indító beszédet visszaadja.

A d e r a kötöttú-darabot kis deszkába szúrta, és a másik végére súlyt alkalmazott.

A legegyszerűbb e fajta telefont úgy készíthetjük, hogy egy kötöttúre szigetelt dróttekerccset tolunk és a tekerccsel körülvett kötöttút egy szivarskatulya szemben fekvő oldalai közé szorítjuk. Ez eszközt a Bell-féle telefontal, vagy akár hozzá hasonló primitív eszközzel könnyen lehet hangzásba hozni. A kísérlet meg is fordítható: bármelyik támasztó lapra mondott beszéd érthető a másik telefonban. Újabb időben a régi telefon-pósták Bell-féle telefonjait gyakran az ilyen fajtájú telefonokkal cserélik fel. Hasonló jószág mellett egyszerűségök és olcsóságuk ajánlja őket.

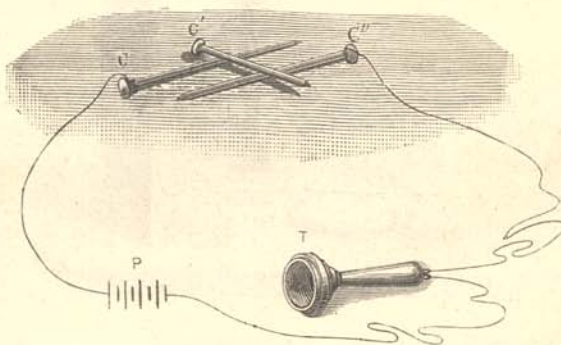
Mielőtt tovább mennénk, még megemlíttjük, hogy S c h e n k a Bell telefonja ellenében a Reis-féle telefon prioritását vitatta. Csakugyan látjuk, hogy Reis kezében megvult már az eszköz, mely Y e a t e s vízcseppjével a beszéd átvitelére csakugyan használható; de erre sem ő, sem más nem gondolt; bizonyára, mert a dolog lehetetlennek látszott. Pedig 15 év állott rendelkezésükre! Megvult a telefon, de használni senki sem tudta. A beszéd átvitelére alkalmas voltát is csak Bell telefonja után fedezték fel. Azonkívül, a ki Bell találmányának fejlődését figyelemmel olvassa, kénytelen bevallani, hogy az már kezdettől fogva nem azon az ösvényen haladt, melyet Reis telefonja megjelölt. Elfogadta a beszélő használatát, de annyira módosította, hogy ahhoz az eredeti Reis-féle eszköz egyáltalában nem hasonlítható, s a halló szerkezetében egészen más alapon keresett megoldást. Reis a mágnesi *rúzkódások*,

Bell pedig a mágnesi *vonzások* által hozta létre a hangokat. Ez okból találmánya egészen önállóan tekintendő.

S evvel mindazt, ami az elektromos áram mágnesező hatásán alapuló telefoniában lényeges, kimerítettük. Nem említettünk számos módosított eszközt, melyek a főtípusoktól — a Bell- és Reis-féle telefontól — csak oly részletekben különböznek, melyek általánosabb érdeklődésre számot nem tarthatnak.

Mielőtt azonban azon telefonok tárgyalásába bocsátkoznánk, melyekben az elektromos áramnak nem mágnesező, hanem más hatásai hozzák létre a hangokat: egy új fizikai eszközzel ismerkedünk meg, még pedig abból a célból, hogy az elektromos beszélők egy új nemét lássuk.

Ez az eszköz a Hughes *mikrofonja*. Evvel összekötve érte el Bell telefonja a legfényesebb sikert.

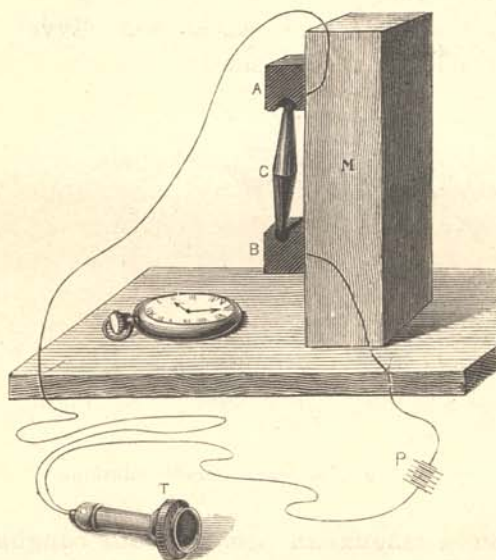


7-ik ábra. A legegyszerűbb mikrofon.

