

KULTURA ÉS TUDOMÁNY

A  
SZIKRATÁVIRÓ

2

A FRANKLIN-TÁRSULAT KIADÁSA

# KULTURA ÉS TUDOMÁNY

---

A FRANKLIN-TÁRSULAT KIADÁSA.

A «Kultura és Tudomány» vállalat a nagy magyar olvasó közönséget akarja szolgálni. Tetszetős köteteit felajánlja mindazoknak, kik a mindennapi élet zsibbasztó fáradalmai után a nagy eszmék és eszmények világában keresnek üdülést és új erőt.

Kötetei mindenkor igaz mesterek művei. Irodalmi alakjukban kifogástalanok. Tanításukban érdekesek és értékesek. Nem fölületesek, de mégis népszerűek. Aktuálisok, de mégis állandó becsűek. A haladás zászlaját lobogtatják, de tisztelnek minden igaz meggyőződést.

Hogy mikép és minő eszközökkel kíván a «Kultura és Tudomány» dolgozni, arra a legrészletesebb programnál is jobban tájékoztat az eddig megjelent könyvek felsorolása.

## SZÉCHENYI ESZMEVILÁGA.

*Első kötet. Gaal Jenő, Beöthy Zsolt, Prohászka Ottokár, Kenessey Béla, gróf Vay Gáborné, gróf Andrássy Gyula tanulmányai. Ára kötve 1 K 60 f.*

A legkiválóbb magyar Széchenyi-ismerők tanulmányai, melyek együttvéve teljes képét adják majd szellemi és erkölcsi világának s valósággal megelevenítik izgatón érdekes alakját. Három kötetre van tervezve.

## A SZIKRATÁVIRÓ.

*A. Slaby tanárnak a német császár előtt tartott felolvasásai után átdolgozta Kreuzer Géza mérnök.*

**Ára kötve 1 K 20 f.**

A jelenkor egyik legnevezetesebb találmányának szemléletes ismertetése, a szakember biztos tudásával és a népszerű író világosságával, úgy hogy minden laikus élvezettel és tanulsággal olvashatja.

## A TERMÉSZETTUDOMÁNY FEJLŐDÉSÉNEK TÖRTÉNETE.

*Két kötet. Irta Wilhelm Bölsche, fordította Schöpflin Aladár. Ára kötve két kötetben 2 K 40 f.*

Mozgalmas rajza annak a küzdelemnek, melyet az ember a természet megismeréseért vív évezredek óta. Nem száraz tudománytörténet, hanem eleven képe annak a folytonos erőfeszítésnek, mellyel az ember világfelfogását mélyíteni igyekszik.

## KANT-BREVIARIUM.

*Kant világnézete és életfelfogása. A művelt ember számára Kant irataiból összeállította dr. Gross Félix, fordította dr. Polgár Gyula. Ára kötve 1 K 60 f.*

Kant világnézetét saját szavaival jellemzi e könyv, műveiből készült gyűjtemény, mely minden ismertetésnél jobban érteti meg a nagy filozófust.

## AZ EMBERISÉG JÖVŐJE.

*Irta Heinrich Lhotzky, fordította Schöpflin Aladár.*

**Ára kötve 1 K 20 f.**

Pillantás a jövőbe, a mai szellemi élet mozgató erőiből való filozófiai következtetés útján. Hittel és lendülettel teli megrajzolása a megértés, a gondolatszabadság és a magasabb erkölcs állapotának, mely az emberiségre vár.

## A VAGYON TUDOMÁNYA.

*Irta I. A. Hobson, fordította dr. Sidó Zoltán.*

**Ára kötve 2 K.**

A közgazdasági élet tényezőinek fejlődésükben és összefüggésükben való ismertetése, nemcsak népszerű közgazdaságtan, hanem egyúttal bevezetés a közgazdasági gondolkodásba.

## A SZOCZIOLÓGIA VÁZLATA.

*Irta G. Palante, fordította dr. Mikes Lajos.*

**Ára kötve 1 K 60 f.**

Rövid, szabatos és világos összefoglalása a szociológia mai módszereinek és eredményeinek, megbízható és kellemes tájékoztató abban a tudományban, mely ma leginkább foglalkoztatja a gondolkodó emberek elméjét.



# KULTURA ÉS TUDOMÁNY

---

2

## A SZIKRATÁVIRÓ

A. SLABY UTÁN

ÁTDOLGOZTA KREUZER GÉZA



BUDAPEST

FRANKLIN-TÁRSULAT

MAGYAR IROD. INTÉZET ÉS KÖNYVNYOMDA

1912

# A SZIKRATÁVIRÓ

A. SLABY TANÁRNAK A NÉMET CSÁSZÁR  
ELŐTT TARTOTT FELOLVASÁSAI UTÁN

ÁTDOLGOZTA

KREUZER GÉZA

MÉRNÖK

BUDAPEST

FRANKLIN-TÁRSULAT

MAGYAR IROD. INTÉZET ÉS KÖNYVNYOMDA

1912

~~Gr. 1/8~~  
3/8



12.396/64

~~017341~~

~~12.396~~



KÖNYVTÁR  
2. Ágyas  
13 516

# A SZIKRATÁVIRÓ.



## Séta egy napsugárban.

A lefolyt évszázad utolsó két évtizede gazdag terméssel áldotta meg a physikai tudományok birodalmát. Az elektromos tünemények tana és gyakorlati alkalmazása óriási lépéssel jutott előre. A régi elméleteket újak váltották fel és fontos gyakorlati alkalmazások, mint a Röntgen-fényképezés és a szikratáviró fényesen igazolták a tisztán tudományos kutatás gyakorlati értékét.

Az új elméletek forrását a nap sugarai szolgáltatták. A nap életet és szépséget kölcsönöz a földnek, termékenységet a mezőknek. Neki köszönhetjük a nyári nap fényét, az esthajnal bibortüzét és a szivárvány gazdag színpompáját.

Mi a szivárvány?

Mindennapi tapasztalásból tudjuk, hogy a víz-csepp a napfényt többszínű sugárra bontja. Sokszor csodáljuk a szökőkút színpompáját, ha lehulló fátyolára a nap sugarait veti. Elektromos lámpa segélyével hasonló színhatásban gyönyörködhetünk. Ha a sugarak útjába vízzel telt üveg-golyót vagy szegletes üvegedényt helyezünk, a szivárvány összes színei fénylő szallaggá — a spektrumhá — rajzolódnak le a szintelen üveg-lapon.

E színjáték törvényeit *Young* és *Fresnel* fedezték fel. Ők ismertették meg velünk a *fény hullámmélettét*. Ezen elméletet könnyebb megértés czéljából példával igyekszünk megmagyarázni. Ha nyugvó vízbe követ hajítunk, a víz tükrén gyűrűs hullámok keletkeznek, melyek az érintési ponttól folytonosan nagyobbodó körökben terjednek tova. Ha egy lapos, kerek edényt higanyval megtöltünk és ujjunk hegyét a higanyfelszín középpontjába mártjuk, koncentrikus körök keletkeznek, melyek az edény oldalfala felé sietnek és odaérkezve, azonnal visszaveretnek. Úgynevezett *álló hullámok* képe tárul elénk, melyeknél egy- és ugyanazon helyen a hullámhegyek és hullámvölgyek egymást felváltják. A higanytükör élénk le-fel inogása világosan mutatja az álló hullámok *öbleit*; az öblök között koncentrikus köröket látunk, a hullámok *csomóvonalait*, amelyekben a higany nyugalomban van. Hasonló, nem ily törvényszerű, de bájosabb hullámképet mutat a nyílt tenger felszíne. Számtalan irányból jövő hullámok keresztezik egymást, itt az egyes mozgások kiegyenlítődnek s a habok kristályszerű tükröt alkotnak, amott egyesülnek s a hullámhegyen tájtétköz fergeteggé tornyosulnak.

Térjünk vissza az álló hullámok egyszerűbb fajtájához, melyeket a higanyedényben állítottunk elő. Valamennyi higanyrészezske a függőleges irányban kettős erőhatásnak van kitéve, egynek az oda és egynek a visszafutó hullámok következtében. Ott, hol ezen le-felható erők egyező irányúak, összegeződnek, ahol pedig irányuk ellentétes, csökkentik egymást. Azon he-

lyeken, ahol az összegeződés a legmagasabb értéket éri el, különösen élénk a tükör le-fel mozgása, ezek a hullámok tetőpontjai. Azon helyeken pedig, ahol az ellentétes erők azonos nagyságúak, a tükör nyugalomban marad, ezek a hullámok csomóvonalai, vagy a függőleges metszetet tekintve, *csomópontjai*.

Az 1. számú ábrán a vastagon húzott vonal egy odafutó hullám, a szakadozott vonal egy visszafutó hullám keresztmetszetét jelzi. «A»-tól «C»-ig való útjában a hullám egy hegyet és



1. ábra.

egy völgyet alkotott. Két szomszédos csomópont távolsága tehát egy fél hullámhosszt határoz meg. Tételezzük fel, hogy képesek vagyunk a hullámöböl le-fel mozgását megszámlálni. és hogy ezen számlálás másodpercenként 1000-t eredményez. Tegyük fel továbbá, hogy «A» és «C» pontok egymástóli távolsága 1 méter. Egy teljes le-fel lengés a higanyfelszín háborgását 1 méterrel tova-terjesztette, egy másodperc alatt, tehát 1000 lengés mellett 1000 méterrel terjedt tova a háborgás. Ezen szám a hullám *terjedési sebességének* kifejezője.

A fényelmélet a fény vándorlását egy az egész világűr betöltő, végtelen finomságú képzelt (hypothetikus) anyag hullámmozgásával magyarázza. Ezen anyag, mely a szilárd testek mole-

kuláinak közét is kitölti, a *világéter*. A fényelmélet szerint egy világító pont oly ritmikusan rezgő mozgásba hozza a körülötte levő étertengert, mint a kődobás a nyugvó víz felszínét. A hullámok a tér minden irányába kisugároznak és ha szemünk reczehártyáját találják, a fény érzetét keltik fel bennünk. Rendkívüli hosszúságú utat tesznek ezen hullámok, míg a naptól hozzánk jutnak. Csillagászati számítások alapján megállapították, hogy a fényhullámok sebessége másodpercenként 300,000 kilométer.

A nap számtalan *hullámfajta*t bocsájt ki magából. Valamennyinek ugyanakkora a sebessége, azonban hullámhossza különböző. Szemünk az egyes hullámfajtákat meg képes különböztetni, mivel azok különböző *szín*-érzetet váltanak ki bennünk. A napfény a szivárvány összes színeit egyesíti magában, melyek egyenként fellelhetők, ha a fényt egy folyadékkal megtöltött edényen felfogjuk. Az egyes hullámfajták egyenes irányukból különböző mértékben eltérülnek, a fehér ernyőn legyező módjára színes szalaggá terülnek szét.

Egyszínű fényt mesterséges úton állíthatunk elő. Ha a sugarak elé pl. vörös üveget helyezünk, akkor csakis a vörösszínű sugarak képesek az üvegen áthatolni, a többi sugarakat az üveg visszatartja. Ily módon a sugarakat mintegy átszűrtük. A tudománynak sikerült az egyszínű sugarak hullámhosszait megmérni. A mérések bámulatos eredményt nyújtottak, a vörös fénysugár hullámhossza a milliméter 800 milliomod, a spektrum ibolyaszínű részéhez tartozó sugáré pedig a milliméter 400 milliomodrészével egyenlő.

Ha meggondoljuk, hogy az összes fénysugarak közös terjedési sebessége másodpercenként 300 ezer kilométer, azon eredményhez jutunk, hogy a vörös fényben az éterrészecskék másodpercenként 400 billió lengést végeznek. Ezen óriási számot a következő példával igyekszünk szemléltetvé tenni: A kétvonású «C»-re hangolt hangvilla másodpercenként 1000 lengést végez; ezen villának 12,000 évig kellene lengeni, míg azon 400 billió lengést teljesítené, melyet a vörös fénysugár egy másodperc és az ibolya-sugár egy fél másodperc alatt teljesít.

Óriási, a képzelet határát messze meghaladó számok ezek és valóban a természet barátja nem ismer vonzóbbat, megkapóbbat, mint a színes sugarak tanulmányozását. Az emberiség egyik legnagyobb költőjét is bűvkörébe vonta és a költő, ki az emberi lélek legfinomabb megnyilatkozásait megértette és azokat a kellő szavakba öltöztetni képes volt: a színes hullámok titkaiba nem tudott behatolni. Mennyire csodálkozna, ha látná, hogy a kutató tudomány miként borította fel a fátyolt e titokról.

Hagyjuk el a spektrum látható részeit és irányítsuk figyelmünket előadásunk tulajdonképeni célja, a *láthatatlan* rejtett mélységei felé, melyek a kutató emberi elme előtt csak az utolsó évtizedekben nyíltak meg. A spektrum látható részétől jobbra és balra a fénynek oly hatóterületei vannak, melyeket az emberi szem felismerni nem képes. Más eszközöket kell keresnünk, melyek physikai lényünk ezen hiányosságát kipótolják, hogy a végtelen finomságú éter leghalkabb hullámcapásaiban is gyönyörködhessünk. A

spektrum ibolyavonalán túl vegyi hatásokat figyelhetünk meg, melyek a fényképező lemezen mutatkoznak. Ha a spektrumot teljes szélességében fényérzékeny lemezzel befedjük (miként a fényképész a másolatokat készíti), akkor bizonyos idő elteltével a papíron sötét szineződést észlelünk. Amíg azonban a vörös fény a papírt úgyis szólván teljesen érintetlenül hagyja, addig a szineződés mind sötétebb lesz, mennél inkább közeledünk az ibolyaszínű részhez. A legsötétebb szineződés az ibolyán túl áll be, miből azon következtetést vonhatjuk le, hogy a fehér napfény a látható színes sugarakon kívül láthatatlan sugarakat is tartalmaz, melyek nagyobb kémiai hatóerővel rendelkeznek. Ezen sugarak — miként azonnal megtudjuk — a kémiai hatásukon kívül más tulajdonsággal is bírnak.

Találtak oly anyagokat, melyek bizonyos hullámhosszal bíró láthatatlan fénysugarakat más hullámhosszúsággal bíró sugarakká vernek vissza. Ha a visszavert sugár hullámhossza egy látható fénysugár hullámhosszának megfelelő, úgy a visszaverő anyag ezen látható fénysugár színében fénylik. Vegyünk egy bariumplatincyanür kristályokkal borított papirernyőt. A sötétségben alig látszik, ha azonban a spektrum ultraibolya részébe helyezzük, fénylővé válik.

