

Megjelenik minden hónap 10-ikén, legalább is $2\frac{1}{2}$ nagy nyolczadrét ívnyi tartalommal; időnként szövegközi ábrákkal illusztrálva.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY.

HAVI FOLYÓIRAT
KÖZÉRDEKŰ ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE.

E folyóiratot a társulat tagjai az évdíj fejében kapják; nem tagok részére a Pótfüzetekkel együtt előfizetési ára 6 forint.

XXI. KÖTET.

1889. AUGUSZTUS

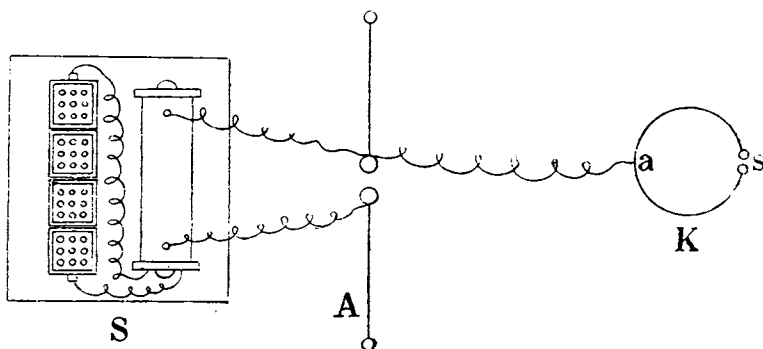
240-IK FÜZET.

AZ ELEKTROMOSSÁG ÉS A FÉNY JELENSÉGEINEK ROKONSÁGA.

Hertz, Clausius örököse a bonni egyetem fizikai tanszékén, a berlini tudományos akadémia mult évi deczemberi ülésén nevezetes kísérletekről tett jelentést. Kísérletei azt bizonyítják, hogy az elektromosság áramindító ereje a hang, vagy a fény módjára hullámokban terjed el a vezetőket környező szigetelőkben, még pedig ugyanakkora sebességgel, mint a fény, s hogy bizonyos értelemben »elektromos erő sugarai«-ról lehet szólni, melyek egészen a fénysugarak törvényei szerint verődnek vissza és töretnek meg s ennél fogva alkalmasak mindazon elemi kísérletek megtételére, melyeket a fénysugarakkal szoktunk végrehajtani. Ezekre a meglepő eredményekre a Ruhmkorff-féle szikraindító készülék kisülésén végzett tanulmányai vezették.

A bevezető kísérletekhez egy 8—12 cm. hosszú szikrát adó szikraindító készülék szükséges. Vékony tekercsének végeit az általános kisütőnek két ágával kötjük össze s a sarkokat $\frac{1}{2}$ —1 cm.-nyire közelítjük egymáshoz. A szikraindítót 4—6 Bunsen-féle elemmel járattván, azt tapasztaljuk, hogy a kisütő sarkai között átcsapó szikra minősége a sarkok alakjától függ. Ha a sarkok hegyesek, vagy ha csak az egyik csúcsos, a másik pedig gömbölyű, a szikrák halvány-kékes vagy pirosas színűek s a két sarkot látszólag egy kis lángocska köti össze s a kisülést tompa, gyenge hang kíséri. Ellenben fényesre csiszolt golyók között a szikra vakító fehér és éles, erősen csattogó hang kíséri. Eme szikrának bennünket most leginkább érdeklő sajátsága az, hogy majdnem végtelen rövid idő alatt támad s érvényesíti hatását. Bizonyítja a következő kísérlet. (1. ábra.) 1—2 m. hosszú vastag rézdrót végeire kis fémgolyócskákat forrasztunk s ezután körbe hajlítjuk úgy, hogy a golyócskák egymással szemben álljanak. A drótkör (*K*) közepét (*a*) a szikraindító (*S*) vékony tekercséhez kapcsolt *A* kisütő egyik ágával vezetőleg összekötjük s a szikraindítót járattni kezdjük. Bármilyen szikrák csapkodjanak is át a kisütő golyói között, a drótkörön semmiféle változást nem

veszünk észre. De ha az összekötő drótot a -ból egyik vagy másik oldalra csak egy-két centiméterrel eltoljuk, s -nél finom szikrák kezdenek mutatkozni. Ezeknek nem lehet más a magyarázatuk, mint az, hogy az elektromos hullám a drótkör rövidebb ágán hamarabb érkezett a megszakítás helyéig, mint a hosszabbik részen s megérkezése pillanatában a két golyócska elektromos állapota között a különbség elég nagy volt arra, hogy szikra üthessen át. Ámde Siemens, továbbá Fizeau és Gounelle, valamint több más fizikus méréseiből tudva van, hogy az elektromosság a drótokban 100—300 ezer kilométer utat tesz meg másodperczenként s így 10—30 cm. út megfutasára a másodperc milliomodának ezredrésze elegendő; drótkörünkön az útkülönbség legföljebb néhány centiméter, ennél fogva az idő, mely a szikra képződésére s hatásának érvényesülésére elegendő, a milliomodrész-másodperc ezredrésznél



I. ábra.

is kisebb s így joggal mondható végtelen kicsinek. Megjegyzendő azonban, hogy a drótkörben csakis a vakító fényű, csattogó szikra bír szikrát gerjeszteni s ez okból ezentúl *gerjesztő szikrának* fogjuk nevezni. A drótkör szikráját, minthogy a tulajdonképeni áramkörön kívül keletkezik, Hertz *másodrendű szikrának* nevezte el.

A gerjesztő szikra a sarkok alakján kívül sok mindenféle más külső hatás iránt érzékeny; olykor hirtelen elhalványul s hangja eltompul, a nélkül, hogy oka ismeretes lenne. Hertz észrevette, hogy különösen az ibolya és az ibolyántúli fénysugarak iránt nagyon érzékeny; ha égő magnézium-szalaggal megvilágította, vagy az elektromos ívfényt vetette reá, gerjesztő képességét azonnal elvesztette. Mindezen hatások magyarázatát még eddig nem ismerjük.

A most ismertetett kísérlet fogalmat nyújt a kisülés megindulásáról, de a kisülés lefolyására vonatkozólag semmiféle fölvilágosítás nem rejlik benne.