A mikrofon a magukban nem hallható hangokat teszi hallhatókká, ha telefontal köttetik össze. Valóságos hangnagyító. Olyan eszköz, melyben az elektromos áram zárlatában az ellenállást a legparányibb mozgás megváltoztatja s ennek következtében az áram erősségében megfelelő hullámzást idéz elő, melyet a telefon hang alakjában hoz tudomásunkra.

Legegyszerűbb alakjában is meglepő eredményeket képes felmutatni. Készíthetjük a következő módon: A galvánáram zárlatában a vezetést valahol megszakítjuk, s e helyen könnyen változó zárást állítunk elő pl. azáltal, hogy a vezető drótokat két szegre, reszelőre vagy legjobban grafit- vagy szénrudacskákra csavarjuk, könnyen rezgő alapra — péld. egy felfordított szivarskatulya fenekére — fektetjük s egy harmadik rudacskával áthidaljuk. Ilyen módon két hely van a zárlatban, melyben a vezetés nem tökéletes s mely az alap legcsekélyebb mozgására szintén megmozdul. Ennek követ-

keztében új részek jönnek érintkezésbe, melyeken az érintkező pontok száma és minősége más; ez pedig az ellenállás hirtelen változását vonja maga után. Ez ismét az áram erősségének változását okozza, melyet a telefon hang által árul el. Ilyen egyszerű eszköz elegendő a szokásos kísérletek* megtételére. Az óra ketyegése „kalapálásnak“, a légy vagy a szúnyog járása „lódobogásnak“ hallik; kis papírszeletke, vagy czérnaszál, pehely esése pedig erős zajt okoz a telefonban. Igen jól hallhatók a kis rovarok hangjai; ezek meghallgatására külön alakú mikrofonokat készítettek, melyek egyikét később megemlíjtük. Hughes szerint különösen a légy hangjai feltűnőek, s kiválóan a „halálkiáltása.“ Ezen, és ehhez ha-



8-ik ábra. Hughes mikrofonja.

sonló, csaknem végtelen kicsiny mozgások elegendők arra, hogy a mikrofonos érintkezést megváltoztassák s ezáltal egy nagyobb erő, az elektromos áram hatásának érvényesülésére alkalmat nyújtsanak. Így könnyen érthető, hogy a telefonban az eredetieknél erősebb hangok jöhetnek létre.

A mikrofon azon alakját, melyben Hughes legczélszerűbbnek találta, a 8-ik ábra mutatja. Az alapúl szolgáló vékony deszkán egy másik van merőlegesen megerősítve. Ez két széndarabkát (*A*, *B*) visel, melyek bemélyedéseibe egy orsó alakú szénrudacska van állítva, olyan formán, hogy állása bizonytalan, megtámasztása laza legyen. A két széndarabhoz az áramvezető drótok vannak csatolva.

* L. a Term. tud. Közl. X. 1878, 281-ik lapján.

Kitünő mikrofont kapunk, ha vékony deszkára — egy szivarláda fenekére — két szénpálcikára egy harmadikat keresztbe fektetünk. Kiválóan alkalmasak erre az elektromos lámpában használatni szokott szénrudak, vagy még jobbak — és olcsóbbak — a czeruzabelek. Ezek mindenütt megszerezhetők. Fa-szén (hársfa-szén, mely rajzoláshoz szokott használatni), nem elég jó vezető; de azzá lehet tenni, ha fehérizzásig hevítjük, s hirtelen higanyba mártjuk. A higany finom gömböcskében kitölti a likacsokat s vezetővé teszi.