A spektrum ultraibolya részében levő sötét sugarak legkisebb, eddigelé megmért hullámhossza a milliméter 100 milliomod részével egyenlő. Mélyebbre a kutatás eddig nem tudott hatolni, bár újabban a Röntgen-sugarak vizsgálódásai alkalmával kiderült, hogy ezen sugarak a spektrum legfélreesőbb helyein keresendők. Az ezen

és a spektrum ismert sugarai között egy nagy, még ismeretlen terület foglal helyet.

A spektrum ezen ismeretlen részében kell lenni azon különféle sugaraknak, amelyek az utóbbi időkben sok vitára adtak okot, mint a Le-Bons fekete sugarai, a mágnessugarak, az Odfény, az N-sugarak és a fémsugarak. A tudomány eddigelé nem tudott világosságot deríteni ezen felfedezésekre, egyes megfigyelések csalókáknak bizonyultak.

Az ultraibolya sugarak az emberi szem közvetlen megfigyelési határán kívül esnek. Csodálatosképpen léteznek azonban oly rovarok, melyek szeme ezen sugarak iránt bizonyos fogékonysággal bír. Érdekes azon megfigyelés, melyet a legyeknél eszközöltek. A legyek tudvalevőleg folytonosan a fényt keresik. Két légzáró dobozt készítettek, egyet kartonpapirosból, a másikat ólomból. A dobozokat egymásmellé helyezték, a válaszfalakat átlukasztották és az ólomdobozba legyeket helyeztek. A dobozokat hosszabb ideig Röntgen-sugarakkal kezelték, amelyek, miként tudjuk, a papirdobozba könnyen behatolnak, míg az ólomfalakon áthatolni nem képesek. A legyek az ólomdobozból a papirdobozba vonultak át, hogy a Röntgensugarak fényében sétálgassanak.

Röntgensugarakat tudvalevőleg úgy állítunk elő, hogy légrítkített (evakuált) üvegsövön magasfeszültségű áramot bocsájtunk keresztül. Ily üvegsőnek, épúgy mint az elektrolitikus cellának azon pontját, melyen az áram belép, anodnak és azon pontját, melyen az áram kilép, katodnak nevezzük. Ha az áram a csövön áthatol, a

cső zöldes színben fénylik. A hatás a katodból indul ki, miért is a sugár neve katodsugár. Ott, hol e sugarak az üvegfalat érik, zöldes fény keletkezik.

A katodsugarak által talált csőfal új sugarak, a Röntgensugarak kiindulási helyévé válik. A katodból ugyanis finom, elektromossággal töltött részecskék szakíttatnak ki és az üvegfal felé sodortatnak. Az ütközésnél elvesztik elektromos töltésüket, kisülnek. A kisülés eredményeként Röntgensugarak keletkeznek.

A hatás fokozására a katodsugarakat üvegfal helyett kis platinlemezre irányították, melyet a cső közepében helyeztek el. Ezen készüléknél a platina-lemezből indulnak ki a Röntgensugarak, melyek az üvegfalon keresztül a szabadba bocsájtva, a fényképező lemezre kémiai hatást gyakorolnak. A Röntgensugarak még más tulajdonsággal is bírnak. Különböző testeken, különböző módon hatolnak át, helyesebben szólva, a különböző testek által különböző mértékben nyeletnek el. Az emberi test húsos részein, csaknem veszteség nélkül hatolnak át, a csontos részekben már kevésbé. A sebészet terén kiterjedt alkalmazásra tett szert ezen tulajdonságánál fogva a Röntgensugár.

A Röntgensugarak eme tulajdonságaival behatóbban foglalkoztak. Megakarták vizsgálni, hogy a fontosabb ipari anyagok, különösen a vas, mily módon viselkednek a Röntgensugarak hatása alatt. A Röntgensugár a vason is áthatol, ha nagyobb mérvben evakuált csövekben állítatik elő. A kísérletek a vas anyaghibáinak felkeresésére irányultak. A Röntgensugarak ily czél-

lokra való alkalmazása, sajnos, nem vezet sikerre. A sebészet terén elért eredmények általánosan ismeretesek. Megjegyzendő, hogy az intenzív sugarak bizonyos körülmények között az emberi szervezetre káros hatást gyakorolnak.

Térjünk vissza az ultraibolya sötét területéről a spektrum fényes részeibe. Amint a vörös sugarak felé közeledünk, azt tapasztaljuk, hogy a sugarak nemcsak szemünk útján gyakorolnak élettani hatást. A kandalló izzó zsarátnoka kevés fényt ad, de kellemes érzetet kelt bennünk, ha hűvös őszi estén közelében tartózkodunk. A *sugárzó meleg* az, melyet ilyenkor érezünk. A spektrum mindazon sugarai, melyek közel 800 milliommód milliméter hullámhosszal bírnak, hőhatást létesítenek, ha szilárd testbe ütköznek.

A hősugárzás a fény törvényeit követi. Gyermekkorában mindnyájunknak volt alkalma fájdalmasan tapasztalni azt a koncentrált hőhatást, melyet a gyújtólencse okoz. A gyújtólencse épúgy gyűjti a hősugarakat, mint a látcső lencséje a fény sugarait. A hőhatás nemcsak a direkt, hanem a visszavert fénysugaraknál is kimutatható. A tengeri hajók és világító tornyok fényszórói, melyek a fényt nagy távolságra képesek vetíteni, általánosan ismeretesek. A fényszóró nem egyéb, mint egy parabola alakra hajlított homorú tükör. A parabola oly görbe vonal, melyet a felhajított kő, vagy kilőtt puskagolyó a levegőben leír. A parabolatükör egy nevezetes ponttal bír: a gyújtóponttal, melynek az a tulajdonsága, hogy azon sugarak, melyek belőle a tükrökre esnek, onnan mint párhuzamos irányú sugarak, nagy fényerősséggel verődnek vissza. Két

fényszórót állítunk fel egymással szemben az asztalon. Ha az egyik tükör gyújtópontjába elektromos ívlámpát helyezünk, akkor a tükörfelületről visszavert fénysugarak a második tükör gyújtópontjában összegyűlnek. Ezen gyújtópontban azonban nemcsak a fény, hanem a hősugarak is koncentrálnak. Ha ugyanis gyufaszálat helyezünk el benne, az önmagától — illetve a koncentrált hősugarak hatása alatt — meggyullad.

A hőhatás nem csupán a látható fénysugarak kísérő jelensége. A látható sugarakon túl, a spektrum sötét részeiben is kimutatható a hősugarak jelenléte. Ez azonban már nem könnyű feladat, mindennapos eszközünk, a hőmérő, e célra alkalmatlan. Más eszközt kell keresnünk, mely a legcsekélyebb hőjelenséget is megérzi és részünkre szemlélhetővé teszi. Ily készülék a thermo-elem, mely a hőjelenséget elektromos jelenséggé alakítja át. Ha két különböző fémeket forrasztás útján benső érintkezésbe hozunk, thermoelemet állítunk elő. Ha a forrasztási helyet hősugarak hatásának tesszük ki, elektromos feszültség lép fel, mely a fémek vezető összeköttetése által elektromos áramot indít meg a zárt vezetékben. Ily thermoelem rendszerint platina és iridium golyóalakú összeforrasztásából készül s az áram leolvasására az elem drótvezetékébe egy galvanometer van beiktatva. Ha a golyót egy Bunsenégő lángjába helyezzük, elektromos áram keletkezik, mely a galvanometer tűjét kitéríti. A galvanometer skálája Celsius fokokra van beosztva. A thermoelemmel igen kis hőemelkedés is kimutatható, ha elég érzékeny galvanometert alkalmazunk. A mágnesű kilengésének pontosabb leolvasására a

kilengést egy tükör segítségével falra vetíthetjük. A készülék elé elektromos lámpát helyezünk, melynek fénye egy a mágnesűre erősített kis tükrökre esik. A fény a falra erősített skálára verődik. A tű legkisebb kilengése a fényes folt tovamozgását eredményezi a fali skálán. Ha a thermoelemet a spektrum ultravörös részébe helyezzük, a fényfolt mozgása jelzi a láthatatlan sugárak hőhatását.

A láthatatlan fénysugarak hőhatását egyszerűbb készülékkel is kimutathatjuk. Ezen készülék a *Crookes-féle radiometer*, mely a 70-es évek spiritisztáit nagy izgalomba hozta. A radiometer négy vízszintes helyzetű csillámlemezekből áll, melyek egy finom tűre forgathatóan vannak felerősítve. A készülék üvegharang alatt áll, melyből a levegő ki van szivattyúzva. A csillámlemezek egyik oldala befeketített.

Ha a készülékre fényt bocsájtok, vagy ha kezünket az üvegharanghoz közel hozzuk, a kis malom mozgásnak indul. Régebben azt hitték, hogy túlvilági erők űzik játékokat, ma már a titok fel van derítve. Tudjuk, hogy a hősugarak finom éterhullámai azok, melyek a befeketített felületekre nagyobb erővel hatnak, mint a fényes felületekre. A dolog teljesen világossá válik, ha a készüléket a spektrumhoz közelítjük. Az ibolya és zöld sugaraknak nincs hatásuk, mivel hőhatásuk csekély. A malom azonban gyors mozgásnak indul, amint a vörös sugarak érik, és a forgás sebessége még fokozódik, ha a sötét ultraibolya-sugarak terébe helyezzük.

Egy lépéssel tovább haladva, felmerül az a kérdés, hogy van-e ezen határon túl is még valami?

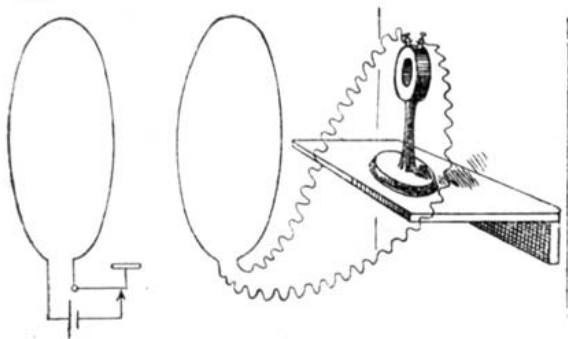
Léteznek-e az étertengerben oly hosszabb hullámok, melyek a fény sebességével száguldanak és ha léteznek, hogyan ismerhetjük fel azokat. Az utolsó évtizedek kutatásai ezen kérdésre is feleletet adtak. Ma már tudjuk, hogy az a tágas birodalom, mely a hőhullámoktól a végtelenségig terjed, az *elektromos tünemények* hazája.

Az elektromos tünemények a körülvevő étertengert époly hullámzásba hozzák, mint a fénytünemények, különbség csak a hullámhosszakban van. Míg a fényhullámok rendkívül rövidek, addig az elektromos hullámok hossza tetemes méretre rúg. Elektromos hullámok néhány centiméter hosszról kezdve több ezer kilométer hosszúságig fordulnak elő. Valamennyi azonban a fény törvényeit követi, terjedési sebességük másodpercenként 300,000 km. Ha a sötét fergeteg elektromos töltése villám alakjában kisül, nemcsak vakító fényével és hatalmas dörgésével hat érzékeinkre. Elektromos együttrezgésre kényszeríti testünket. Érzékeny egyénekre oly nagy hatás, hogy a villámot megérik, anélkül, hogy látnák vagy hallanák jelenlétét.

A villám aránylag gyors rezgéseket hoz létre, a hullámok hossza néhány száz méter. Elektromos hullámok azonban több kilométer hosszúságban is előállíthatók. Ha dróttekeres körül mágnesset forgatunk, elektromos áramok keletkeznek a tekercsben, melyek iránya minden fordulaton egyszer megváltozik. Az ily áram neve váltakozó áram, váltó, vagy lengő-áram, mivel a drótot irányának folytonos változtatásával járja át. A másodpercenkénti lengések számát az áram *frequenciájának* nevezzük. Ha a mágnesset 1 fre-

quenciával, vagyis másodpercenként egy fordulatszámmal forgatjuk, akkor az étert másodpercenként egyetlen hullámba hozzuk. Miután az éterhullám egy másodperc alatt 300,000 km.-el terjed tova, az imént előállított hullám hossza pontosan 300,000 km.

Csak a váltó- vagy lengő-áram képes az étert hullámba hozni. Az egyenáram, mely irányát



2. ábra.

és erejét állandóan megtartja, nem bír ezen tulajdonsággal és így vele távhatás el nem érhető.

Az egyenáram erősebb rázkódtatása, mint pl. az áram hirtelen megszakítása a körülvevő étert mozgásba hozza és egyetlen hullám terjed tova a térben. A 2. sz. ábrán egy zárt vezeték van feltüntetve, melyben egyenáram kering. Ha az áramot megszakítjuk, éterhullám keletkezik, mely az ábrán látható másik zárt vezetékbe ütközik és benne pillanatnyi áramot létesít. Az áram jelenlétét a vezetékbe iktatott galvanome-

ter jelzi. Ily berendezéssel mérföldnyi távolságra adhatók jelek. William Preece ezen készülékkel mértföldnyi távolságra sikerrel telegrafált. A későbbi Marconi-féle szikratáviró a távolságot megszázsorozta.

Az Edison-fonográf egyik igen érdekes változatának tekinthető a Poulson-féle telegraphon, melyet néhány szóval ismertetünk. Forgatható dobra aczéldrót van többszörösen, spirális alakban feltekercselve. A dobot egy patkóalakú elektromágnes sarkai körömszerűen fogják át; a mágnes dróttekerce mikrophonnal van kapcsolva. Ha a mikrophonba beszélünk, a hanghullámok által rezgésbe hozott membrán rezgései az elektromágnes dróttekerceében elektromos rezgésekké, árammá alakulnak át. A mikrophon-áram a mágneset gerjeszti, váltakozó sarkú mágnességet hoz létre a sarkokban; felváltva, hol az egyik, hol a másik sarokban lép fel éjszaki, illetőleg déli mágnesség. Ha a dobot forgatjuk, a forgatás folytán eltolódó aczélhuzal az elektromágnes váltakozó polarítását felveszi és benne számos apró haránt mágnesek keletkeznek, melyek mágnességüket bizonyos ideig megtartják. A beszédet avagy dalt, amelyet a telefon-kagylóba bocsájtottunk, az aczéldróton mintegy mágnesesen megrögzítettük. Ha az aczéldrótot a dob teljes hosszán ily módon mágnesesen teleirtuk, bárki, bármikor leolvashatja az írást. A mikrophont hallgató kagylóval kell csak felcserélni és a dobot ugyanazon ütem szerint forgatni. A deponált mágnesség az elektromágnes pólusaiban az előző mágnességet hozza létre, az elektromágnes drótjában pedig áram keletkezik, mely a hallgató membránját

rezgésbe hozza. Ha a kagylót fülünkhöz tartjuk, felfoghatjuk a membrán rezgése által létrehozott hanghullámokat. A telegraphon halkán ugyan, de igen tisztán adja vissza a beszédet, a phonographot jellemző, kellemetlenül recsegő hang nélkül.