Gondoljunk két nagyobb felületű vezetőt, pl. két fémgolyót vagy fémlapot egyenes dróttal összekapcsolva s tegyük föl, hogy a vezetők egyszerre ellentétes elektromos töltést kapnak. A szerkezet magára hagyatván, az ellentétes elektromosságok a dróton egymás felé áramolva, egyesülnek s a szerkezet természetes állapotba jut. Ugyanez történik akkor is, ha a drót meg van a közepén szakítva; egyedüli különbség csak az, hogy a kiegyenlítődés ez esetben a hézagon átcsapó szikra kíséretében megy végbe. A végső állapot tényleg ilyen, csak a töltött állapotból a természetes állapotba való átmenet nem oly egyszerű. Ugyanis rég ismeretes, hogy a föltételezett körülmények között a vezetőjét elhagyó elektromosság az ő mozgása közben és pedig épen mozgása által a vezetőjét ellentétes értelemben tölti. A kisülést megnyitó szikra átcsapása után a két vezető tehát újra töltve van, még pedig az eredeti töltéssel ellentétes értelemben; a pozitív elektromosság helyén negatív elektromosság lesz, s viszont. A vezetők tehát újra töltve vannak, a mi új szikrát von maga után; de e közben a vezetők ismét töltődnek, ellentétesen, vagyis az eredetivel megegyezően. Ez a játék több százszor, sőt több ezerszer ismétlődhetik, míg végre a vezetők természetes állapotba jutnak. A kisülés tehát nem egy szikrából, hanem a szikrák egész áramából áll. Eme kisülésnek a lefolyását a két-fluidumos hipotézis igen szemléltetően akként magyarázza, mintha az ellentétes elektromos fluidumok a két vezető között ide-oda áramlanának, *rezegnének* s ezért is a kisülést magát *rezgészerű kisülésnek* nevezték el.

Érdekes, hogy a rezgészerű kisülést, mint a két-fluidumos föltevés követelményét elméleti úton előre megmondta Helmholtz s tőle függetlenül Thomson; Kirchhoff pedig a rezgés időt számította ki, vagyis azt az időt, melyben az egyes szikrák egymásra következnek.

A rezgészerű kisülésre a legjobb példát a Ruhmkorff-féle szikraindító tekercs adja. A vékony tekercs egyik végét író hangvillával, a másik végét pedig a fonautográf hengerével összekötve, a szikraindítót járattjuk s a hengert sebesen forgatjuk. Ha a henger kormozott papirossal van beborítva, minden szikra nyoma láthatóvá lesz rajta. Ezekről látjuk, hogy minden egyes kisülés a szikrák egész sorából áll. A hangvilla egy rezgésére közel 40 szikra esik; minthogy a kísérletben használt hangvilla rezgés ideje $\frac{1}{25}$ másodpercz, az egy másodpercz alatt átcsapó szikrák száma mintegy 5000.

Sokkal szaporábbak a leydeni palaczk elektromos rezgései, miről Feddersen kísérletei tanúskodnak a legmeggyőzőbben.

Feddersen ugyanis a leydeni palaczknak forgó tükörről visszaverődő képét lefotografálta. A kép a fényes vonalak egész sorát mutatta, melyek egymástól való távolságából s a tükör forgás-sebességéből kiszámította, hogy a szikrák körülbelül egy milliomodrész-másodpercnyi időközökben követik egymást.

Az elmélet megtanítja, hogyan lehet egyéb esetekben az elektromos rezgések idejét kiszámítani; a számítás hasonló ahhoz, melyet az inga lengésidejének kiszámításában szoktunk alkalmazni. Így pl. két 40 cm. oldalú négyzetes fémlapot 1 m. hosszúságú vastag fémdróttal összekötve s a drótot közepén kettévágva, olyan szerkezetet kapunk, melyben az elektromos rezgés ideje a másodperc milliomodrészének $\frac{1}{140}$ -ed része.*

Hertz ilyen különös alakú kisütőt használt kísérleteiben**; a két fémlapot egy síkban, szigetelő lábakra állította úgy, hogy a két drót egymás meghosszabbításába essék. A drótok végeire símára csiszolt rézgolyók voltak forrasztva. A két vezetőt a szikraindító-tekercs sarkaival összekötvén, a két golyó között szikrák csapkodnak át; gerjesztő erejük legnagyobb akkor, ha a golyók $\frac{1}{2}$ —1 cm. távolságban vannak egymástól. A szikraindító másodpercenként 10—30 szikrát ad, de mindegyik szikra az elektromos rezgések egy-egy sorát kezdi. Minthogy a szerkezetben az elektromosság a két fél között mintegy ide-oda rezeg, *vibrátornak*, *rezgetőnek* nevezhető.

Közelítsünk a vibrátorhoz az 1-ső rajzban láthatóhoz hasonló drótkört, a nélkül, hogy közvetlenül érintkeztetnők egymással. Ha a két golyó 1—2 mm.-nyire van egymástól, a vibrátor környezetében általában a drótkör minden helyzetében szikrákat fogunk látni. A szikrák legnagyobbak, ha a vibrátor drótja a drótkör síkjában van s a golyócskák a vibrátor felé fordulnak.

Különböző nagyságú drótkörökkel kísérletezvéen, azt tapasztaljuk, hogy 75 cm. sugarú drótkör golyócskái között még a vibrátortól 8—10 méter távolságban is vannak szikrák. Igaz ugyan, hogy a szikrák oly parányiak, hogy csak teljesen elsötétített helyiségben s ott is csak nagyítóval fölfegyverzett szem látja meg, de a tény maga mégis meglepő. Meglepő, hogy a vibrátor drótjában ide-oda rezgő áram ekkora távolságban és vele látható módon össze nem

* Oly parányi idő, melyet ez idő szerint közvetlenül megmérni nem tudunk; azonfelül abban sem vagyunk biztosak, vajjon alkalmazhatók-e az elektromosság elméletéből folyó képleteink még az ilyen esetekben is? Hertz kísérleteiből levont eredmények egy részének pontossága egyenesen ettől a kérdéstől függ. Okunk van hinni, hogy az eshetőleges eltérés nem akkora, hogy az eredmények bizonyító erejét megingatná.

** Lásd: *Annalen d. Physik und Chemie*. Neue Folge XXXI. kötet, 421. lap. (1887.) XXXIV. kötet, 155., 551. és 609. lap (1888.) és XXXVI. köt. 769. lap (1889).

kapcsolt vezetőben szikrát bír gerjeszteni! A jelenség megfejtésében első sorban csakis a drótkörre fordítjuk figyelmünket. Ha ebben bármely külső ok elektromos áramot támaszt, ez az áram a saját vezetőjében vele ellentett irányú áramot indít, ez ismét ellentett irányú áramot hoz létre s így tovább, míg végre helyre áll az egyensúlyi állapot. Ez a jelenség az elektromosság tanában *öngerjesztés* (inductio) néven rég ismeretes s nem más, mint az a folyamat, melyet a rezgésszerű kisülésnél már ismertettünk. Az idő, melyben a váltakozó irányú áramok egymást követik, a vezető alakjából s méreteiből kiszámítható. Ugyancsak az inductio tanából tudjuk, hogy a vibrátor váltakozó irányú áramai a környező vezetőkben szintén váltakozó irányú áramokat indítanak. Könnyen belátható, hogy hatása arra a vezetékre a legnagyobb, melyben az öngerjesztés okozta áramok periodusa a vibrátoréval egyenlő; az öngerjesztés a vibrátor hatását fokozván, oly nagy feszültségű áramok támadhatnak, melyek még az ily tetemes távolságokban is szikrával egyenlítődnek ki. A vibrátornak ilyen értelemben megfelelő drótkör itt a hangtani rezonátorhoz hasonlóan viselkedik. Ugyanis, valamint a rezonátor csakis azokat a rezgéseket erősíti, melyek egyéni hangjának megfelelnek: úgy a drótkörben is erősebb a vele egy rezgés-idejű vibrátor hatása. Hertz ez okból *elektromos rezonátornak* nevezte el. Az elektromos velehangzás ismét szembetűnően tünteti fel a kisülés rezgésszerű természetét.