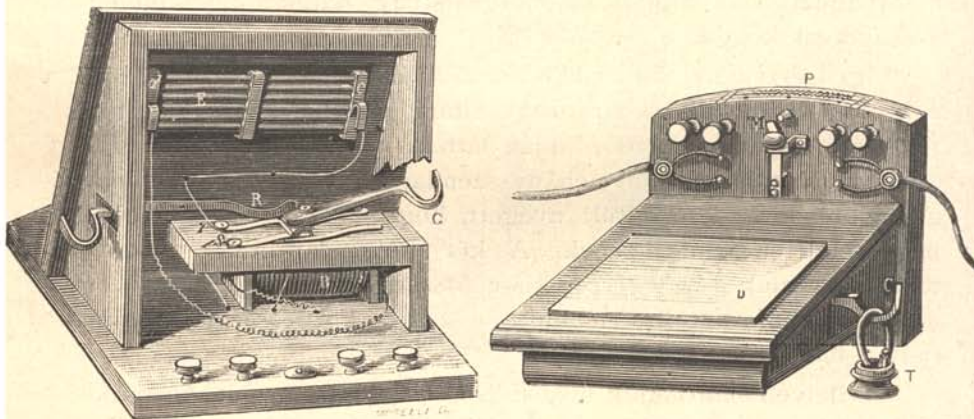
A mikrofon legutóbb említett alakja még a beszéd átvitelére is igen alkalmas. Valószínűleg ez indította Edison-t arra, hogy a mikrofon előbbségeért Hughes-szel szenvedélyes vitába bocsátkozék azt állítva, hogy az ő beszélőjének elvét eltulajdonította. Pedig Hughes-nek célja nem a beszéd átvitele volt, hanem a kicsiny, nem hallható hangoknak és mozgásoknak hallhatókká tétele. Az első önként következett ebből.

Igen érzékeny, de csak hosszabb próbálgatás után sikerül a mikrofont azon alakjában összeállítani, melyben azt Közlönyünk 1878. évi folyamának 280. lapján látható ábra mutatja. Egy vékony csőbe (a lúdtoll szárába) néhány széndarabkát teszünk, melyek végeit előbb kissé lereszeltük avégett, hogy a szomszédok lehetőleg nagy felületen érintkezzenek. A két kiálló darabra a vezető drótokat csavarjuk s az egészet kissé összenyomjuk. Ha a kellő nyomást eltaláljuk, a tollra mondott beszéd a közbeesetelt telefonban tisztán hallható.

E helyen említhetjük meg Edison *mikrotasimeter*-ét, amennyiben ezen eszköze számára is a prioritás elismerését követelte Hughes ezen kis eszköze ellenében, jóllehet attól lényegesen különbözik. Ugyanazon szénlapocskát használja ebben, mint telefonos beszélőjében, azon különbséggel, hogy a beszélő lemeze helyett egy rúd gyakorolja a nyomást a szénrétegre. Ha a rúd hossza bármi oknál fogva — hőmérséklet, nedvesség stb. miatt — megváltozik, az ellenállás is megváltozik. Ehhez az eszközhöz nem telefont, hanem érzékeny galvanométert szokás kapcsolni, melyben a mikrotasimeteren átmenő áram valami módon (pl. a Wheatstone-féle hidban) kompenzálva van. Az áram erősségének változását a galvanometer tűjének kiütése árulja el. Az eszköz érzékenysége rendkívül fokozható, de biztos mérésekre mindeddig nem sikerült alkalmazni.*

* Edison állítólag az álló csillagok sugárzását volt képes ez eszközzel kimutatni. Ferrini igen gondos méréseket kísérelt meg, de a mikrotasiméter nem adott kielégítő eredményt.

A mikrofon elve alapján számos beszélőt* szerkesztettek a telefonos postákhoz. A különböző rendszerek többnyire csak az érintkezési pontok számában s elhelyezésében különböznek. Egyike a legjobbaknak az Ader beszélője. Egy vékony fenyőfa-deszka szélességében 3 szénpálcza van egymással párhuzamosan megerősítve. Ezek közé, a pálczák oldalain készített vajatokba, 10—12 orsóalakú szénrudacska van állítva. Ezáltal 24 olyan hely van, melyben az érintkezés bizonytalan. Ha már most az elektromos áram az egyik szélső rúdon be-, a másik szélsőn pedig kivezettetik, akkor az áram 24 olyan helyen megy át, melyben az elektromos ellanállás a deszka legcsekélyebb mozgására megváltozik. Ez az áram a 9-ik rajzban *B*-vel jelzett indukció-tekerces vastag drótján van átvezetve; a vékony dróttekerces a telefonos vonallal van összekötve s a másik állomás