A telegraphonban az elektromos rezgéseket fémes vezető közvetíti, a hang elektromos szócsövének nevezhetjük a készüléket.

Fennebb rámutattunk arra, hogy az elektromos rezgések a spektrumban is kimutathatók és hogy a fény éterhullámai szabadon mozognak a térben. Közelfekvő a remény, hogy az elektromos rezgések hatását segédeszközök, nevezetesen összekötő drót nélkül vihetjük át a távolba.

Ez tényleg sikerül is. Rendelkezésünkre áll egy dynamogép, melylyel erős váltakozó áramot tudunk előállítani. Tegyük fel, hogy gépünk másodpercenként 100 irányváltozást ad. Vezessük az áramot egy vasmag köré csévelt dróttekercsen keresztül. A vasmag mágnesessé lesz, mágneses rezgésbe jön, polaritását másodpercenként 100-szor változtatja. Ha lágyvasból való membránt tartunk föléje, az követi a mágnes rezgéseit. Felle mozgása morgó hang kíséretében megremegteteti a levegőt.

Ha egy másik ugyanoly dróttekercsel előbbi-től bizonyos távolságra elhelyezünk, e második tekercsben is észlelhetünk mágneses rezgéseket. Kössük össze e tekercs drótvégeit egy izzólámpa sarkaival s a lámpa világítani fog. Íme a rezgések összekötő drót nélkül vándoroltak át a téren. Ha a hatást tetszés szerint fokozhatnánk, a lámpa nagyobb távolságnál is világítana. Ezt az ideális

állapotot azonban nem lehetséges megvalósítani, mivel a lassú elektromos rezgések nagy távolságra nem vihetők át fémes vezető nélkül.

Kisebb távolságon belül azonban nemcsak fényt, hanem meleget is állíthatunk elő. Ha a dróttekeres fölé vastag rézből való gyűrűt tartunk, bizonyos idő múlva izzóvá válik.

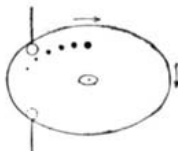
Az elektromos rezgések imént jelzett hatásai csak kis távolságokon, az elektromágnes közvetlen közelségében érvényesülnek. A dynamogép-pünktel előállított sugarak igen nagy és pedig 3000 km. hullámhosszal bírtak. Óriási szám a fénysugarakhoz képest, amelyeknél 1 milliméter hossza 600 millió hullám esik. Ezen elenyészően kisméretű hullámok mégis óriási távolságra elvándorolnak és ezért indokolt azon reménység, hogy az elektromos rezgések hatását nagyobb távolságra sikerülend kiterjeszteni, ha rövidebb hullámhosszakat fogunk előállítani.

Hogy eme reményünk nem indokolatlan, ama mesterségesen előállított villámok igazolják, melyek méternél nem nagyobb hullámhosszal bíró éterrezgéseket okoznak. Heinrich Hertz német tudós ily villámokkal kísérletezett és igen elmés módon mérte le az éterhullámok hosszát.

Gyorsabb elektromos rezgések előidézésére valamely különleges gépre nincs szükségünk. A természet készen bocsájtja azt rendelkezésünkre az *elektromos szikrában*. Nagyfeszültségű ellentétes elektromosságok egymás kiegyenlítésére törekszenek. A kiegyenlítés villámlás és dörgés kíséretében megy végbe s a környezetet is hatókörébe vonja. Miként az erős kedélyindulat az emberi szivben, azonképpen az elektromos indulat a

szikrában tovább rezeg mindinkább gyöngülő intensitású lengő áramok formájában. A lengés frekvenciája óriási, másodpercenként több milliónyi. Az emberi szem azonban nem látja e gyors ide-oda lengéseket, csak egyetlen szikrát vesz észre.

Arról, hogy a szikrát elektromos rezgések sorozata alkotja, egyszerű kísérlet útján szerezhethetünk meggyőződést. Ha a szikrákat gyorsan forgó be-kormozott papírlapon keresztül üttetjük, a papírlapon egymás mellett több apró lyukat nyerünk.



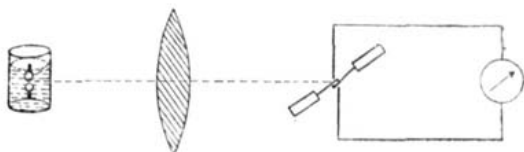
3. ábra.

(Lásd a 3. sz. ábrát.) A papírlap forgási sebességéből és a lyukak egymástóli távolságából a kisülés frekvenciája kiszámítható.

A szikra elektromos vibrációja megremegteti az étertengert, melynek hullámozása kiterjed a világűrbe. Mennél nagyobb a szikra frekvenciája, annál rövidebbek az éterhullámok. A szikra által előidézett éterhullámok, melyeket Hertz-féle hullámoknak is szokás nevezni, annál nagyobb távolságra hatnak ki, mennél jobban közelednek a fény rövid hullámaihoz.

Heinrich Hertz kísérletileg kimutatta, hogy az elektromos erők hullámmozgások alakjában terjednek el a térben, és hogy a láthatatlan elek-

tromos hullámok ugyanazon természeti törvényt követik, mint a fény látható hullámai. E tény bebizonyítására a következő egyszerű és közismert fénytani kísérletet, — a fénysugaraknak üveglencsén át való koncentrálását, — elektromos sugarakra alkalmazzuk. Petroleummal megtöltött átlátszatlan edényben két kis zinkpálcza van egymással szembe helyezve (lásd a 4. sz. ábrát). A pálczák között oly apró szikrákat állítunk elő, amelyek rövid hullámokat létesítenek. A sugarak útjába két fémszárnynyal ellátott thermo-



4. ábra.

elemet helyezünk. A fémszárnyak az elektromos sugarakat felfogják, miáltal a thermoelem forrasztási helyén meleg fejlődik. Ez viszont a zárt vezetékben áramot indít meg, melyet a közbeiktatott galvanometer jelez. Ha a sugarak közvetlenül hatnak a thermoelemre, a galvanometer tűjén kisebb kilengést észlelünk. Ha azonban egy bizonyos méretű üveglencsén át kényszerítjük hatni a sugarakat, a kilengés tetemesebb. Ha az üveglencsét egy ugyanoly nagyságú fekete szurokból készült lencsével cseréljük fel, a hatás ugyanakkora. Egy közbecsúsztatott fémlemez a hatást megsemmisíti, az elektromos sugarakat visszatartja. Érdekes a fa viselkedése. Ha oly

helyzetben tartjuk, hogy a rostok az éter mozgásának irányába esnek, a sugarakat elnyeli, ha a rostok a mozgásirányra merőlegesen vannak, a sugarak szabadon áthatolhatnak.

Ezen és egyéb kísérletekből azon következtetést vonhatjuk le, hogy: *a fény és az elektromos sugárzás, valamint a sugárzó meleg rokontünemények, amelyek csak mennyiségileg (quantitativ) különböznek egymástól.* Ugyanazon sebességgel terjednek tova, egy még eddigelé ismeretlen folyadéknak, a világegyetem étertengerének hullámcsapásain.

## A Marconi-féle szikratáviró.

(1897.)

A tudomány diadala gyanánt ünnepelték 1846-ban a Neptun-bolygó felfedezését. A bolygót Gallei breslaui csillagász fedezte fel, miután létezését Leverrier röviddel előbb az Uranos-bolygó rendellenességei alapján kiszámította. Az elektromosság terén számos hasonló esettel találkozunk az utolsó 50 év történetében.

Tisztán tudományos meggondolás alapján állította fel Thomson a leydeni palaczk kisülésének törvényét. E törvény felfedezéséig a leydeni palaczk kisülését nem tekintették egyébnek, mint az elektromosság egyszerű átvándorlásának egyik testről a másikra. A kisülésnél fellépő durranó, fénylő szikrának, mint mellékes jelenségnek, nem tulajdonítottak különös jelentőséget. Thomson az akkori képzetekből kiindulva, tisztán mennyiség-

tani alapon kimutatta, hogy az elektromos kisülés lengő természetű. Az első kisülést ugyanis számos más követi, melyek változó irányúak és folytonosan csökkenő intenzitással bírnak. Az egész jelenség oly nagy sebességgel folyik le, hogy az emberi szem az elektromos erők ide-oda száguldását nem veszi észre s csak egyetlen szikráról vesz tudomást. Röviddel utóbb Feddersen hírneves rotácziós-tükör kísérletei teljes bizonyossággal igazolták Thomson számításainak helyességét.



5. ábra.

Nagy jelentőséggel bírnak azon tanulmányok, melyeket csaknem egyidejűleg Maxwell végzett. Faraday tételeinek tisztán mennyiségtani alapon való továbbfejlesztése által, az elektromos jelenségeknek teljesen új és igen mélyreható magyarázatot adott. Azon eredményre jutott, hogy az elektromos szikrából erők áramlanak ki, melyek a fényt jellemző sebességgel és hullámos természetű mozgással a tér minden irányába kihatnak. A hullámmozgás hordozójául az étert feltételezte, ugyanazon anyagot, melyet a fényjelenségek hordozójául már előbb elfogadtak. Maxwell tana azon tételben csúcsosodott ki, mely szerint a fény maga is elektromágneses jelenség és a fény és

elektromos sugarak ugyanazon alaptörvényt követik. A múlt század 80-as éveiben Heinrich Hertz ezen eddigelé elméleti igazságok helyességét kísérletileg is bebizonyította.

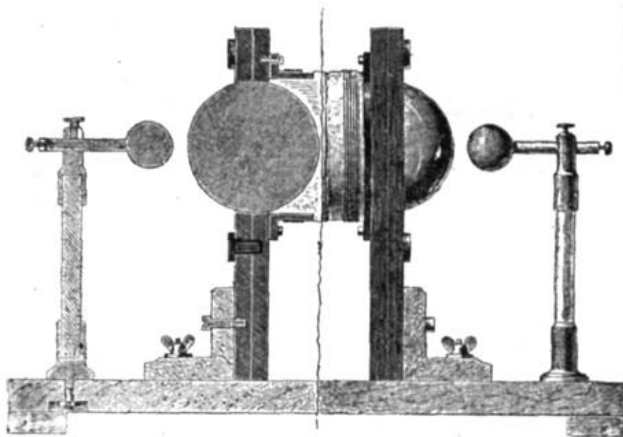
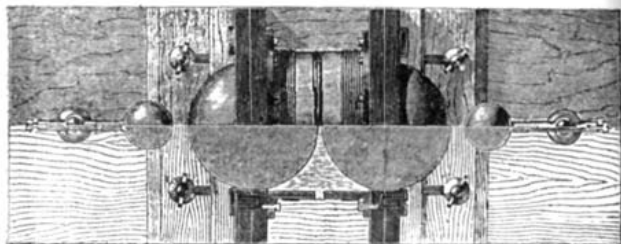
Hertz kísérleteihez elektromos resonatort alkalmazott. Az 5. sz. ábrán látható ily resonator, köralakra hajlított drótból áll. A drótvégekre kis fényezett fémgömbök vannak forrasztva. A gömbök egymástól egy elszigetelt állító készülékkel, igen kis távolságra, a milliméter törtrészeire, pontosan beállíthatók. Ha a resonatort elektromos sugarak útjába helyezzük, elektromos együttrezgés (resonancia) létesül, amely a gömbök között szikraképződés formájában jut kifejezésre. A tűnemény emlékeztet a hangvillára, mely hanghullámok érintésére rezgésnek indul.

A mindennapi életben gyakran észlelhetünk elektromos szikrákat. Ha téli napon, fűtött szobában a kaucsuk fésűt hajunkon végighúzzuk, halk serczegést hallunk. Hajunk és a fésű között ugyanoly természetű elektromos szikrák képződnek, mint ama hatalmas feszítávolságú szikrák, melyek villámok képében jelentkeznek a viharos, nyári szemhatáron.

Kísértsük meg elektromos szikráknak mester-séges úton való előállítását.

Kössük össze egy indukciós gép kapcsait két fémgömbbel, melyek ebonitlemezekre, egymástól bizonyos távolságra vannak erősítve. Az induktor megindítása után vakító fényű, vaskos szikrák sorozata képződik a fémgömbök között. A szikrák sugárzó erejét növelendő, töltsük meg a két fémgömb közét olajjal. Ezt úgy eszközöljük, hogy a két gömb belső, szembenálló felét per-

gamentpapirból való hengerbe fogjuk. (Lásd a 6. sz. ábrát.) Righi a készüléket oly módon tökéletesítette, hogy a gömböket nem közvetlenül, ha-



6. ábra.

nem kis gömbök közbeiktatásával töltötte, melyeket bizonyos távolságra a külső félgömbök elé helyezett. A szikrák óriási durranás kíséretében törtetnek az olajtömegén keresztül, elektromos

erőket sugároznak ki a tér minden irányába és elektromos együttrezgést létesítenek az útjukba eső fémes anyagokban.

A készülék elektromos távhatását egyszerű módon növelhetjük. Néhány méter hosszú, vékony drótot feszítünk ki a töltőgömbökből. A drótokból, — mint valamely lyukakkal bíró csőből a besajtott víz — freccsenek szét az elektromos erők sugarai, a drótokra merőleges irányban.

Hertz a resonator segélyével kikutatta az elektromos erők terjedési törvényeit. Kísérleteinek legértékesebb része az elektromos sugarak visszaverődésére vonatkozik. Eszerint, ha elektromos sugarak fémfalhoz ütköznek épúgy visszaveretnek, mint a tükröző felületen a fénysugarak. E tény bizonyítja a legkétségtelenebbül a jelenség hullámos természetét.

A hullámmozgások könnyebb megértésére egy, az elektromosság körétől távol eső példát hozunk fel. Képzeljünk egy hosszú zsinort kifeszítve. Mérjünk a zsinór egyik végére egy, a zsinór hossz tengelyére merőleges ütést. A zsinórvég az ütés hatása alatt kileng s a kilengés hullámok alakjában a zsinór egész hosszában tovaterjed. Ezen tünetemény hasonló ahhoz, mely bekövetkezik, ha a víz felszínét kavicsdobással hullámmozgásba hozzuk. A hullámok gyűrű alakban minden irányban tovaterjednek, maguk a vízcseppek azonban nem mozognak tovább, csak fel- és alá szállanak; hol a hullámhegy tetején, hol a hullámvölgy mélyén látjuk ugyanazon vízcsepkeket. A kifeszített zsinórnál hasonló esettel van dolgunk. Itt is világosan látható, hogy a zsinór

egyes részecskéi hosszirányú mozgást nem végeznek, hanem csak arra merőlegesen fel- és alá szál-  
lanak.