A leírt kísérletek mutatják, hogy a rezgésszerű kisülés áramindító ereje sokkal nagyobb távolságig elterjed, mint a minőre eddig gondoltak. Az eredmény magát Hertz-et is méltán meglepte. Az most a kérdés, mi módon történik az erőnek ilyenén elterjedése?

Két eset képzelhető: vagy az, hogy a vibrátorból kiinduló áramindító erő az egész térben egyszerre érvényesül; vagy pedig, hogy az elterjedésre idő kell, azaz, hogy a hatás véges sebességgel terjed. Az első felfogás fizikai gondolkodásunk mai irányával határozottan ellenkeznék. Tehát a második lehetőséget kell megengedünk. De ha előre feltesszük, hogy a hatás időben terjed, azzal kimondtuk azt is, hogy vannak a vibrátort körülvevő térben helyek, a melyeken az első áram hatása csak akkor kezd érvényesülni, a mikor az áramot a rá következő ellenkező irányú áram már föl-váltotta; a térben továbbmenve, olyan helyekre érünk, a melyekhez a hatás csak akkor érkezik, a mikor a vibrátorban a második, harmadik, negyedik rezgés történik. Ezzel megengedtük, hogy az áramindító erő a szigetelő anyaggal telt térben hullámozó mozgás módjára terjed, de megengedtük anélkül, hogy az erőt szállító közege vonatkozólag feltevésekbe bocsátkoztunk volna.

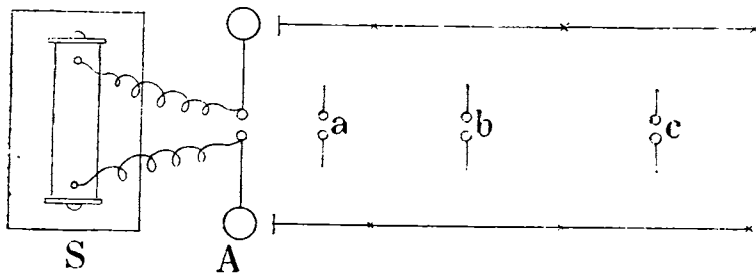
A rezonátorral tett kísérletei közben Hertz egy feltűnő jelenségre bukkant, melyet az elektromos áramindító erőnek hullámokban való terjedése könnyen megmagyaráz. Észrevette ugyanis, hogy a rezonátor szikrái a vibrátortól való távolodása közben fogyton fogytak s 10—12 m. távolságban teljesen megszűntek; de a mint ismét a vibrátorral szemben fekvő falhoz közeledett, a rezonátorban újra mutatkoztak szikrák s a fal közvetlen közelében ismét teljesen eltűntek. Ezt a jelenséget a *falról visszavert elektromos hullámnak* tulajdonította; a fal ugyanis gáz- és vízvezetéki csövekkel volt sűrűen behálózva, s ezért félig-meddig vezetőnek volt tekinthető. Hogy gyanításában teljesen megbizonyosodjék, bevonta az egész falat cink-lemezzel s ekként teljesen vezetővé tette. A pléhet azonfelül teljesen le is vezette a földbe. A jelenség, mely azelőtt csak megfeszített figyelemmel volt észlelhető, most minden kétséget kizáró határozottsággal mutatkozott. Sőt még több is derült ki. A fal közvetlen közelében nem volt szikra a rezonátorban; de a mint a faltól távozott, a szikrák megjelentek s bizonyos pontig folyvást erősödtek; ezen a ponton túl ismét gyengébbek lettek s egy elég biztosan megtalálható helyen egészen elmaradtak. Ettől a ponttól kezdve tökéletesen ugyanazt tapasztalta, mint a faltól való távoztában: egy ideig a szikrák erősödtek, azután fogytak s végre a ponttól ugyanakkora távolságban, mint előbb a faltól, a szikrák ismét teljesen megszűntek. Kisebb vibrátorral s a hozzávaló rezonátorral még több ilyen pontot talált, melyekben áramindító erő nem működött.

Hertz magyarázata a következő: »Tegyük fel, hogy az elektromos hullám szilárd falba ütközik. Ha a fal szigetelő anyagból pl. fából van, a hullám a falon túl is folytatja útját; a rezonátor tényleg ilyen fal mögött is szikrázik. De ha a fal vezető anyaggal, pl. cinkpléhhel van bevonva, a hullámnak semmiféle hatása nincsen a mögötte levő rezonátorra. Mi történt tehát a hullámmal? A hullám a vezető falról visszaverődött s az *érkező hullámmal kereszteződésén, álló hullámokat hozott létre*. Oly hullámot, melyben helyt álló csomók és hullám-ormok vannak. A csomókban az erő semmi, a hullám-ormokon pedig a legnagyobb. . . . Az első csomónak nyilván a falban kell képződnie.«

Hogy a falban csomó van, az könnyen belátható. Hiszen ha az elektromos erő a vezető falban nem lenne nagyon csekély, rendkívül erős áramokat kellene indítania a mellette levő vezetőkben, mert a hatás nagy felületről indulna ki. A tapasztalat ennek ellene mond, a mennyiben a hatás épen a fal mellett jelentéktelen, tehát a falban tényleg csomó van.

Rajzunk (2. ábra) a kísérlet berendezését mutatja. A fallal szemben (Hertz kísérletében 16 m. távolságban) áll a vibrátor, még pedig úgy, hogy a drótja függőleges irányban van. A rezonátor síkja szintén függőlegesen helyezendő. Nem közömbös az sem, hogy a megszakítás helye merre fordul; az összes helyzetek közül csak azokat vesszük tekintetbe, a melyekben a fal felé, vagy a faltól elfordul. Ha a rezonátornak meg nem szakított oldala van a fal közelében — tehát a golyócskák a legtávolabb — nincsenek szikrák; ha pedig a golyócskák vannak a fal mellett, akkor vannak szikrák. Ez azért van, mert az »elektromos hullám« hatása a körnek meg nem szakított felén nagyobb s így ennek az elhelyezése dönt. Rajzunkban feltüntetett állások mindegyikében vannak szikrák a rezonátorban, de ha megfordítjuk, a szikrák elmaradnak.

Hertz az álló hullámokból, s különösen a csomók távolságainak leméréséből érdekes következtetést vont. Azt t. i., hogy az



2. ábra.