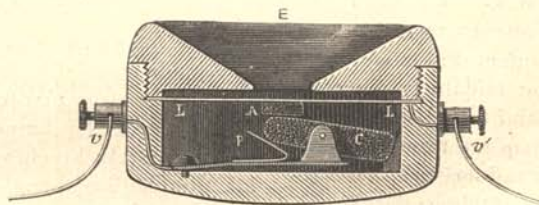
9-ik ábra. Ader mikrofonos beszélője.

telefonjaiba vezetve. Ezen eszköz nincsen teljes érzékenységre beállítva, mert akkor céljának, mely a beszéd lehetőleg tiszta átvitelében áll, nem felelhetne meg. Erős beszéd egyes helyeken az áramot megszakítaná, s ez a telefonban kellemetlen recsegést okozna. Az érzékenység az által van mérsékelve, hogy a deszka csaknem vízszintesen áll, minek következtében a rudacsok súlyuknál fogva bizonyos nyomással fekszenek ágyaikban s a beszéd által csak ez változik. Mindamellet az eszköz elég érzékeny arra nézve, hogy tőle néhány lépésnyi távolban mondott beszéd átvitelét is lehetővé tegye; sőt ha erősebb batteriát használunk, a helyiség távoleső részein kiejtett minden szót is átvisz.

* Amerikában Blake, Európában pedig Crossley készítették az első beszélőt a Hughes-féle mikrofon elve alapján. Ez utóbbi szószékre alkalmazta beszélőjét s így a szent beszédet, valamint a templomi éneket mérföldekre vezette a betegek ágyához.

Ennél az eszköznél azonban érzékenyebb a Boudet de Paris-féle mikrofonos beszélő, melyet a 10-ik ábra természetes nagyságában mutat. *L* fémlemezke-re kis szénkorong (*A*) van forrasztva, mely *C* szénrudacskát érinti. A rudacska fémtengelyen (mely egyúttal az áram bevezetésére is szolgál) igen könnyen mozoghatólag van beillesztve s a korongocskához csakis papírszeletkéből készített *B* rugó szorítja. Kissé nehéz ezen eszköz helyes beállítása, de ha sikerül, akkor a szoba bármely részében mondott, bár nem is nagyon hangos beszéd átvitelét igen jól eszközli.

Ehhez hasonló, ép olyan érzékeny eszközt kiki könnyen készíthet magának. Készítése csekély költséggel és csekély fáradsággal jár; csak beállítása kíván türelmet. Egy hártya — vagy fémlemez — közepére kis széndarabot ragasztunk, melyhez az áram igen vékony drótból csavart spirálon van vezetve; egy más széndarabkát szintén vékony drótra erősítünk s a drótot leszorítjuk, úgy hogy néhány cm.-nyi része szabadon maradjon a szénrudacskával,



10-ik ábra. Boudet de Paris mikrofonos beszélője.

s hogy rugalmassága által a rudacskát a lemezen levőhöz szorítsa. A nyomástól, melylyel a két szén érintkezik, függ az eszköz érzékenysége. Olyan kicsinynyé lehet tenni, hogy a szoba bármely részében mondott beszéd elegendő arra, hogy a széndarabkákon átmenő áramot hullámmozgá vá tegye s a beszéd a telefonban tisztán hallható legyen.

A mikrofon, kiválóan pedig a Boudet de Paris-féle alakjában, *meg is fordítható*; azaz, ha egy indukciós készülékből jövő *hullámmozgó* áramot vezetünk a mikrofonos érintkezésen keresztül, a mikrofon az áramot hullámmozgásba hozó hangot visszaadja; de csak egy esetben: akkor t. i., ha a mikrofon széndarabjai polározva vannak, vagyis ha a hullámmozgó áramot hozó vezetékbe még néhány galván-elemet is kapcsolunk. Mi ennek a közbe csatolt galván-telepnak a hatása, még nincsen kiderítve.

A kísérlet különben nem könnyű; valószínűleg ez az oka, hogy lehetőségét kezdetben többen tagadták.

BARTONIEK GÉZA.

(Befejezése következik.)



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:

Engedély — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhetsz](#).

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.