Az ily hullámok megkülönböztetésül a hossz-  
hullámoktól, *haránthullámok* neve alatt ismere-  
tesek. Hosszhullámok esetén a közvetítő anyag  
a hullámok terjedési irányában végez ide-oda  
mozgást; felváltva sűrűsödik és ritkúl, miként  
pl. a levegő részecskéi a hang tovaterjedésénél.

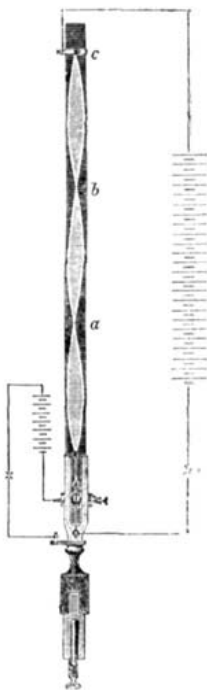
Alapos kísérletek segítségével kimutatták, hogy  
a fény egy eddigelé ismeretlen anyagnak, az éter-  
nek, haránthullámai útján terjed tova. Ugyan-  
ezt mutatta ki Hertz az elektromos jelenségekre.

Térjünk vissza kifeszített zsinórunkhoz. A zsi-  
nór másik végén fel van függesztve. Ha a hul-  
lámok ezen véghez eljutottak, nem tűnnek el, ha-  
nem onnan visszafelé vándorolnak. Minden zsi-  
nórrészecske tehát kettős mozgást nyer, egyet  
az oda, egyet pedig a visszatérő hullám követ-  
keztében. Azon helyeken, amelyeken az erők azo-  
nos irányúak, nagyobb, amelyeken pedig az erők  
ellentétes irányúak kisebb kilengések keletkeznek.  
Ott, ahol az egyirányú erők összege a legnagyobb  
értéket éri el, a legnagyobb harántkilengéseket  
nyerjük, míg ott, ahol az ellentétes irányú erők  
egymást megsemmisítik, a zsinórrészecskék nyu-  
galomban maradnak.

A 7. sz. ábra oly készüléket ábrázol, amelylyel  
mesterséges úton, nyugvó haránthullámokat állít-  
hatunk elő. Független léczen egy platinadrót van  
kifeszítve, melynek felső vége «C»-nél csavarral  
van megrögzítve, míg alsó vége egy hangvilla  
szárai közé van erősítve. Ha a hangvillát elek-  
tromos árammal rezgésbe hozzuk, a platinadrót

alsó vége élénk rázkódtatásnak indul, mely felfelé a felfüggesztési pontig tovaterjed. A felfüggesztési ponttól a hullámok visszatérnek az alsó vég felé s a platinadrót nyugvó hullámok alakját ölti. A hullámokat láthatóbbá teendő áramot bocsájtunk a dróton keresztül. A csomópontok vörösen izzó színben mutatkoznak, míg az erősen mozgó drótrészek, melyeket a levegő lehűt, feketék maradnak. Az ábrán 4 csomópontot látunk. Két csomópontnak (*a b*) egymástóli távolsága a hullám félhossza. Azon időt, mely alatt a drótrészecske egy teljes harántlengést végez, *lengési időnek* és a másodpercenkénti teljes lengések számát *lengésszámnak* nevezzük.

Hertz a szikrasorból kiinduló elektromos hullámok útjába fémfelületet helyezett. A hullámok a fémfelületen visszaverődtek, melynek következtében az előzőekben ismerttetett hullámok keletkeztek. A hullámsort resonator segélyével végigtapogatva, talált oly helyeket, ahol a resonator igen élénken szikrázott és olyanokat, ahol teljesen közömbös maradt. Ily módon meg-



7. ábra.

állapította a hullámhosszakat. Rubens tökéletesebb mérőeszközök alkalmazásával az elektromos erők nagyságát a hullámsor minden egyes pontján megmérte és azt találta, hogy a szomszédos helyeken az erők nagysága fokozatosan csökkenő, illetőleg növekedő.

A kavicsdobással hullámozásba hozott vízfelszínen a hullámozás egy egész hullámhosszal való tovaterjedésének, a vízrészeeskék egy fel- és alászállása felel meg. Ha a fel- és alászállások száma másodpercenként «n» és egy teljes hullám hossza «l», akkor «n l» azon út hossza, amelylyel a hullámozás egy másodperc alatt tovaterjedt. Ez a hullám *tovaterjedési sebessége*.

Az elektromos hullámokra ugyanez fennáll. Thomson említett számításai alapján a szikraképző készülék méreteiből a másodpercenkénti kisülések száma kiszámítható. Minden egyes kisülésnek egy fel- és alászállás (rezgés) felel meg. A resonator segítségével megállapítható a hullámhossz, miként Hertz kísérleteinél említettük. E két adat birtokában Hertz kiszámította, hogy az elektromos hullámok terjedési sebessége megközelítőleg a fény sebességével, vagyis másodpercenként 300,000 km.-el egyenlő.

Fénytani vizsgálatok kimutatták, hogy a törés útján elemeire bontott fehér fény egyes sugarai különböző hullámhosszal bírnak. A vörös fény hullámhossza a legnagyobb, 0·8 mikron (egy mikron a milliméter ezredrésze); a hullámhosszak a spektrum ibolyarésze felé csökkennek, az ibolyáé 0·4 mikron. A rezgésszámok ellenkezőképp viselkednek; a vörös fénysugár másodpercenkénti rezgésszáma 400 billió, az ibolyáé 800

billió. Az elektromos sugarak eddigelé ismert hullámhosszai ccentiméterek és kilométerek között váltakoznak, a rezgésszámok néhány millióra rúgnak másodpercenként. A hullámok a spektrum ultravörös részébe sorozódnak. A Röntgen-sugarakat a kutatók a legszélső ultraibolya részbe sorakoztatják.

Az elmondottakban nagy vonásokban bemutatuk azon merész előnyomulást, melyet a physikai kutatás a természet határmesgyéjén, az utolsó évtizedek alatt teljesített. Hogy kutatásaink végesek-e s ha igen, hol a vég és mikor fogjuk azt elérni: ki tudná vajjon megmondani? Anynyi azonban bizonyos, hogy a tudományos kutatás nagy hasznot hozott az emberiségre, s az emberiség a tudományos eredményeket sietett gyakorlati értékekre beváltani.

Tárgyunktól messzire kalandoznánk, ha részletesen tárgyalnánk azon érdekes és szép kísérleteket, melyekkel Hertz és követői bebizonyították, hogy az elektromos sugarak ugyanúgy követik a törés, interferencia és polarisatio törvényeit, mint a fénysugarak. A lehetőség határain belül teljes bebizonyítást nyert azon tény, hogy a fény és elektromos sugarak azonos jelenségek, csak a méretekben van eltérés.

A fénysugarak kitünő eszköze a szem, melynek reczehártyája azokat felfogja és érzékeli. Azon eszközöket, melyek az elektromos sugarak felfogására alkalmasak, hasonlóképpen *elektromos szemeknek* nevezhetjük. A Hertz-féle resonator ily elektromos szem, de gyenge és tökéletlen, csak az erősebb sugarakat veszi észre és erejüket csak közelítőleg tudja megbecsülni. Ma már nagy

száma az elektromos szemeknek áll rendelkezésünkre, melyek érzékenysége mi kívánni valót sem hagy hátra.

A resonator annál érzékenyebb, mennél kisebb a fémgolyók egymástóli távolsága. A fémgolyókat ezért nagyító segítségével állítják be, oly közel egymáshoz, hogy a fémes érintkezés éppen csak elkerültessek. A golyók közti légköz szabad szemmel már nem látható, épúgy azon szikrák sem, melyek az elektromos hullámok hatása alatt a kis közben keletkeznek.

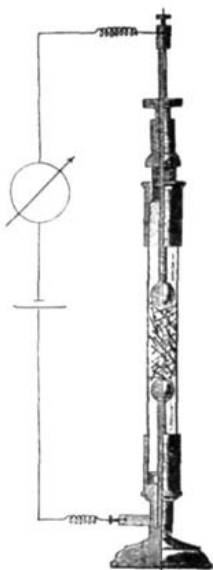
Módosított Hertz resonatort kapunk, ha az 5. ábrán látható drótkörbe kis galvánelemet és egy igen érzékeny galvanometert iktatunk. Addig míg a resonatort elektromos hullámok nem érintik, a galvanometer tűje nyugalomban marad, amint azonban hullámokat bocsájtunk ki a térbe, a tű kilengését észlelhetjük. A fémgömbök között keletkező szikrák ugyanis a környező levegőt fémgőzökkel töltik meg, amelyek zárt áramkört létesítenek a resonatorban. A sugarak eltűnése után a galvanometertű rendszerint nem tér vissza eredeti helyzetébe. Ennek oka abban rejlik, hogy a fémgőzök lecsapódása folytán fémhíd keletkezik a gömbök között, mely az áramkört zárva tartja. Amint a resonatort gyengén megrázzuk, a fémhíd leesik, a fémes érintkezés és vele együtt az áramlás megszűnik, a galvanometer tűje visszatér nyugalmi helyzetébe.

Ugyanazon egyszerű magyarázat, melyet a Hertz-féle resonatorra, mint elektromos szemre az imént adtunk, áll azon elektromos szemre is, melynek segítségével Marconi a nagy távolságra való telegrafálást megoldotta.

Branley 1890-ben igen érdekes felfedezésre bukkant. Üvegcsövet fémszemekkel, nevezetesen vas, sárgaréz és vörösrézreszeléssel töltött meg és erős áramkörbe iktatott. Daczára annak, hogy az áramforrás pólusaiból nagy, jól vezető, csiszolt fémgömböket szorosan ágyazott a fémreszelékbe (lásd a 8. sz. ábrát) az áram leküzdhetetlen ellenállásra talált. Midőn azonban az üvegcsőre elektromos sugarakat vetített, a nagy ellenállás megszűnt, a batéria egyenárama megindult, a galvanometer tűje kilengett.

A tűnemény magyarázatát a Hertz-féle resonatorra vezethetjük vissza. Az egyes fémszemcsék felületi tisztatlanságai számos szigetelő réteget képeznek az áram továbbhaladása ellen. Amint azonban elektromos sugarak behatása folytán elektromos rezonancia létesül az üvegcsőben, számos apró szikra keletkezik, melyek fémes érintkezést hoznak létre az egyes fémszemcsék között.

A tűnemény ezen egyszerű magyarázatának helyességét megerősíti azon tény, hogy oly fémeknél, melyek hosszabb időn át megtartják fémes felületüket (kevésbé oxidálódnak), mint platina, arany és ezüst, a tűnemény nem oly szem-



8. ábra.

beszökő. Könnyen oxydáló fémek, főkép vas, sárgaréz, aluminium és nikkel kiválóan alkalmasak a kísérlet eszközlésére. Szénszemcsékkel vagy szénporral a hatás bizonytalan, mely körülmény ellene szól a tűnemény tisztán mikrophonikus jellegének.

Ugylátszik Lodge volt az első, ki ily csövekkel a Hertz-féle hullámokat tanulmányozta. «The Work of Hertz and some of his successors» című könyvében több ilynemű készülékről tesz említést, melyekkel már 1889-ben kísérletezett. Tőle ered a készülék «koherer» elnevezése is, melyet a kohézió (tapadás) szóból vezetett le, jelezni akarván azt, hogy elektromos sugarak hatására a fém-szemcsék között bensőbb érintkezés, kohézió, tapadás lép fel. Lodge volt az első, aki az elektromos hullámok és a koherer segélyével való táviratozás eszméjét először felvetette. Az elérhető legnagyobb távolságot fél angol mérföldre (800 méter) becsülte, gyakorlatilag azonban az eszmét nem valósította meg.\*

\* Az «Electrician» 1897. évi október 1. számában Sir William Crookes egy idevonatkozó kijelentésére történt hivatkozás. E kijelentés a «Fortnightly Review» 1892 februárjában közzétett «Some Possibilities of Electricity» című cikkében található fel. Érdekességénél fogva kíváncsúnak tartjuk jelen helyen való közreadását:

«Azon elmélettel, hogy a szem által fel nem fogható éterhullámok körülöttünk szakadatlanul működésben vannak, komolyan csak rövid idő óta foglalkoznak. Lodge angliai, Hertz németországi kutatásai elvezettek bennünket azon határtalan területekre, amelyek oly éterjelenségekkel vagy elektromos hullámokkal vannak tele, melyek hullámhossza a mértföld ezrei és néhány láb között váltakozik. Uj, bámulatot keltő világ nyílik meg előttünk, amelytől alig vitatható el a gondolatok

A Hertz-féle sugarak számos tanulmányozója foglalkozott a dróttalan távirás gyakorlati megoldásával. Midőn az év elején Marconi eredményeiről hoztak hírt a napilapok, a tudományos körökben nem keltettek különösebb meglepetést.

Marconi egy igen elmés szerkezetet eszelt ki, mely egyszerű segédeszközökkel, biztos hatást tud felmutatni. Marconi megmutatta a kísérletezőknek, hogy dróttalan távirás csakis földkapcsolással és hosszan kifeszített drótok alkalmazásával lehetséges. E drótok képezik találmányának leglényegesebb részét. A «dróttalan távirás» elnevezés ezért nem teljesen helytálló; helyesebb a távirás ezen új módját «szikratávirás»-nak nevezni, ellentétben a régi «áramtávirás»-sal.

A Marconi-táviró lényeges része azon elektromos szem, melyet a 8. sz. ábrán bemutatunk. Az üvegső nickel és ezüst reszeléket tartalmaz (96% nickel, 4% ezüst), mely két ezüstműből való dugattyú közé van zárva. A dugattyúk belső felületei higanynyal gyengén amalgámozottak; az

átvihetőségének lehetősége. A fénysugár nem képes a falon vagy akár a londoni ködön áthatolni. De az 1 m hullámhosszal bíró elektromos sugár könnyen áthatol ezen anyagokon, reánézve átlátszóak azok. A drót, oszlop, kábel és egyéb költséges segédeszközök nélkül való távirás lebilincselő lehetősége áll előttünk. Ma már képesek vagyunk bármily hosszúságú hullámokat előállítani és azokat tetszés szerinti változatban a tér valamennyi irányába kibocsájtani. Ha valamennyinél nem is, de egyeseknél lehetséges megfelelő alakú, lencse módjára viselkedő testek útján töréseket létrehozni, és ilyformán sugárkötegeket bármely meghatározott irányba terelni. E célra szurokból vagy egyéb hasonló anyagból készült nagy, lencseformájú tömegeket alkalmaznak. Lehetséges volna, ha valamennyit nem, de egyes sugarakat

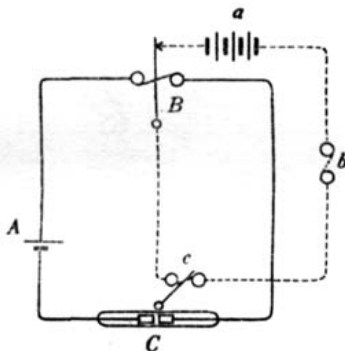
áram hozzávezetésére reáforrasztott platinadrótok szolgálnak. Az egyes fémszemcsék nagy gonddal vannak kiválogatva, csakis egyforma nagyságú, lehetőleg sarkos, jól megszáritott és tisztított szemcsék alkalmazhatók. A megtöltés után evakuált és beforrasztott készülékeket egyenként ki kell próbálni, a kevésbé vagy túlérzékenyeket kiselejtezni.