»elektromos erő hullámai« akkora sebességgel terjednek a levegőben, mint a fény.* Adatai nem egészen megbízhatók, s ő maga több ízben volt kénytelen módosítást tenni bennök** s kísérleteinek legújabb keletű ismertetésében*** nem is említi fel; mi sem tesszük. Ugyanis egyes kísérleteinek részletei között bizonyos ellentmondásokat talált s további kísérletektől várja a kérdés teljes tisztázását. Az ilyesmi az úttörő kísérletekben gyakran megtörténik, a nélkül hogy értékök e miatt kisebbednék.

Mielőtt kísérleteinek kétségtelenül legérdekesebb csoportjára áttérnénk, megemlítjük még, hogy drótokban is létesített álló hullámokat. Kísérletét lényegében 3. rajzunk mutatja. A szikraindítóval összekötött vibrátor golyói† előtt egy-egy fémlap áll, melyhez 10—20

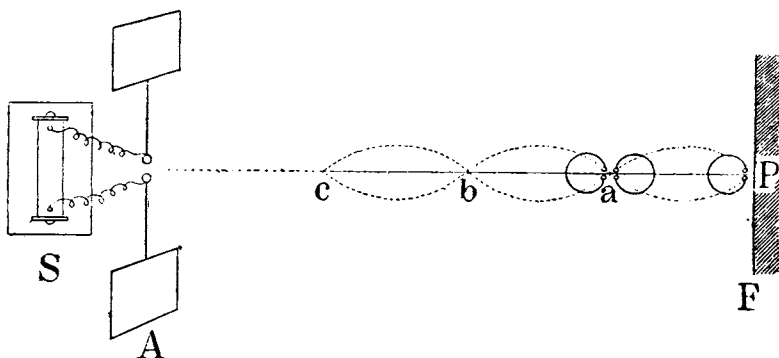
* Annalen d. P. XXXIV. 566. 1.

** Ugyanott 619. 1.

*** Revue Scientifique 1889. 3. Sér. 578. 1.

† A 40 cm.-es fémlapok helyett 30 cm. átmérőjű fémgolyókat tett.

méter hosszú drótok vannak erősítve. A resonátort a két drót közé, síkjával a drótok irányára merőlegesen állította. A drótok végén néhány milliméternyi szikrák mutatkoztak a resonátor golyói között. A vibrátorhoz közeledvén, a szikrák gyengülnek és rövidülnek s a végtől 1,5 m. távolságban egészen elmaradnak. Azontúl ismét erősödnek, 3 m. távolságban nagyon élénkek, 4,5 m.-nyire pedig ismét eltűnnek. Ez a jelenség egyenlő közökben tovább is ismétlődik. Itt is a fémlapokról kiinduló hullámok a végeken visszaverődéssel álló hullámokká tevődnek össze, melyekben a csomók ép úgy fölismerhetők, mint előbb a levegőben. Ezekből a hullámokból az »elektromos hullámoknak« a fémekben való terjedés-sebessége kiszámítható. Hertz kísérletei szerint a terjedés sebessége mintegy 200,000 kilométer-másodperc, még pedig minden fémekben ugyanaz. De itt is ellentmondó eredményeket kapott, mihelyt kisebb hullá-



3. ábra.

mokkal kísérletezett. A kérdés tisztázása tehát itt is későbbi kísérleteknek van fentartva.

A most ismertetett kísérletekben a visszavert elektromos hullámra csakis a beesővel közösen létrehozott álló hullámokból lehetett következtetni. Önként felmerült a kérdés, nem lehetséges-e a visszavert hullámot a beesőtől elválasztani s így mintegy »visszavert elektromos sugarat« létrehozni?

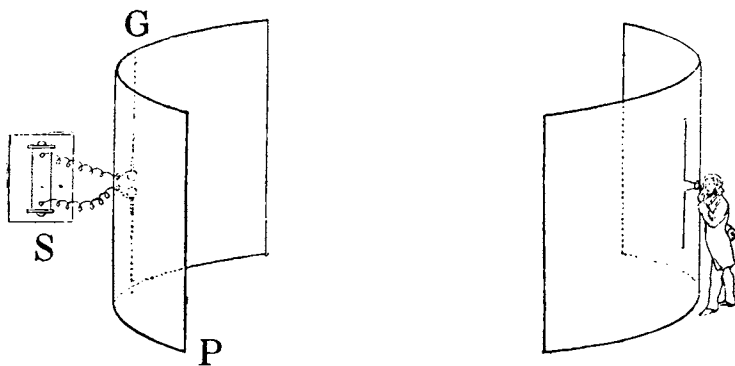
Hertz sokáig kereste erre nézve a döntő kísérletet, de csak akkor találta meg, a mikor rövid, körülbelül 30 cm. hosszúságú hullámokat sikerült előállítania. Hosszú hullámok, a minőkkel a megelőző kísérleteket végezte, erre a célra nem alkalmasak, hacsak óriási méretű készülékeket nem szerkeszt hozzájuk.

Az elektromos hullámokat az előbbieknél jóval kisebb vibrátorral

gerjesztette. 3 cm. átmérőjű réz-csőből két 13 cm. hosszúságú darabot levágván, mindegyikre símára csiszolt golyót forrasztott; ezt a két darabot úgy állította föl egymással szemben, hogy tengelyeik egy vonalba estek s a szikráknak hagyott köz körülbelül $\frac{1}{2}$ cm. volt. Természetes, hogy a csövek szigetelően voltak fölállítva. Ebben a vibrátorban az áram rezgés ideje — számítása szerint — a másodperc-milliomodának ezredrésze.

A kisütőt egy kisebb Ruhmkorff-féle szikraindítóval összeköt-
vén, az előbb leírt kísérletek mind ismételhetők vele. A különbség csak az, hogy a rezonátor a legjobb esetben is alig 2 m.-nyi távol-
sáig szikrázik. A rezonátor 7.5 cm. átmérőjű kör, vagy pedig 1 m.
hosszaságú, közepén kettévágott rézdrót. A szikrák nagyon rövidek
és finomak.

Ennek a vibrátornak hatása jelentékenyen fokozódott, midőn



4. ábra.

egy nagy, cinkpléhből készült parabolás henger-tükör gyújtó
vonalába helyezte el. A tükör igen egyszerűen készült; 2 méter
magasságú és 2 m. szélességű, 0.5 mm. vastag cinkpléhet vastag
deszkából kivágott parabolára t. i. ráhajlított s hozzászögecselt:
a pléhen keresztül még 4 darab erős farudat srófolt a faparabolák-
hoz. Ezek a pléhet a mintákhoz még jobban hozzászorították s
együttal, a tükör lábaiúl is szerepeltek. Az egész tükör állványos-
tól körülbelül 2.2 m. magas, 1.2 m. széles és 75 cm. mély; a gyújtópont-
távolság 12.5 cm. A vibrátort a parabolás deszkákhoz szegezett fa-
rúd tartotta.