A 9. számú ábra Marconi vevő-elrendezését tünteti fel. A vastag vonallal kihúzott áramkörbe (főáramkörbe) egy batéria (A), egy érzékeny relais (B) és egy koherer (C) van bekapcsolva. A telegrafiában általánosan használatos relais tudvalevőleg oly készülék, mely igen gyenge áram hatására egy nyelvet mozgat, mely utóbbi egy másik, erősebb bateriával felszerelt áramkört (helyi áramkört) zár.

Ha a koherer fel van oldva, a főáramkör meg van szakítva, a relais nyelve a nyúvó szegen pihen. Elektromos sugarak hatására a koherer vezetővé válik, áram keletkezik a főkörben, mely

a távolban alkalmas készülékek segélyével felfogni és a Morse-féle írásmódban megrögzíteni... Két jó barát, kik készülékük ható távján belül tartózkodnak, készülékeiket azonos hullámhosszakra beállíthatnák és bármikor kedvükre beszélgethetnének egymással a Morse-abe nyelvezetén. Első pillanatra e terv ellen ama kifogás emelhető, hogy a közlések nem volnának titokban tarthatók. Tegyük fel, hogy a két állomás mértföldnyire van egymástól, ekkor a hullámok, melyeket az adó minden irányban kibocsájt, oly golyót töltenek meg, melynek sugara egy mérföld és bárki, aki e golyón belül tartózkodik, a jeleket felfoghatja. Ez ellen két orvosság van. Ha az adó és vevő helyzete pontosan meghatározott, több-kevesebb biztossággal a sugarakat a fogadó helyére lehetne összpontosítani. Ha azonban

a relais nyelvét a munkaszegre fekteti. Ezáltal az ábrán szakadozott vonallal jelölt mellékáramkör-



9. ábra.

ben «a» helyi bateria, «b» Morseiro és «c» kalapács működésnek indul. A kalapács ütésére a koherer feloldódik, a főkörben az áram megszűnik,

az adó és vevő helyhez nem kötöttek, lencsék alkalmazása nem vezetne célhoz, ily esetben mindkét állomást megállapított, azonos hullámhosszakra kellene beállítani. Feltételezem, hogy oly készülékeket fognak feltalálni, melyek egy csavar elforgatása, vagy egy drót hosszának változtatása által, előre megállapított hosszúságú hullámok felfogására alkalmassá tehetők. Feltéve, hogy a készülék 50 méteres hullámokra volna beállítva, a fogadó talán a 45—55 m. hosszú hullámokat felfogná, a többiekkel szemben azonban érzéketlen volna. Ha meggondoljuk azt, hogy a hullámoknak néhány lábtól több ezer mértföldig terjedő óriási változata áll rendelkezésünkre, a titoktartás ezen módja kivihetőnek látszik. S ha akadna egy kíváncsi, fáradságot nem ismerő idegen, nem rettenne-e vissza attól az őrült

a relaisnyelv visszatér a nyugvó szegre és a helyi bateria kikapcsolódik. Ujabb sugarak hatására e folyamat megismétlődik.

Marconit, Righi tanárnak, a Hertz-féle sugarokról tartott előadásai annyira megkapták, hogy az akkor még alig husz évet betöltött ifjú, atyjának, Bologna melletti birtokán komoly, kitartható kísérletekhez fogott. Kísérletei folyamán rájött arra, hogy nagy távolságra terjedő hatás érhető el, ha a Hertz oscillator egyik sarkát a földdel, másikat egy függélyes, magasan a levegőbe nyúló dróttal köti össze. A kapacitás növelésére eleinte a függélyes drótok felső végére, nagy kapacitású anyagokat, nevezetesen zinklemezeket és zinkhengereket alkalmazott. Később azonban tapasztalta, hogy a távhatás növelésére nem nagy kapacitásokra, hanem minél hosszabb légdrótokra van szükség.

A szikratávirás sikeres megoldásának lehetősége túlnő a laboratórium szűk keretein. Nagy, több kilométert átölelő szabad terület szükséges,

feladattól, az összes lehetséges hullámhosszak számos millióit felidézni azért, hogy csupa véletlenségből azt az egyet megtalálja. De ezen lehetőségnek is eleje vehető titkos írás alkalmazása által. — Ezek nem pusztálmok! A terv kivitelére szolgáló összes kellékek a lehetőség határán belül vannak. Az út, melyen a kutatás Európa valamennyi fővárosában halad, célra fog vezetni. Azon nap, midőn hallani fogjuk, hogy a feladat gyakorlati megoldást nyert, mihamar bekövetkezik. Korlátolt távolságokra, néhány száz méterre már ma is tudunk drót nélkül telegrafálni, jó magam is néhány év előtt jelen voltam egy kísérletnél, amelynél a ház egyik részéből a másikba a fenn leírt módzatokhoz hasonlóan, összekötő drót alkalmazása nélkül továbbiakkal táviratokat.\*

melyet hegyek, erdők meg nem szakítanak. Nagy nehézséggel kellett Marconinak megküzdeni a hosszú drótok kifeszítésénél, különösen eleinte, midőn azokat nagy kapacitások nyérése végett megterhelte.

Marconi munkálatait szerencsés körülmény segítette elő. Preece, angol táviró főmérnök évek óta fáradozott azon, hogy az angol partok világitó hajói és a közeli szárazföld között, kábelek mellőzésével távirati összeköttetést létesítsen. Az elektromos indukció alapelvéből indult ki. A két állomáson egymással párhuzamosan, drótokat feszített ki. A drótvégeket a vízbe vezette, úgy, hogy mindegyik állomás egy-egy zárt kört alkotott. Az egyik körbe erőteljes váltóáramot bocsájtott, a másik állomás drótkörében ennek folytán indukált áram keletkezett. Az indukált áramot telefon segélyével fogta fel. Ily módon már 1892-ben a Bristol-csatornában Penarth és Flat-holm között távirati összeköttetést létesített. Hasonló kísérleteket folytattak Rathenau és Rubens a Wannsee-n. Kielégítő eredményt csak korlátolt távolságok mellett tudtak elérni.

Marconi Preecehez fordult, ki azonnal felfogta a találmány óriási horderejét, Marconi rendelkezésére állott. Penarth és Flat-holm között Preece vezetése, Gavey és Cooper mérnökök segédlete mellett kiterjedt kísérletezés indult meg.

A Penarth melletti Lavernock-Point 20 méter magas tengermelléki sziklafalára egy 30 méter magas árbóczot emeltek. Az árbóczot erős drótkötelekkel rögzítették, csúcsára egy 2 méter magas és 1 méter átmérőjű zinkkalapot helyeztek. A zinkkalaptól egy izolált rézdrótot vezettek az

árbócz tövénél elhelyezett vevő-készülék egyik sarkához. A vevő másik sarkát hosszú drótkötéssel a tengerrel kötötték össze. A csatorna közepén Lavernock-Pointtól 5 km.-re fekvő Flatholm szigeten állították fel az adókészüléket. Deszkaházikóban helyezték el az oscillatort, egy aránylag kis induktort, melyet egy 8 cellás akkumulátor táplált. A belső 10 czm. átmérőjű tömör rézgömböket 2 mm. távolságra állítottak be, a közt vaselin olajjal töltötték meg. A külső, ugyancsak tömör rézgömbök 4 cm. átmérővel bírtak és 10 mm. távolságra voltak a belső gömböktől elhelyezve. A kis gömbök egyikét egy árbócczal, mely a lavernock-pointivel teljesen azonos berendezésű volt, kötötték össze. A másik gömbtől egy drótot a tengerbe vezettek.

A kísérlet első napján Preece régi eljárásával egyezően telefont kapcsoltak a fogadó készülékhez. A kísérlet sikerrel járt. A második napon Marconi módszere szerint próbáltak telegrafálni. A próba eleinte nem sikerült, amit az árbóczytartó drótkötelek zavaró hatásának tulajdonítottak, melyek a vevődrótot kalitka módjára fogták körül. Amint másnap az árbóczyt 20 m.-el megtoldották és a vevőkészüléket az árbóczy tövétől távolabbra helyezték, jelentkeztek az első, még bizonytalan jelek. Teljes sikert csak a következő napon érték el, midőn a vevőkészüléket levitték a tengerpartra és ezáltal a hatásos dróthosszat csaknem megkétszerezték.

Kitörölhetetlen emlék gyanánt él a résztvevőkben ama történeti nap (1897 május 13.), midőn magukat az erős tengerparti szelektől óvandó, ötéssel húzódtak meg egy nagy faládjában és érzé-

keik emberfölötti megfeszítésével lesték a vevő készülék megszólalását. Egyszerre csak a megállapított zászlójelet az első halk kopogás, a morse a b c jól ismert «v» betűje követte, melyet ama ismeretlen, titokzatos valami, az éter hozott hozzájuk, azon éter, mely hidat alkot a világegyetem összes planétái között.

E sikeren felbuzdúlva, nagyobb távolságra terjesztették ki a kísérleteket. A Lavernock-Point és Brean-Down közötti 14·5 km.-es vonalon megajtett próbák hasonlóan eredményesek voltak. E kísérleteknél a drótok tartására sárkányokat alkalmaztak.

Az Angliában látottakon okulva, folytatták a berlini, régebben megkezdett kísérleteket a Marconi-féle légdrótok alkalmazásával.

Az első kísérletet junius végén eszközölték. A műegyetemet a sórakodó parton fekvő vegyészeti gyárral kötötték össze, ahol víztorony állott rendelkezésre az adó drót megerősítésére. A kísérletet, bár sikerrel járt, félbe kellett szakítani, mert a környékbeli telefonhálózatban zavarok állottak elő, olyanok, aminek zivataros időben tapasztalhatók.

A következő kísérlet céljaira egy  $\frac{1}{4}$  km.-nyire fekvő egyemeletes lakóházat használtak fel, melynek pinczéjébe helyezték el az adó készüléket, a légdrótot pedig egy villámhárítóul szolgáló zászlótartó csúcsára erősítették. A műegyetem egyik termében helyezték el a vevő készüléket, a koherer egyik pólusát vízvezetéki cső útján kapcsolták össze a földdel, a másik végéből kiinduló vevő drótot pedig egy a tetőzetre erősített porcellán izolatorra akasztották. A kísérletek eredményesek voltak.

Ily kis távolságok azonban a tünemény tudományos vizsgálatra nem alkalmasak. A kísérleteket legfelsőbb engedély alapján Potsdam mellett, a Havel vizein és a királyi kertekben folytatták, a királyi tengerészlet legénységének segítségével.

Ezen a természet felséges laboratóriumában eszközölt kísérletek a legkellemesebb, legélvezetesebb tanulmányok voltak, melyeket valaha végeztek. A tervszerűen végrehajtott kísérletekből, sajnos, nem sikerült a tünemény tudományos magyarázatát levezetni, de új eszméknek váltak kútforrásává, számos mellékkörülményre derítettek világosságot és így közvetve hozzájárultak a szikratáviró sikeres térhódításához.

A glienicki híd melletti matrózállomást rendezték be vevő-állomásnak. A vevő-drótot egy 26 méter magas árbóczra erősítették. Adó-állomásul a 3 km.-re fekvő kis szigetcskét a «Pfaueninsel»-t választották. Az adó-készüléket az ottani kastély egyik szobájában állították fel, a 26 m. hosszú adó-drótot egy a kastélyra erősített magas árbócz csúcsáról vezették a szoba ablakáig. Mindkét állomáson jó földösszeköttetést létesítettek, olyformán, hogy a drótok szabad végeit a Havel folyóba helyezték egy-egy erős zinklemezhez forrasztották.

Az első kísérletek nem hoztak kedvező eredményt. A jelzések megérkeztek ugyan, de szakadozottan, olvashatatlanul. A zavart fokozta az is, hogy oly jelek érkeztek, amelyeket az adó-állomás nem adott. E jeleket csakis a vevő-állomás légdrótja okozhatta, arra azonban, hogy minők okok folytán, nem találtak magyarázatot. A lég-

köri elektromosság káros befolyására nem gondoltak, mivel az idő derült, viharmentes volt. A légköri elektromosság az angol kísérletekre is zavarólag hatott, e hatások azonban ott igen kis mérvben léptek fel, zavart úgyszólván alig okoztak. Ha a vevő drótját a készülékből kikapcsolták és izoláltan tartották, azután bizonyos idő múlva ismét bekapcsolták, a koherer megszólalt. A kísérletet egymásután háromszor-négyszer megismételve, ugyanazt tapasztalták, a hatás azonban fokozatosan gyengült, míg végül teljesen elmaradt. Bizonyos hosszabb idő múlva e kísérletet meg lehetett ismételni.

E jelenség a légköri elektromosságnak következménye. A nagy kapacitású drótvégek ugyanis a levegőből elektromos töltésre tesznek szert. Az ennek folytán fellépő hatások azonban olyannyira gyengék voltak, hogy a táviratozást nem zavarták. A potsdami kísérleteknél a zavarok nagyobbak voltak, daczára annak, hogy a drótvégeken nem alkalmaztak nagy kapacitásokat. Elhagyták ugyanis azokat, mivel kezdettől fogva kétségbevonták jelentőségüket és mivel Jackson angol tengerészkapitánytól azt az értesülést nyerték, hogy két km. távolságú hajók között sikerrel telegrafált egyszerű, kapacitás nélküli drótok segítségével.

Hosszas kutatás után végre minden kétséget kizárólag belátták, hogy a zavarokat mégis a légköri elektromosság okozta. A hatás csak azért volt oly nagy, mivel igen érzékeny elektromos szemet alkalmaztak. A kohererben a fém túlságosan finom és nem egyenletes szemcséjű volt és sok ezüstöt tartalmazott, miért is felcserélték

olyannal, melybe durvább, de azonos nagyságú fémszemcséket helyeztek, ezüstöt pedig egyáltalában nem alkalmaztak. A kohererek a laboratóriumban kitűnően működtek, büszkéek voltak sikeres készítményükre. A természet azonban arra kényszerített, hogy a kitűnő műszert egy tökéletlenebb, de neki jobban tetszőre cseréljék ki.

A másik hibát, a jelek szaggatottságát sokkal nehezebben tudták kiküszöbölni. Miután a szigetet a matróz-állomástól nem látták, nem tudták az érintkezést zászlójelekkel fenntartani. Küldönczök alkalmazása sem vezetett célhoz, mert e módszer időrabló és fáradságos volt. Ezért az adó-állomást a matróz-állomástól 1.6 km.-re fekvő sacrowi templomba helyezték át, ahonnan a zászlójelzéseket tisztán látták. A templom harangtornyára egy árbóczot helyeztek, amelynek a földtől 23 méter magasságú csúcsára erősítették a vevő-drótot. Az oscillátort a templom egyik oszlop-folyosójában állították fel.

A Sacrowban feladott táviratok a matrózállomásra tisztán, minden zavar nélkül érkeztek meg. Légköri zavarok a durvább szemcséjű koherer alkalmazása folytán nem jelentkeztek, a Morse-jelek szakadásai is megszűntek. Csak néha, midőn a Spree kifeszített vitorlájú hajói a templom közelébe jutottak, jelentkeztek szaggatott Morse-jelek, melyek azonban még olvashatók voltak.

A Morse-jelek szakadásának magyarázatát véletlen körülmény szolgáltatta. Hogy a szikragerjesztőt az esőzés ellen megóvják, az oszlopfolyósóba mélyebben, a fal mellé helyezték. Ezáltal az adó-drót mintegy 2 m. hosszban behajlott,

úgy hogy egy helyen a földhöz 30 cm. közelségre jutott. Ez a közelség zavarólag hatott. Azon elektromos sugarak ugyanis, amelyek a drót ezen részéből kiindultak nem terjedtek szét a térben, hanem közvetlenül a földbe mentek át. Midőn a drótot megrövidítettük és egyenesen kifeszítettük, mindennemű zavar megszűnt, a telegrafálás kitűnően sikerült.

A sacrowi templomban folytatott további kísérletek fontos eredménnyel jártak. Midőn az adó drótot a harangtorony mentén függélyesen levették a toronybejárásnál felállított oscillatorhoz, a jelek teljesen elmaradtak. Ennek okát csak hosszas próbálgatás után derítették ki. A nyert eredmény a Pfaueninselbeli kudarczra is világosságot vetett. A harangtorony közvetlen közelségében magas facsoportok voltak, melyek olyannyira elfedték a függélyes drótot, hogy a matróz-állomástól messzelátó segítségével a drótnak csak legfelső részét lehetett meglátni. A drótból kiinduló sugarakat a facsoport elnyelte, illetőleg a földbe vezette. A sikeres szikratávirás egyik főkövetelménye, hogy az adó-drót közelében akadályok ne legyenek, az adó- és vevő-drótnak mintegy láttni kell egymást. A pfaueninseli kudarczot az okozta, hogy a két állomás közötti légvonalban magaslatok, fa és házecsoportok voltak. A sugarak ezen tárgyakon keresztül hatolni voltak kénytelenek, ami hatásukat gyengítette.

Eleinte a pfaueninseli kastély villámhárítójára gyanakodtak, hogy zavarja jelenlétével a közlekedést. Eltávolították földkapcsolatát, javulás azonban nem mutatkozott. Azután a vevő-készüléket helyezték távolabbra, nyugati irányban.

Egy magas fára erősítették az árbóczot, melynek csúcsa 23 méternyire állott ki a földből. Ezáltal az épületek és facsoportok egy része kiesett a légvonalból. A helyzet javult, de nem lényegesen. A kastély árbóczára felfüggesztett adódrótot kis hajlással egy zászlótartóra, onnan pedig a parton felállított oscillatorhoz vezették. A drót most már teljesen szabad volt, hossza azonban 65 m.-re megnövekedett, míg a vevő-drót csak 26 m. hosszú volt. A jelek jobbak lettek, de azért meg bizonytalanok maradtak. Végre midőn a vevő drótot is 65 m. hosszúra készítették, teljesen kielégítő eredményt nyertek.

A drótok meghosszabbítása és láthatóvá tétele, valamint a hosszak azonossága hozták meg a teljes sikert. A felfüggesztési pontok magasságai változatlanok maradtak. Hogy melyek most már a lényeges követelmények, ennek megállapítására a matrózállomásra tértek vissza. A drót hosszát 65 m.-re toldották és ime a Pfaueninsel jelei pontosan és biztosan érkeztek meg az állomásra.

A kísérletek ama kétségtelen tényt bizonyították, hogy a drótok hossza és a hosszak egyenlősége lényeges befolyással bírnak. Közbenső tárgyak zavarólag hatnak ugyan, de hatásuk legyőzhető, ha kellő hosszúságú drótokat alkalmazunk.

Külön kísérleteket folytattak annak a megvilágítására, hogy a vevő előtt kifeszített függélyes drótok, minő befolyást gyakorolnak a jelek zavartalan érkezésére. A vevőt, mely eddigelé a zászlótartótól oldalt volt elhelyezve, közvetlenül a tartó mellé állították, úgy hogy a drótkötelek azt kalitka módjára körülvették. Valamennyi drótkötél jó földösszeköttetéssel bírt, egynek ki-

vételével, melyet kenderkötél közbeiktatásával izoláltak. A Sacrowból feladott jeleket a fogadó zavar nélkül vette fel. Az izolált drótkötelet vevő-drót gyanánt próbálták használni. A jelek azonban gyengék és megbízhatatlanok voltak, amely körülmény a vasanyagnak vevő-dróttul való alkalmatlanságát és a kifeszítés káros következményét bizonyította.

Kismérvű feszítésnek nincs káros befolyása. Ezt egy csupasz rézdróttal megejtett kísérlet mutatta, melynél a drótot a zászlóárbóc köré tekercselték, mielőtt végét a készülékhez erősítették. A jelek ekkor sem gyengültek, midőn a drót egy részét 40 tekercseléssel egy orsóra feltekercselték.

Egy a vevő-drótbba iktatott 100 ohmnyi ellenállás nem gyengítette a jeleket; 1000 ohm közbeiktatása már érezhető befolyással járt, a jelek csaknem olvashatatlanok voltak.

Végül még egy körülményről kell megemlékezni, mely többször ismétlődött és amelynek kétségtelen magyarázatát nem tudták megtalálni. Azon kísérleteknél, melyeknél szakadozott jelek mutatkoztak, a zavar nagybodolását tapasztalták, amint az idő szelesre vált. Valószínű hogy a falevelek, melyeken a hullámoknak áthaladni kellett, mozgásukkal fokozták a zavart. Lehetséges az is, hogy az áramlásban levő levegő a drót töltését siettet. A légnedvesség a kísérletek lefolyására semminemű hátsást nem gyakorolt, köd vagy eső a jeleket nem zavarta.

A potsdami kísérletek célja kizárólag csak az volt, hogy a szikratáviró jelenségeit megismerjék, fontosabb alapkövetelményekkel tisztába jöjjenek és hogy a készülékek kezelésében némi gya-

korlatra tegyenek szert. A szikratávirás határának megállapítása, nagy távolságok legyőzése nem képezte a potsdami kísérletek feladatát. E célra más, alkalmasabb hely megválasztására gondoltak. Ugyancsak ezen okból a kísérletek keretén túlterjedőnek tekintették a hatásosabb szikraképzés módjának kérdését is. A készülékek, amelyekkel a kísérleteket folytatták, egy Siemens-Halskeféle 25 cm. ütőtávolságú szikrainduktor, egy 8 cellás akkumulátorbatéria és egy a 6. sz. ábrán látható oscillator voltak. A nagy golyók távolsága állandóan 2 mm.-t tett ki, a kis külső golyók távolsága 3 és 15 mm. között váltakozott. A külső szikrák hosszának befolyását nem figyelték meg. A beállítást mindenkor úgy eszközölték, hogy az olajban fellépő szikrák, egyenletes, fehér fényűek legyenek.

Mielőtt a nagyobb távolságok melletti kísérletekre áttérnénk, röviden meg kell emlékezni azon kísérletekről, melyeket Marconi ez év júliusában Speziában, az olasz tengerészet közreműködésével végzett.

E kísérleteket július 10. és 18-ika között eszközölték. Az első három napon szárazföldön folytak a kísérletek és 3-6 km. távolság mellett kitűnően sikerültek.

Július 14-én a S. Bartolomeo-ban levő arsenálból egy mozgásban levő vontató gőzösre táviratoztak. Az adó-készüléket S. Bartolomeoban állították fel, a 26 m. hosszú, 10 mm<sup>2</sup> keresztmetszetű rézkábelt egy árbóczra erősítették. A 25 cm. ütőtávú szikrainduktort egy 4 cellás akkumulátor táplálta. Az oscillator belső golyói 10 cm., a külsők 5 cm. átmérővel bírtak.

A vontatógőzös árbóczára erősített vevő-drót 16 m. hosszú és  $10 \text{ mm}^2$  keresztmetszetű volt. Az adó- és vevő-drót csúcsára  $0.4 \times 0.4$  m. fölületű zinklemezeket alkalmaztak kapacitásul. Földösszeköttetésről a tenger közvetítésével gondoskodtak. A kísérlet 4 km. távolságig sikerült, azontúl a jelek bizonytalanok voltak. Az eredménytelenséget az oscillator tökéletlenségének és a légköri elektromosság befolyásának tulajdonították.

Julius 15-én a kísérletet megismételték, előzőleg azonban a bartolomeoi árbóczot 30 m.-re meghosszabbították. A gőzös elindulásakor a vevő folytonosan jelzéseket adott, daczára annak, hogy az adó-állomás még nem működött. E jelenséget viharfelhők okozták, miért is a kísérletet azok eloszlásáig beszüntették. Amint a látványosság kiderült, a kísérletek 5.5 km. távolságig sikerültek. Ezután a gőzöst úgy irányították, hogy a két állomás közé egy földnyelvet iktattak. A jelek bizonytalanok, olvashatatlanok lettek.

A következő napon, 16-án a kísérleteket derült idő mellett megismételték. A jelek 7.48 km.-ig tiszták maradtak; 9 km.-nél egyesek még olvashatók voltak.

A 17-én és 18-án eszközölt kísérleteknél a vontató gőzöst a S. Martino nevű pánczélossal cserélték fel. A bartolomeoi légdrótot 34 m.-re emelték, az induktort 5 cellás akkumulátorral táplálták. A fogadó-drótot egy 17 m., a tengerszintől 22 m. magas árbóczra erősítették.

Julius 17-én a pánczélost S. Bartolomeotól 32 km.-re lehorgonyozták. A vevőt a hajó különböző helyein, a szabadban és belül a hajógép kö-

zelében állították fel. Az érintkezés jól sikerült. Még akkor is, midőn a vevőt a hajó legmélyebb kamrájába helyezték, gyengébb, de eléggé érthető jeleket nyertek.

A kísérletek legérdekesebbje 18-án folyt le. A pánczélos mozgásban volt, egyébként a körülmények ugyanazok voltak, mint az előző napon. A hajó indulásától 12·5 km. távolságig az érintkezés sikeres, azontúl fogyatékos volt. A hajó visszafordult, de csak 10 km. távolságon belül sikerült többé-kevésbbé olvasható jeleket nyerni.

Kisebb szünet után a hajó S. Bartolomeotól 6 km.-nyire kifelé indult. Az érintkezés 16·3 km.-ig kifogástalan volt. Azontúl zavarok és megszakítások léptek fel, egyes szavak azonban 18 km.-ig olvashatók voltak. A vevőt a hajó hátsó végén állították fel. Midőn visszafelé halaktak, a vasból való árbóczok és tornyok az adó és vevő közé kerültek. Ezen körülménynak tulajdonították azt, hogy csak 12 km.-nyire fogták fel az első bizonytalan jeleket. A hajót azután úgy irányították, hogy két sziget választotta el a két állomást. A jelek teljesen kimaradtak, daczára annak, hogy a távolság csak 7—8 km.-t tett ki. Midőn a légvonalat szabaddá tették, kaptak 6·5 km.-re olvasható jeleket.

Ezen kísérletek teljesen igazolják azon tapasztalatokat, melyeket a pfaueninseli kísérleteknél gyűjtöttek. A közbenső akadályok itt is gyengítették a hatást és csak a drótok hosszabbításával sikerült azok ellensúlyozása.

A Potsdamban szerzett tapasztalatok arra tanítottak, hogy a szikratáviró nagyobb távolságokra való alkalmazása is biztos sikerrel kecse-

tet, ha elegendő, magas és hosszú drótokat alkalmazunk.

Ujabb kísérletekhez fogtak a hadsereg léghajós osztályának bevonásával.

A tempelhofi mezőn egy előkísérletet végeztek azon czélból, hogy a léghajós osztály tisztikara a kísérletek módját és czélját megismerje. Azt is meg akarták állapítani, hogy erőteljes szikrákat lehetséges-e a léggömbtartó kötélbe tölteni a léghajó veszélyeztetése nélkül. Adó, illetőleg vevő drót gyanánt ugyanis a legkézenfekvőbb volt a gömbtartó drótkötelek alkalmazása. Két világítógázzal megtöltött gömböt alkalmaztak, melyek kötelekkel voltak leerősítve. A kötelek felső 20 m. hosszú része kenderből készült, hogy a szikrák a gömbökre át ne ugorhassanak, alsó 20 m. hosszú része a földérintkezés meggátolására ugyancsak kenderből volt, a középső 100 m. hosszú részt pedig közönséges drótkötél képezte. A drótkötél alsó végéről csupasz rézdrót vezetett az oscillator egyik sarkához. A készülék szabadon állott a földön és másik sarka egy a földbe szúrt kard segélyével a földdel volt összekötve. A vevőt 3 km. távolságra állították fel az adó állomástól.

A vastag drótkötelek kapacitása jóval felülmúlta az eddigelé használt vékony rézdrótok kapacitását, miáltal aránylag gyengébb szikrákat lehetett alkalmazni. Az oscillator erősítését szándékosan elejtették s daczára ennek a készülék teljesen kielégítőleg működött. A hatás a vevőn sokkal erőteljesebb volt, úgy hogy kevésbbé érzékeny koherert kellett alkalmazni. Légköri elektromosságból eredő zavarok felléptek ugyan, hatá-

suk azonban rövid lefolyású volt. A morseszalagon pontok képében mutatkoztak, melyek az adott jelek olvashatóságát nem zavarták, miután azok rövid és hosszú vonalakból állottak.