Az így elhelyezett vibrátorból (4. ábra) a tükör falaira eső hullámok
a parabolás tükör törvénye szerint a tengellyel párhuzamos irány-
ban verődnek vissza, s most a rezonátor még 10 m. távolságban is
szikrázik. Az egyenes drótból álló rezonátort az előbbihez teljesen

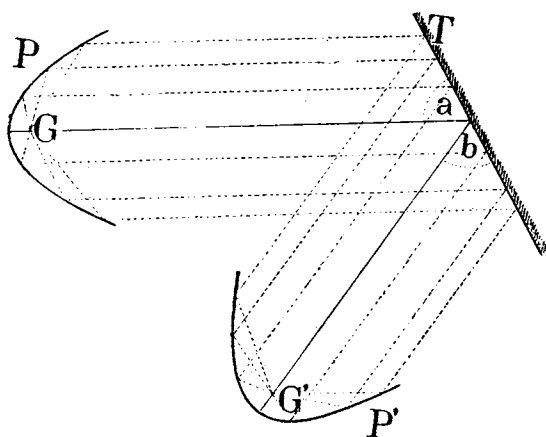
hasonló, másik tükör gyújtóvonalába helyezvén, a gerjesztő szikrák hatása 20 m. távolságra terjed. Az elektromos erő sugarai a tükör falairól a gyújtóvonalba verődven vissza, az áramindító erő a fény-, a hő- vagy a hangsugarak módjára gyűjtetett egy vonalra. Hogy ebben a második tükörben gerjesztett szikrák láthatók legyenek, a gyújtóvonalban elhelyezett drótok végeiről vékony, kaucsukkal szigetelt drótok vezetnek ki a tükör falába vágott kis nyílásokon. Az egyik dróthoz *sárgaréz* golyócska, a másikhoz pedig *vörösréz** csúcs van forrasztva; ezt finom csavar közelíti a golyócskához s a közöttük átugró szikrácskákat nézi a tükör mögött álló megfigyelő.

Az egymással szembeállított tükrök segítségével több, Hertz szerint inkább a fénytán, mint az elektromosság körébe tartozó kísérletet lehet tenni. Így pl. az első tükrőről visszavert »elektromos sugár« nem vezető testeken akadály nélkül áthatol, a vezető testek ellenben »árnyékot vetnek«. Vastag deszkafal a második tükör szikráit nem kisebbíti, vékony pléhfal ellenben teljesen fölfogja a sugarat. Sőt vékony staniol-lemez, vagy akár fémes bevonatú papiros is a sugár útjába téve, teljesen visszatartja. A két tükör közé álló ember is jórészt fölfogja az elektromos sugarat, tehát szintén árnyékot vet. A szigetelők tehát az átlátszó, a vezetők pedig az átlátszatlan testeknek felelnének meg. A sugártól jobbra vagy balra álló fémek ellenben nem hatnak a sugárra s így be van bizonyítva, hogy az »elektromos erő sugarai«, épen úgy, mint a fény- vagy hősugarak, *egyenes vonalban terjednek*.

Másféle kísérletekben azt mutatja meg Hertz, hogy az elektromos erő sugara a *polározott* fénysugárral hasonlítható össze. Az ilyen fénysugárban a rezgések a sugár irányára merőlegesek s egy síkban vannak. Az elektromos sugár létrehozásának módjából is kiviláglik már, hogy az elektromos erő sugarában is így van a dolog, de még külön kísérletek is mutatják. Forgassuk a felfogó tükröt a fénysugár mint tengely körül addig, míg gyújtóvonala vízszintes irányba nem jut. Forgatás közben a gerjesztett szikrák folyvást gyengülnek s a tükör vízszintes helyzetében teljesen elmaradnak, meg akkor is, ha a két tükör egész közel van egymáshoz. Ekkor a vibrátor s a resonátor egymásra merőlegesek s úgy viselkednek, mint a kereszttezett turmalin-lemezek vagy Nicol-féle prizmák, általában a polarizátor és analizátor. Két m. magasságú és

* A csúcs szándékosan van *lágyabb* fémből készítve; ha ugyanis a golyócskával egy keménységű vagy keményebb fémből volna, a beállítás közben alig elkerülhető legcsekélyebb nyomásra mélyedés támadna a golyócskán s a parányi szikrácskák a megfigyelőnek szeme elől elrejtőzhetnének benne. Ilyen apróságokra is kell a kísérletezőnek ügyelnie!

szélességű farámára 3 cm. közökben rézdrótokat feszített ki egymással párhuzamosan s az így keletkezett rácsot síkjával a sugár irányára merőlegesen a két tükör közé állította. Ha a drótok a gyújtóvonalak irányára merőlegesek voltak, a felfogó tükör szikrája alig változott. De ha ebből az állásból a sugár mint tengely körül-forgatta a rácsot, a szikrák mindinkább gyengültek, s a mikor a drótok a gyújtóvonalakkal párhuzamosakká váltak, a szikrák teljesen elmaradtak. Tehát a mely irányban a rácsvézető, abban az irányban az elektromos erő sugaraira nézve »átlátszatlan«. Viselkedése tehát olyan, mint a turmalinlemezé egyenesben polározott fénysugárral szemben. Még több analógiát is lehet találni. A »keresztbe állított« parabolás tükrök közé a rácsot úgy állítva, hogy a drótok iránya mindkét gyújtóvonalal 45° -nyi szöget alkosson, a



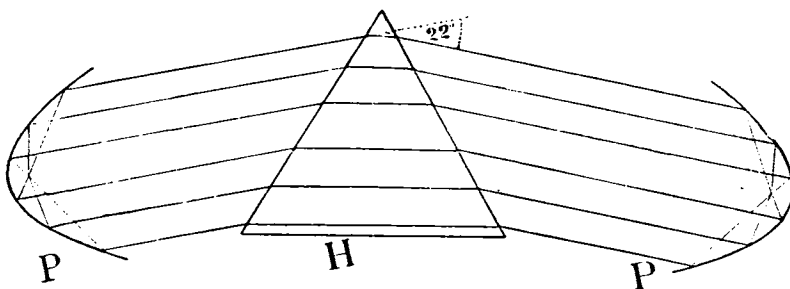
5. ábra.

felfogó tükör rezonátorán azonnal szikrák mutatkoznak. Épen úgy, a mint a »keresztezett Nicol« ok sötét mezejét 45° hajlással közbe-tett turmalinlemez megvilágosítja. A rács a beeső hullámot két alkotóra bontja szét, a drótok irányába esőt felfogja, a drótokra merőlegeset pedig átbocsátja; ez utóbbi a felfogó tükörben újra alkotóra bontatván szét, a rezonátorban szikrákat gerjeszt.