A sikerült előkísérlet után áttértek a tulajdonképpeni főkísérletekre, melyeket Zossen mellett hajtottak végre. Rangsdorfban állították fel az adó állomást, mely légvonalban 21 km.-re van Tempelhoftól, ahol a vevő állomás volt berendezve. A kísérletek három napig tartottak, reggeli 10-től délután 3 óráig.

Az első napon, október hó 5-én az idő délelőtt 10 óráig derült, azontúl gyengén borult volt. Hőmérséklet 8 fok C., barométerállás 770.5 mm., légnedvesség 70%. Szélirány: keleti.

Az erős szél miatt Sigsfeld rendszerű sárkánylég hajókat alkalmaztak. A rangsdorfi léggömb magasságmérővel volt felszerelve. A magasságbeli ingadozások tetemesek voltak. A gömb magassága a földtől középértékben 300 m.-t tett ki.

Az adó- és vevő-készülékeket a drótkötelek alsó végével 1 mm. átmérőjű rézdrótok kötötték össze. Rangsdorfban a földkapcsolást egy a meg nedvesített földbe ásott rézlemez, Tempelhofban egy a földbe szúrt kard létesítették. Az alkalmazott szikrák hossza az olajban 1 mm., kívül 2 mm.

Midőn a légdrótokat a készülékek sarkaihoz kapcsolták, erős elektromos ütések érezték, amelyek a szigetelő vastag gummikesztyűkön keresztül is érezhetők voltak.

Az eredmény nem volt kielégítő. Jelek érkeztek ugyan, de szakadozottak és bizonytalanok. A készülék még akkor is működött, midőn jeleket nem küldöttek. A szalagon folytonosan jelentek



meg pontok és vonalak, a levezetett légköri elektromosság következtében. Azonnal belátták, hogy ez zavart a drótkötél nagy kapacitása okozta.

A kísérlet második napján, október hó 6-án az idő változatlan volt. Égbolt borult, hőmérséklet 7 fok C., barométerállás 769.5 mm., légnedves-ség 63%. Szél: hideg, északkeleti.

A léggömbök eleinte 300 m. délután 1 órától 400 m. hosszú drótkötél mellett 200, illetőleg 280 m. magasságban lebegtek. A magassági ingadozások kisebbek voltak, mint előző napon.

Aczélból való telefonkábel — olyan aminő a léghajóknak a földdel való kapcsolására használatos — szolgált vevő drót gyanánt. A drót kenderkötéllel volt a léghajó kosarához erősítve, alsó végét a készülék egyik sarkához kapcsolták. A tartókötél, melyet ezúttal kenderkötél toldattal nem láttak el, fémes érintkezésben állott az emelődobbal, mely viszont jó földösszeköttetéssel bírt. Ezen elrendezéssel a légköri elektromosság hatását akarták gyengíteni, illetőleg a vevődróttól elterelni. Ez hatás azonban nem maradtak el, sőt oly erővel léptek fel, hogy a telefonkábeleket, ha szabadon lógtak, erős ütés veszélye nélkül nem lehetett kézbe venni. A vevőn lényegesen javult a hatás. Az egyes jelek tisztán érthetők voltak, a morsejelek azonban gyakran szakadoztak. A légköri elektromosság behatását számos pont jelezte a morseszalagon. Mindazonáltal a drótok csökkentett kapacitása folytán bekövetkezett javulás szembetűnő volt.

A megkezdett úton való továbbhaladás a kísérlet harmadik napján teljes sikerhez vezetett.

Október hó 7-én csütörtökön az idő enyhébb

volt, a szemhatár teljesen borult. Hőmérsék 6 fok C., barométerállás 769·4, légnedvesség 55%. Szélirány: észak-nyugot.

A morsejelek előző napi szakadásait a potsdami tapasztalatok alapján, a telefonkábel aczéldrótjának és annak erős feszítésének tulajdonították. Ezért az aczéldrótot 0·46 mm. átmérőjű fonott rézdrótokkal helyettesítették. Ezáltal a kapacitás is csökkent.

Már az első jelnél, melyet a fogadó felvett, mutatkozott a teljes siker. E jel kiváló pontossággal és tisztán érkezett meg. A csendháborítók le voltak leplezve és végleg eltávolítva: a nagy kapacitás, az aczéldrót és a feszítés.

A léghajó függélyes magassága a magasságmérő szerint 250—280 m. volt. A légköri elektromosság ugyanoly erővel működött, mint előzőleg; a szabadon lógó rézdrótot büntetlenül nem lehetett kézbe venni. A jeleket azonban nem zavarta többé. Csak apró pontok mutatkoztak a szalagon, amelyek a morsejelek szabatosságát nem befolyásolták.

A kísérleteket azon meggyőződéssel zárták le, hogy a jelenlegi eszközökkel még távolról sem érték el a távolbairás határát. Azt a határt u. is, amelynél rendszeres táviratváltás még lehetséges. Ha meggondoljuk, hogy lehorgonyzott léggömbökkel 1000 m. magasságú légdrótokat alkalmazhatók s hogy továbbá erőteljesebb szikrák előállítására eddigelé súlyt nem helyeztek, joggal következtethetjük azt, hogy a nagy távolságú szikratáviróra nagy jövő vár.

A szikrák előállítására eddigelé csak oly induktorokat alkalmaztak, amelyek ütőtávja a

30 cm.-t meg nem haladta. Nagyobb ütőtávú induktorokkal nagyobb szikrák és nagyobb távolságú táviratozás létesíthetők. Ha induktor helyett váltóáramú dynamogépeket alkalmazunk, a hatás lényegesen fokozható lesz.

Több ízben vetették fel a kérdést a szikratáviró jövőendő irányáról és alkalmazási teréről. Ismere-teink e téren még fölötte szerények. A kezdet kezdetén állunk és így ki tudná már ma megmondani, hogy hová vezet utunk. Nem akarunk jóslásokba bocsájtkozni, azt azonban teljes határozottsággal állíthatjuk, hogy a szikratáviró már ma bizonyos célokra komolyan számításba vehető. A legfontosabb alkalmazási tere a katonai. Megszállt erődök, előrenyomuló hadseregek, amelyek között ellenséges haderők állanak üzenetek váltására felhasználhatják az új találmányt, mely biztosan működik éjjel avagy ködös időben is.

A tengerészetre ugyancsak nagy hasznot fog hozni a szikratáviró. Közelfekvő továbbá az alkalmazás előnye világító tornyokon és hajókon. A vevő-készülékeket nem lesz nehéz kis méretűekre készíteni. E kis készülékek a világító torony közelében meg fognak szólalni, sőt nem lehetetlen az sem, hogy egy állító szerkezettel bizonyos érzékenységi fokra beállítva, a világító torony távolságát is jelezni fogják. Ezek azonban a jövő képei, melyek további megrajzolásától tartózkodunk, nehogy tévutakra csábíttassunk.

Szerényebbek, de nem kevésbé fontosak azon tervek, melyek Angliában merültek fel. Anglia körül van véve apró szigetekkel, melyek részint fürdőhelyek, részint katonai állomások. E szigetek nincsenek táviró állomásokkal felszerelve, mi-

vel a kábelrakási és fenntartási költségek nem találják fedezetüket a gyér táviró forgalomban. Mr. Preece jelenleg Guernsey és Sark szigetek felszerelésén dolgozik. Az angol táviróhatóság Dover és Calais között szándékozik szikratáviró összeköttetést létesíteni.

A következőkben egy oly kérdést óhajtunk érinteni, amely igen élénken foglalkoztatja a szaköröket. Az adó drótból kiinduló elektromos hullámok tudvalevőleg a tér minden irányába kiterjednek. A hullámok az útjukba eső összes vevő állomást érintik s ha azok megfelelően érzékenyek, megszólalnak. Így tehát minden kiküldött távirat az egész világ tudomására jut. Ezen kétségtelenül fennálló tény a szikratáviró Achilles sarkát képezi, amely az alkalmazás lehetőségét szűkebb korlátok közé szorítja.

Ha a táviratok titokban tartását biztosítani akarjuk, nem marad más hátra, mint előre megállapított, titkos jeleket alkalmazni. Háborús időben a táviratozást egy ellenséges szikragerjesztő beleszólása tartósan megghiúsíthatja. Az éterhullámoknak egy igen érdekes harcza állana elő, mely a jelek zavarosságában nyerne kifejezést.

E tagadhatatlan hiányosságok azonban nem tartóztatnak fel bennünket abbeli törekvéseinkben, hogy az új szikratáviróval tovább ne foglalkozzunk. Egészen újszerű tünetények előtt állunk, melyek a műszaki alkalmazások birodalmába bebocsájtást kérnek. A haladást itt is, úgymint mindenütt, nem lehet útjában feltartóztatni.

A fennebb ismertetett kísérleteknél az adó- és vevő készülékek pólusai a légdrótokkal, illetőleg a földdel voltak összekötve. A földkapcsolásnak

nem kell túlságos bensőnek lenni, elegendő egy, a földbe szúrt kard, egy, a vízbe fektetett drót. Ha azonban a földkapcsolást teljesen mellőzzük, a fogadón a hatás lényegesen gyengébb.

Külön kísérleteket végeztek azon célból, hogy meggyőződjenek, vajjon okvetlenül szükséges-e a légdrót függélyes vezetése. Azt tapasztalták, hogy ez nem szükséges. Vízzintes helyzetű légdrótokkal is lehet telegraphálni, ha azok kellő távolságnyira vannak a földtől. A hatás gyengül, a mint a földhöz közeledünk, 2 m.-nél magasabban kifeszített vízzintes drótokkal már nagyobb távolságra lehet telegraphálni. A költséges léggömbök alkalmazása tehát nem okvetlenül szükséges, gondoskodni kell azonban arról, hogy a vízzintes drótok oly magasan nyerjenek elhelyezést, hogy egymást láthassák.

A drótok lehető párhuzamos elhelyezésére a biztos hatás elérése szempontjából feltétlen szükség van.

A végzett kísérletek azt igazolták, hogy nem a drótok magassága, hanem azok hossza a lényegesebb tényező. A drótok magasságának csak olyannak kell lenni, hogy a közbenső akadályokat bizonyos mértékig felülmulják. Az alacsony elrendezésnek az a nagy előnye volna, hogy a légköri elektromosság zavaró hatása teljesen kiküszöböltetnék. Tudvalevő ugyanis, hogy a levegő elektromos potenciálja ugyanazon magasságban állandó és így a két drótnak a kohereren át való kisülése be nem következhetik. A vevőkészüléket azonban a földtől elszigetelten kell felállítani.

A kísérleteknél még egy fontos megfigyelést

tettek. E megfigyelés egy az éterrezgések továbbadási irányában fekvő drót szerepére vonatkozik. Amidőn ugyanis a műegyetem hosszú folyosóin, az akkori még tökéletlen eszközökkel kísérleteztek, feltűnt, hogy egy napon nagyobb távolságot értek el, daczára annak, hogy teljesen azonos körülmények mellett dolgoztak, mint az előző napokon. Az okot egy 10 m. hosszúságú vékony drót szolgáltatta, mely a padlón hevert a telegrafálás irányában. Midőn a drótot eltávolították, a hatás a régi, lényegesen gyengébb volt. További kísérletek megmutatták, hogy az elektromos hullámok drótokban jobban haladnak, mint a levegőben és hogy a hullámok haladásuk alkalmával a drótokat felkeresik, a bennük való haladást előnyben részesítik, ha azok a haladás irányában fekszenek. A matrózállomáson 160 m. hosszú, jól izolált drótot feszítettek ki, a földtől egy m. távolságban. Közel a drót egyik végéhez apró szikrákat állítottak elő, a másik vég közelében egy vevő készüléket helyeztek el. A drót kifogástalanul közvetítette a gyenge hullámokat, a vevő tisztán adta vissza a leadott jeleket. A kísérletet egy tízszerre hosszabb telefondróttal megismételték. Hatás azonban még erőteljes szikrák mellett sem mutatkozott, mivel a drót egyrésze a Havel vizébe volt fektetve és így a földdel összeköttetésben állott. Akkor sem szólalt meg a vevő, midőn a telefondrótot a szikragerjesztő pólusához kapcsolták.

Ez alapon talán egy újfajta telegrafiát lehetne alapítani egy vezető dróttal, földkapcsolás nélkül. Ha a drót egyik végét az adó, másikat a vevő állomással kötnők össze, apró szikrák segé-

lyével bizonyára mérföldekre lehetne táviratozni. Előzőleg azonban meg kellene állapítani, hogy a használatos isolatorok elegendők volnának-e a hullámok levezetésének meggátlására, miként ma a rendes telegraphiában eléggé isolálják az egyenáramot.

Más meggondolás egy igen érdekes következtetésre ad alkalmat. Az egyenáram tudvalevőleg csakis vezetőkben terjed tova, mindennemű isolatió akadályként szerepel. Hogy mily nagymértűek, az isolatió folytán fellépő akadályok azt a koherer tárgyalása alkalmával láttuk, amely a szemesék közti csekély levegőrétegek folytán teljesen útját állja az egyenáram áthaladásának. A gyors egymásutánban kisülő szikrákból kiinduló elektromos hullámok ellenkezőleg viselkednek. Könnyűséggel hatolnak át a legjobb isolatorokon, mint pl. a levegőn, de fémbe ütközve, megakadnak. Visszaverődnek, miként a fény a tükröző felületen. A drótok mentén haladó hullámok nem hatolnak a drót belsejébe, hanem az azt körülvevő szabad éterterben folytatják útjukat.

Minden drót a teret két részre, egy külső és egy belső részre osztja. A két teret külső és belső csőnek nevezhetjük. Az egyenáram a belső csövet foglalja le magának, a külső cső pedig az elektromos hullámok rendelkezésére áll. E meggondolás alapján egyetlen dróttal kétféle távirat továbbításának lehetőségére következtethetünk. Egyiket az egyenáram, másikat a szikráram — ha szabad e kifejezést használnunk — segítségével. Következtetésünk helyessége kísérletileg igazolható.

Az imént előadott példával ráakartunk mutatni arra, hogy az elektromos sugarak alkalmazási köre a Marconi találmánynyal még korántstines lezárva. A természet új kaput nyitott az ő birodalmába. A tudomány feladata, hogy az újonnan megnyílt területeket magasan lobogó fátylaival megvilágítsa.