A leírt tükrök azon a feltevésen készültek, hogy az elektromos erő sugarai a fény- és hőszugarak visszaverődésének törvényét követik. A siker azt bizonyítja, hogy a föltevés nem volt helytelen. De minden körülmények között nagyobb, vagy legalább szembe-tűnőbb bizonyító ereje lévén a közvetlen bizonyításnak, Hertzilyent is adott. E végett »sík tükröt« készítettett; 2 m. magasságú és szélességű farámát sík czinklemezzel vonatott be, s meg volt az

elektromos sugarakat visszavető »sík tükör«. (5. ábra). Ezt a T tükröt P parabolás tükörből kiinduló sugarak útjába állítván oly módon, hogy lapja a sugarakat ferdén szelje, megkereste a helyet, melyről a gerjesztő szikrának sík tükörbeli képe látható volt: ezen a helyen a P' felfogó tükör rezonátora is élénken szikrázott. S általában, szikrák csakis azokon a helyeken mutatkoztak, a honnét a gerjesztő szikra tükörképe is látszott.

Tehát az elektromos erő sugarai a fénysugarakkal közös törvény szerint verődnek vissza, vagyis a visszaverődés szöge (β) itt is a beesés szögével (α) egyenlő. Megemlítendő még, hogy az imént leírt rác s visszaveri az elektromos hullámokat, épen úgy mint a sík tükör, de csak akkor, ha a drótok a kisütővel, vagyis a rezgés irányával párhuzamosak. Más esetben a visszaverődés csak részleges, a mennyeiben mindig csak a drótok irányába eső alkotó szenved visszaverődést, a többi pedig, mint a megelőző kísérletek mutatták,



6. ábra.

átmegy a rácson. Ha a drótok a rezgés irányára merőlegesek, visszavert sugarak nincsenek.

Hertz-nek egyik legérdekesebb kísérlete az, melyben az elektromos erő sugarainak a törését mutatja meg. (6. ábra). Erre a célra deszkákból prizma-alakú tokot tákoltatott össze és megolvasztott aszfalttal töltötte meg. A prizma szélessége 1,2 m., magassága 1,5 m., törő szöge pedig 30° volt. Miután az aszfalt megmerevedett, bátran le lehetett volna róla a faburkolatot szedni, de minthogy a fa az elektromos sugarakra amúgy sem hat, rajta hagyta, annyival is inkább, mert a fatok a prizma mozgatásakor igen jó szolgálatot tettek; hiszen 12 mázsa volt a súlya!

Hertz megvallja, hogy nem sok bizalommal fogott a prizma-óriással való kísérlethez; mégis teljes sikert aratott vele. Az elektromos sugarat a prizma egyik lapjára irányította, de magát a hasábot előbb fémmernyők közé fogta, hogy a sugarak csakis a hasábon keresztül haladhassanak tovább. A beeső sugár meg-

hosszabbításában semmiféle hatást sem lehetett fölfedezni; de ha a fölfogó tükröt úgy állította, hogy tengelye ezzel az iránnyal mintegy 22° -nyi szöget alkotott, a resonátor szikrákat adott. A prizma tehát az elektromos sugarat *megettörte*. Kiszámítva a törésmutatót, 1'69-t kapott; ez pedig csak kevéssel több, mint a fénysugarakra vonatkozó törésmutató.* A közelítő megegyezés tehát ez esetben is arra utal, hogy az *elektromos- és fénysugarak egyformán töretnek*.

Összefoglalva az előadottak eredményét, csakugyan igaznak bizonyul az, a mit a kezdő sorok állítanak. Az elektromosság egy bizonyos hatása a fény sebességével terjed; bizonyos értelemben elektromos sugarakról lehet szólni, melyek ép úgy terjednek, visszaverődnek és töretnek, mint a fénysugarak.

Ha mindekkoráig nem ismernénk adatot vagy jelenséget, mely a fény és az elektromosság között létező kapcsolatra utalna; ha mindekkoráig nem akadt volna kutató ész, mely a természet eme két nagy hatója között valamiféle közösséget nem gyanított volna: úgy ezek a kísérletek bizonyára utat törnének az ily irányú vizsgálódásoknak, s irányt mutatnának az elmélkedésnek.

A dolog tényleg nem így áll; az elektromos és a fényjelenségek közösségének kérdése régen föl van vetve. F a r a d a y, ki az elektromosság terén oly sok bámulatos fölfedezést tett, korának fölfogásától egészen eltérőleg magyarázta magának az elektromos jelenségeket. Nézete szerint az elektromos hatásokat valamiféle közeg származtatja át, mert nem bírta gondolkodásával összeegyeztetni azt a fölfogást, hogy ezek a hatások pusztá távolba hatások lehetnének; olyanok, melyek minden közlető nélkül egyik testről a másakra átterjedhetnének. Ellenkezőleg, ő minden elektromos és mágnesi jelenségben fontos szerepet tulajdonított a környezetnek; azt képzelte, hogy az elektromos erő a körülötte levő közegnek valamilyen állapotbeli változásában, tehát részecskéről részecskére terjedve érkezik azokhoz a testekhez, melyeken hatását észleljük.

H e r t z kísérletei szépen megvilágítják ezt a fölfogást s mutatják, mennyire jogosult F a r a d a y-nak föltevése. Láttuk, hogy a vibrátor valamely áramának hatása a távolabb levő resonátorban csak akkor érvényesül, a mikor az áram, a létesítő ok már megszűnt. Ekkor az oknak a közbeeső közegben, mely a hatást a resonátorig szállította, kellett meglennie. Most már csak az a kérdés, miféle anyag származtatja tova ezeket a hatásokat, s miféle »állapotbeli válto-

* Hertz ezt a különbséget részben a használatba vett anyag tisztátalanságának, részben pedig a mérés tökéletlenségének rója fel.

zásai teszik ezt? Az elektromos és mágnesi hatások az üres térben is érvényesülnek, s így az előttünk ismeretes közönséges anyagok egymagukban nem lehetnek az elektromos erők közegei. Faraday valószínűnek tartotta, hogy a fényjelenségek magyarázására föltételezett éternek, ha ugyan egyáltalában létezik, még más rendelkezése is van a természetben, mint az, hogy rezgéseivel a fényjelenségeket előidézzé; miért ne lehetne megkísérteni az elektromos jelenségeket is ennek az egy hipotetikus anyagnak valamilyen más ténykedéséből megmagyarázni? Hiszen a természettudományoknak csak meglehetősen kezdetleges korához való, hogy minden új jelenség-csoport magyarázására új meg új alapfeltevés vétessék kiegészítőül.

Faraday sokat fáradozott abban, hogy az elektromos- és fényjelenségek között esetleg létező kapcsolatokat földerítse. Így sikerült neki a mágnesterőnek hatását a polárizott fényre fölfedeznie s a később ez irányban tett fölfedezésekhez is a tőle megkezdett, vagy legalább megjelölt utakon jutott a tudomány.

A fizikusoknak folytonos munkálkodása csakugyan nevezetes eredményekre vezetett; a legfontosabb és a Faraday föltevése mellett lehangosabban tanuskodó tény az, melyet Weber és Kohlrausch kísérletei állapítottak meg . . . Gondoljunk két egynemű elektromos részecskét, melyek egyenlő és változatlan sebességgel, egymással párhuzamos irányokban mozognak; ezek a részecskék az elektrostatikai erő miatt egymást taszítják, elektrodinamikai hatás miatt pedig egymást vonzzák. Az első a sebességtől független, az utóbbi pedig a sebesség növekedésével nagyobbodik; azt a kérdést vethetjük tehát fel, vajjon mekkorának kell lennie az elektromos részek sebességének, hogy a két erő egymással egyenlővé váljék s egymást megsemmisítse? E kérdésre Weber és Kohlrausch kísérletei azt felelik, hogy *az elektromos részek erre megkívántató sebességének akkorának kell lennie, mint annak a sebességnek, mellyel a sugárzó hő s a fény a világtérben szétterjed* Más kísérletekből meg arra lehet következtetni, hogy *az elektromos részek eme sebessége a szigetelőkben épen annyival kisebbedik, mint a mennyyel a fény sebessége.*

Ugyanezeket a tényeket Hertz kísérletei egészen új módszer alkalmazásával újra megerősítik, sőt még más eddig nem ismert megegyezést is föltüntetnek a fény és az elektromosság között. Már most hihető-e, hogy ez a csodálatos megegyezés tisztán csak a véletlen játéka lehetne? Nem észszerűbb-e feltenni, hogy az elektromos és a fényjelenségek egy és ugyanazon közegnek különböző működéséből erednek?

Maxwell, Faraday műveinek interpretátora, egész más úton haladva, az előbbiekkal egyező eredményekre jutott. Elméleti úton bebizonyította, hogy az elektromágnesség elméletében feltételezett közegnek tulajdonságai tökéletesen megegyeznek annak a közegnek tulajdonságaival, mely a fényrezgéseket viszi tovább s megmutatta, hogy a fényelmélet alapegyenletei csupán csak elektromos erőkből is levezethetők. Az így megállapított elméletet *a fény elektromágnesi elméletének* nevezte el. Ennek fejtegetésébe e helyen bocsátkozni nem lehet; csak megemlítjük, hogy még sok nehézséggel kell megküzdenie. A nehézségek elhárításában ugyanazt kénytelen tenni, a mit minden fejlődő elmélet tesz: új kisegítő föltevésekhez folyamodik. Természetes, hogy ezek az elmélet értékét épen nem emelik, sőt gyakran később kiderített tényekkel ellentmondásba bonyolítják. Így pl. minden elmélet, a Maxwell-é is arra következtet, hogy az elektromosság a drótokban a fény sebességével terjed; Hertz kísérletei ellenben azt bizonyítják, hogy ez a sebesség jóval kisebb. Ez az elméletre nézve épen nem baj; pillanatra nehézséget okozhat ugyan neki, de minden esetre közelebb hozza az igazsághoz, melyet a lehető legegyszerűbb formájában megközelíteni minden elméletnek végső célja.

Vajjon mennyire van a fény elektromágnesi elmélete ettől a céltól? Bátran mondhatjuk: még nagyon messze. Sok év, sok évtized munkája kell még, hogy általánosan elfogadható alakot öltjön. Addig is nem tulajdoníthatunk semmi különös fontosságot a Hertz szép kísérletei kapcsán kockáztatott egyes állításoknak, melyek szerint az elektromosság rezgései sok milliószorosan nagyított fényrezgések, s a kísérletek szintén csak óriási mértékben nagyított optikai kísérletek lennének. Az efféle állításoknak olyan hatásuk van a tudományban, mint a hamis pénznek a forgalomban: megromtják még a jó pénz hitelét is!

*

Midőn Hertz kísérleteinek részletes leírása folyó év márczius havának vége felé megjelent, a »Természettudományi Társulat« kívánatosnak tartotta, hogy a kísérleteket a társulati tagok egyike szakülésen bemutassa és ismertesse. A feladat reám esvén, örömmel vállaltam, hiszen teljesítésében minden kívánható támogatásban részesültem. Ugyanis Br. Eötvös Loránd egyetemi tanár úr a vezetése alatt álló fizikai intézet helyiségeit s gazdag fölszerelését e célra rendelkezésemre bocsátotta, sőt a szükséges új készülékeket — közöttük két nagy parabolás tükröt — el is készítette.

A kísérletek könnyebbek, mint eleinte gondoltam. Mindjárt az

első kísérletben kaptam Hertz-féle másodrendű szikrákat, pedig csak a laboratóriumban épen kezem ügyébe eső készülékeket vettem hozzá. A vibrátort egy régi elektromos gép két gyújtójából állítottam össze, s a resonátort vastag vörösrézdrótból készítettem, a drót két végét a Riess-féle szikramérőbe foglalván be. Különböző hosszúságú drótokat vevén egymásután, csakhamar megtaláltam a resonátort, mely 3 méternyi távolságban is adott észrevehető szikrákat. Az időközben elkészült vibrátorral s a hozzátartozó resonátorral 8—9 méternyi távolságban is láttam szikrákat. 1—2 méternyire állítván a resonátort, szikrái néhány lépésnyi távolságból is láthatók voltak elsötétített helyiségben. Kísérleteimhez egy nagy Ruhmkorff-féle szikraindítót használtam, melynek tekercse 52 centiméter hosszú. Három jól töltött akkumulátor árama teljesen elegendő. A kísérletekhez — mint magam is meggyőződtem — jóval kisebb szikraindító is használható; sőt az »optikai kísérletek« ilyennel jobban sikerülnek. Csak arra kell vigyázni, hogy a gerjesztő golyói mindig fényesre legyenek csiszolva. Legjobb, ha a golyók ónozva vannak.

A kísérletek menetével általában meg voltam elégedve, csak abbeli reményem kezdett csappanni, hogy a szikrákat az előadás alkalmával egyszerre többeknek is meg tudjam majd mutatni; a szikrák mindig igen gyengék, s csak közelből voltak láthatók. A »Nature« április 4-ikén megjelent számában* Dragoumis a liverpooli egyetemen tett kísérleteit leírván, elmondja, hogy a másodrendű szikra kis Geissler-féle csöveket világitásra bír s ezáltal nagyobb távolságra válik láthatóvá. Több kis — 8—10 cm. hosszú — csővel tevéen kísérletet, örömmel láttam, hogy a szikra így csakugyan messzebről is észrevehetővé lesz. Ez azt a gondolatot támasztotta bennem, hogy az »elégett« izzó-lámpa** erre a célra még alkalmasabb lehet; hiszen belseje jóformán tökéletesen üres tér s a megszakítás rendszeren igen rövid.

Legelőbb is egy parányi elégett lámpácska került kezembe; áramvezetőit a resonátor végeivel összekötve, szép zöld fényel világítani kezdett. A terem minden helyéről látható volt. De nem szükséges az izzó-lámpa mindkét vezetőjét a resonátorhoz illeszteni; elég, ha az egyik érinti, a másik pedig vagy szabadon maradhat, vagy levezethető; a resonátor ugyanis a vele érintkező vezetőt folytonosan ellentétesen töltögeti s ez a másik természetes állapotú

* Nature 39. f. 548. l.

** Ha az izzó lámpa hosszú ideig van használatban, vagy ha kellenél erősebb áram megy át rajta: finom szénszálcákja megszakad, átég.

drót felé a lámpa üres terén keresztül igen könnyen kisül. Erre minden megkeríthető elégett lámpával tettem kísérletet. Egytől-egyig, mind világított; sőt jobb is volt, mint a kis lámpa, a mennyiben nagyobb fénytömeget kaptam. A nagyobb fajta lámpák világításában olyas valamit vettem észre, mi arra engedett következtetni, hogy az el nem égett lámpa is világíthat. Ugyanis a lámpa szén-szálacskájából zöldes fényű pamatok áramlottak az üvegfalra, különösen azokra a helyekre, melyeket újjaimmal kívülről érintettem, vagy másként levezettem. Legczélszerűbb a lámpából kivezető drótokat kampó formára meggörbíteni s így akasztani a resonátorra. A resonátort magát vagy kézben tartjuk, vagy pedig szigetelőre tesszük. Az izzó-lámpák közül azok világítottak legélénkebben, melyek leghosszabb ideig voltak rendes használatban. Találtam olyan lámpát is, mely még a resonátorral való közvetetlen érintkezés előtt is kezdett világítani, vagy ha a drótyját kézbe véve, üvegjével érintettem a resonátort. Különösen élénken világítottak a lámpák, ha a vibrátor lapjaihoz közelítettem őket; némelyikök már 30 cm. távolságban is kezdett fényleni. Az ilyen lámpán igen szépen mutatkozik az »árnyék« jelensége: ha vezető lapot helyezünk a vibrátor és a lámpa közé, azonnal elsötétül; kezünk is teljes árnyékba veti a lámpát. Ha a lámpa a vibrátor drótyja mellett van, újjunk árnyékának hatását is megmutatja. A lámpákkal kísérletezvé, még a következő dolgot is tapasztaltam: A legelső használat alkalmával a lámpa nehezen kezd világítani; olykor egészen közel kell vinni a vibrátor valamelyik lapjához. Ilyenkor azután egy-kettőt villan, s azután folytonosan világít; de ha már egyszer így mintegy kigyulladt, a vibrátortól még $\frac{1}{2}$ m.-nyi távolságban is világít. Csak azok a lámpák bírhatók nehezen világításra — sőt némelyik egyáltalában nem is világít, — melyek még nem voltak rendes használatban.

Még egy különös kísérletet akarok említeni. Ha a kísérletező a lámpa üveggömbjét pl. jobb kezébe, az áramvezetőket pedig más valaki a bal kezébe fogja s szabadon maradt kezökkel mindketten a vibrátor két lapja felé mintegy mutatnak, a lámpa élénken világít. Nem kételkedem benne, hogy ha többen összefogózkodva lánczot alakítva fognák közbe a lámpát, a lámpa ekkor is világítana.

A köralakú resonátoron végigtolva a reáakasztott izzó lámpát, annál gyengébben világít, mentől tovább visszük a szikra helyétől; a vele szemben fekvő ponton a lámpa teljesen elsötétül.

Tanulságos kísérletet tehetünk, ha a Riess-féle szikramérőbe két egyenlő hosszúságú drótot foglalunk be s egyenes vonalba feszítjük ki. A drótot a vibrátortól, 1—2 m.-nyire vele párhuzamosan állítjuk fel. A drót hosszát úgy kell megválasztani, hogy a

vibrátornak rezonátora legyen. A leírásban említett 40 cm.-es lapokkal készített vibrátorhoz való drót körülbelül 2·3 m.; a két drót között 1 mm.-nél hosszabb szikrák is ugranak át. Az izzó lámpát az egyik drót végére akasztván, a lámpa erősen fénylik; ha a dróton tovább toljuk, fénye folytonosan gyengül s a drót közepe táján teljesen sötét marad. Itt tehát csomót találtunk, melyen túl a lámpa ismét világít, legerősebben a drót másik végén, a szikra helyén. A másik dróton ugyanazt tapasztalhatjuk. A lámpa tehát egy egész »elektromos hullámot« mutatott meg. Egész hullámot kapunk akkor is, ha a szikramérőhöz félakkora drótokat kapcsolunk: ennek a rezonátornak minden második saját áramát erősíti a vibrátor s így mintegy ennek »első fölhangjára« van hangolva.

Megjegyzem még, hogy a kísérletek a Crookes-féle csövekkel is sikerülnek; a Geissler-féle csövek kevésbé alkalmasak e célra.

BARTONIEK GÉZA.

A HÉVVÍZI TÜNDÉRRÓZSA BUDAI TERMŐHELYE.

A hévvízi tündér-rózsza (*Nymphaea thermalis* D. C.) hazánkban két helyen díszlik: a nagyvárad Püspökfürdő vizében és Budán a Lukács-fürdő tavában, melyet józsefhegyi forrástónak is neveznek. Hazánk eme szép és növénygeografiai szempontból érdekes növényének ismertetését Simkovic (Simonkai) Lajos tanártól e folyóirat XV. kötetének 340-ik és következő lapjain találja meg az érdeklődő. Simonkai a növényt eredeti termőhelyén Nagy-Várad mellett kísérte figyelemmel. Midőn most e növényről, főképen pedig budapesti termőhelyéről részletesebben megemlékezem, ezt abból a szándékból teszem, hogy e nevezetes növényünknek közel egy évszázadon át változatlanul maradt eme termőhelyét — hova 1800-ban K i t a i b e l P á l ültette át Nagy-Várad mellől* — s termőhelye vizének sajátosságait az érdeklődőkkel közelebbről megismertessem.

* Dr. Borbás Vincze: »A főváros környékének növényzete«, 255. lapon.

A termőhely eredeti jellemét az ide mellékelt kép híven ábrázolja, melyben az idők folyamán bekövetkező viszonyosságok másító hatását megelőzve, a jelenlegi állapotnak óhajtottam szemléltető nyomát adni. Tudva van ugyanis, hogy a Lukács-fürdőhöz tartozó józsefhegyi forrás alkotta tónak a Zsigmond-utca felé néző részét már ez év folyamán be fogják boltozni, s így e helynek eredeti fizionómiája is meg fog változni, sőt meglehet, hogy az előre meg nem ítéltető változások a növény megszokott fejlődési körülményeire s így magára a növényre is hatással lesznek. Remélhető ugyan, s miként értesültem, egészen alaposan, hogy a beboltozás munkája alatt a tündér-rózsza iránt a legnagyobb kimélettel lesznek, a termőhelyet mindamelllett tetemes változás fogja érni.

Az ide mellékelt kép az egész józsefhegyi tavat ábrázolja közvetlenül környékével együtt, a mint az a tónak a Zsigmond-utca felőli oldalának hosszában haladó rozzant, még a török idők-ből fenmaradt téglafal-kerítés mellől



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.