A gondolatok lebilincselő kapcsolata túlul élénk. Azon évszázad végén állunk, melynek kezdete az elektromos áramot adta nekünk. Ötven esztendőn keresztül csak a telegrafiában talált hasznos alkalmazást. Ki hitte volna, hogy a század végével mily óriási jelentőségre fog szert tenni. A gondolatok gyorslábú közvetítőjéből a vakító fény bőkezű adakozója, az ipar- és közlekedés teherhordó Herkulese lett.

Az elektromos hullámok tengere csak most bontakozik ki. Ma még csak könnyed hajót ringatnak habjai. De úgy véljük, nem csalóka álom csupán, hogy eljő az idő, midőn nehéz járművek fognak rajta tovahaladni. A vízhullám a súlyosan megrakott aczélóriásokat ép oly készséggel viszi egyik parttól a másikhoz, mint a könnyű pelyhet. A nap az évezredek sokasága alatt, az éter hullámain a lóerők megszámlálhatatlan millióit küldi a megmerevedett, erőtlen földre!

## A tengerészet és a szikratáviró.

(1899.)

A Marconi találmány, melynek gyakorlati értékét eleinte kétkedéssel fogadták, ma már bizonyos alkalmazási körben nagy jelentőségre tett szert. A hajós nemzetek tengerészhatóságai lázasan munkálkodnak azon, hogy a találmány alkalmazásával a létező jelző berendezéseket tökéletesítsék. A hajószerkesztők fokozott érdeklődéssel kísérik e munkálatokat, hogy az építendő hajókon a készülékek és dróthálózatok zavartalan elhelyezését biztosítsák.

Az új táviró, miként neve is mutatja, az elektromos szikrán alapszik. Az elmélet ama feltevésből indul ki, hogy a mindenséget betöltő, rendkívül finomságú éter, a szikrák hatására erőteljes rezgésnek indul és hogy ezen rezgés hullámok formájában a tér minden irányába kiterjed. Heinrich Hertz tíz év előtt végzett kísérletei alapján kimutatta, hogy a szikrából kiinduló elektromos sugár a fényre érvényes összes törvényeket követi és hogy vele azonos sebességgel terjed tova.

A lökések hullámos tovaterjedése a fény és elektromos tűnemények birodalmában egyelőre tisztán csak feltevés (hypothesis) jellegével bír. A természet egyéb területein ily hullámmozgások tényleg léteznek és szemléletileg be is mutat-hatók. Ha egy kifeszített kötélre erős ütést mérünk, az ütés a kötélen hullámosan terjed tova,

Ha nyugvó vízbe kavicsot hajítunk, a víztükrön gyűrűs hullámok keletkeznek. A kötélnél vonalas (linearis), a vízfelszínen síkbeli hullámokkal van dolgunk.

Az elektromos szikrát térbeli éterhullámok kiindulási pontja gyanánt tekinthetjük. De nemcsak a szikra képes éterhullámokat előidézni. Bármely elektromos jelenségnek pl. áramnak, minden változása, intenzitásának csökkenése vagy emelkedése hasonló hatást idéz elő. E célokra legalkalmasabb a váltóáram, melynek minden irányváltozása éterhullámot állít elő. Az eset hasonló ahhoz, midőn a víztükrő egy pontját folytonos egymásutánban ujjunk hegyével megérintjük. Egy a közelben úszó parafadugó bizonyos idő múlva ugyanazon ütemben fog fel- és alá táncolni. Ha az elektromos hullámok közelébe alkalmas testet helyezünk, úgy azt a hullámjáték körébe vonja, vele fog elektromos táncot járni.

A tűnemény beható tanulmányozása alapján megállapítást nyert az, hogy a hatás annál messzebbre terjed, mennél gyorsabban rezegtetjük a hullámokat és mennél erőteljesebb a mért ütés, vagy képletesen szólva, mennél gyorsabban állítunk elő, mennél magasabb hullámhegyeket. Rövid és erős hullámokat kell tehát előállítani. A hullám intenzitása, melyet az elektrotechnikus *elektromos feszültségnek* nevez, transzformátorok segítségével tetszés szerint fokozható. Gyors rezgések előállítása azonban akadályokba ütközik. Gépeink által előállítható elektromos hullámok céljainkra nagyon is lassúknak nevezhetők. Másodpercenkénti száz irányváltozás csak száz éterrezgést idéz elő. Leküzdhetetlen aka-

dályokkal kellene a gépszerkesztőnek megküzdnie, ha dynamóját a hatás százszorosára akarná felépíteni, a horgony óriási fordulatszámát semmiféle létező anyag sem állaná ki. Lényegesebb távhatást csak az esetben érhetünk el, ha a rezgésszámot milliószorosára tudjuk fokozni. Szerencsénkre azonban ily gépre szükségünk nincs, a természet gondoskodott rólunk, midőn az elektromos szikrát rendelkezésünkre bocsájtotta.

Mi a szikra és miként állítható elő? Ha két test közötti elektromos feszültséget bizonyos mértéken felül fokozzuk, hirtelen kiegyenlítődés áll be, elektromos áram keletkezik, melyben a kiszakított fémrészecskék izzanak — ez a szikra.

A szikrák két fajtáját különböztetjük meg. Az egyik fajta folytonos áramot, váltó vagy egyen-áramot vezet be, ez a voltaiv. A szikrák másik fajtájánál előzőleg nagyobb elektromos tömeget kell felhalmozni. A kiegyenlítődés hevesebb, nemcsak az étert rengeti meg, hanem ha elegendő erős, a nálánál billiószorta sűrűbb levegőt is, mit erőteljes durranás jelez. Ha egy kézifű kifeszített húrját oldjuk, a húr heves lökést fejt ki, a felhalmozott energia felszabadulása következtében. A húr nem tér azonnal eredeti nyugalmi helyzetébe vissza, bizonyos időn át egyenletesen gyengülő ide-oda lengést végez. Az elektromosságban hasonló jelenséggel találkozunk. A kiegyenlítődés nem egyszerre, egyetlen szikrában történik, hanem számos szikra útján, melyek gyorsan csökkenő intenzitású váltóáramok formájában ide-oda rezegnek. A rezgés rendkívül gyorsaságú, száma másodpercenként 10—100 milliót tesz ki, melyet az emberi szem már nem

képes érzékelni, a szikrák szemünkben egygyé olvadnak össze. Emberi gyarlóságunkon egy gyorsan forgó tükörrel segítünk, mely a szikraképet kinyújtva juttatja szemeink elé. A tükörből látjuk, hogy nem egy szikra, hanem azok sorozata áll előttünk.

A szikrák ezen fajtájánál elektromos jelenséggel és pedig váltakozó áramokkal állunk szemben. E tényt kísérletileg is kimutathatjuk. Egy szikrasor golyóit egy-egy hosszú, nyílt dróttal kötjük össze. A drótokba néhány izzólámpát kapcsolunk. A golyókat egy mpként 100 váltással bíró váltóáramú dynamóval töltjük. Amíg a golyók töltése nem éri el a kisülési feszélyt az egyenes drótokban nem észlelünk semmiféle hatást. Amint azonban a golyók annyira megteltek elektromossággal, hogy közöttük szikrázó kisülés lép fel, a bekapcsolt lámpák izzásba jönnek, ami azt bizonyítja, hogy áram kering a drótokban. Ezen áram csak nagy frekvenciájú váltóáram lehet, mivel egyenáram csakis zárt vezetőben léphet fel.

A nagyfrekvenciájú váltóáram hatása a tér távoli részeibe kiterjed. Lassan pulsáló váltóáramunk által felidézett szikra a hullámok egész özönét hozza létre, mely a távolba rezeg. Ezen özönben az első hullámhegy a legerőteljesebb (Lásd a 10. sz. ábrát.), a következők már gyengébbek. A hullámok annál magasabbak, lökésük annál erőteljesebb, mennél gyorsabb az áram váltakozása. Miután az effektust a másodperczenkénti munkakifejtés szabja meg, a hullámok óriási sebessége mellett tetemes lóerőszámmal állunk szemben, amely azonban a másodpercnek

csak mintegy százmilliomod részéig működik. Azon idő, mely egy újabb kisülés által felidézett hullámözönig lefolyik, kerekén úgy viszonylik a hullámlökés időtartamához, mint 30 óra az egy másodperczhez. Szemünk a megszakítási időközt nem veszi észre, csak egyetlen folytonos szikráról vesz tudomást.

Világos, hogy a szikra pulsátiói képesek a legnagyobb távhatás kifejtésére. Váltóáramú gépeink lassan pulsáló hullámaival hasonló hatásokat nem létesíthetünk. Hatásuk a szikráéhoz



10. ábra.

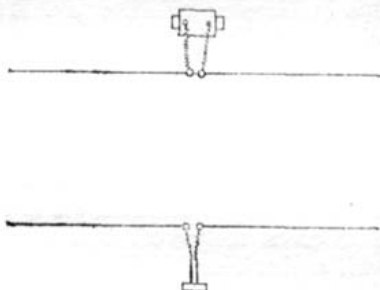
úgy viszonylik, mint a szelid kézlegyintés az ágyúgolyó ütéséhez a vastag pánczéллеmezen.

Az éterhullámok, ha megfelelő alakú vezető testekkel találkoznak, elektromos váltóáramot hoznak bennök létre, hasonlóan a vízhullámokhoz, melyek az úszó parafadugót fel-alá ringatják. Ezen képesség azonban a távolság növekedésével csökken, még pedig ép úgy, mint a fényintenzitás, a távolság négyzetével arányosan. Az éterhullám erőhatása nagyobb távolságokon már csak igen kicsiny. Azonban miként a parányi bacillus milliárdja a legerősebb szervezetet is tönkreteszi, a rendkívül finomságú éterhullámok sokasága is jelentékeny összehatást tud elérni. Az éterhullámokat tehát egyesíteni kell, amely célra

elsősorban bizonyos menetirányba kell azokat terelni. Ha a szikrasorhoz egyenes vezetőket kapcsolunk, akkor a hullámlökések főként ezekből indulnak ki. Ily módon a hullámlökések polarizáltak, minek következtében az éterrészecskék csak egy irányban, még pedig a vezetőkkel párhuzamos irányban végeznek rezgéseket. Hatásuk most már a távolság nem négyzetes, hanem egyenes arányában csökken. Ha e hullámok útjukban egy más egyenes vezetőre bukkannak, azon minden irányból összehúzódnak. Összpontosított tömeghatás áll be, mely az elektromos erőnek a dróton való gyors ide-oda száguldását váltja ki. Az elektrotechnikus nyelvén szólva, nagy frekvenciájú váltóáram kering a vezetéken. Ily adó és vevő berendezésekkel a hatás nagy mérvben fokozható. Beható mérések alapján megállapították, hogy a hatás a drótok hosszától függ, még pedig azokkal csaknem pontosan négyzetes arányban emelkedik. Ha a drótok hossza a vevő és adó készülékeknél azonos, a hatások úgy viszonylanak, mint az egyes dróthosszak négyzetei. És miután, — miként előbb említettük, — a hatások a távolsággal egyenes arányban csökkennek, következik, hogy a távolságok, amelyekre hasonló hatás érhető el, úgy viszonylanak, mint az egyes dróthosszak négyzetei. Ha pl. 10 m. hosszúságú drótokkal egy bizonyos hatást 5 km. távolságban észlelhetünk, úgy 20 m. hosszúságú drótokkal ugyanazon hatást  $4 \times 5 = 20$  km. távolságra, 30 méteres drótokkal  $9 \times 5 = 45$  km. távolságra továbbíthatjuk.

A vevő drótban indikált váltóáram felismerésére többféle eszköz áll rendelkezésünkre, amelyek

közül azonban csak a legérzékenyebbeket használhatjuk. A telephon pl. megfelel céljainknak. Ha a 11. sz. ábrán vázlatosan feltüntetett oscillator pólusaiból egy-egy vízszintes helyzetű izolált drótot feszítünk ki és egy a drótokkal párhuzamos vezetőbe telephont kapcsolunk, a szikrák hatására hangok keletkeznek a telephonban. A hangok a primár vezetékben keletkezett váltóáram rezgésszámának felel meg, mivel a szikrááram változá-



11. ábra.

sai oly gyorsak, hogy azokat a fül felfogni nem képes. A hallható hangok rezgésszámának határa másodpercenként 40,000, míg a szikra rezgésszáma kereken 10 millió. Hosszabb és rövidebb szikrák adásával a teljes morse a b c-t letáviratozhatjuk.

Ha az adó- és vevő-drót megfelelő hosszúságú, ezen módon több kilométerre telegrafálhatunk. Sőt ily módon lehetséges a nyelv összetett lassú rezgéseit is egy drótról a másikra átvinni. Ennek lehetőségét a valóságban naponta tapasztalhatjuk, midőn boszúságunkra telefonálás köz-

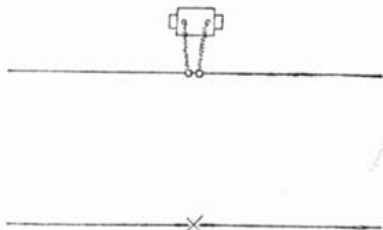
ben idegen szavak zavarják beszélgetésünket. Ez a drótnélküli telephon esete, amelyet eszerint már fel sem kell fedezni. Igaz, hogy e dróttalan telephon csak egyazon állványra szerelt drótok között működik.

Ha magukat a szikraáram által létesített gyors hullámokat akarjuk jelek adására felhasználni, oly berendezést kell létesítenünk, mely bizonyos tekintetben megfordítottja azon berendezésnek, melylyel a hullámokat előállítottuk. E berendezés alapelve: szikrák előállítása a felfogott éterhullámok által a vevő drótban, indukált váltóáramok segélyével. Vegyünk pl. két lyukacsos széndarabot és kapcsoljuk a vevő-drótba, olyformán, hogy a szemben levő felületek között csak csekély léghézag legyen (lásd a 12. sz. ábrát). A széndarabok bársonyos felületei csupa apró, mikroszkopikus csúcs, melyekből apró szikrák freccsennek ki, amint áram járja át a drótot. Egy éterhullámok által táplált miniatűr ívlámpa az, mit ily módon előállítottunk.

Ezen apró szikrák felhasználhatók nagyobb erőhatások kiváltására. Így pl. explosiv anyagokat robbanthatunk velük. Egy ívlámpa szénpálczái akkumulátorbatéria pólusaival vannak összekötve. A pálczák csúcsai egymással nem érintkeznek, úgy hogy az áram nem képes áthaladni. A szénpálczákat összekötjük elektromos hullámok felfogására szolgáló vezetővel. A hullámok által létrehozott szikraszípkák vezető hidat létesítenek a széncsúcsok között és zárják az akkumulátorbatéria áramkörét. Egyetlen szikra elegendő, hogy a lámpa izzásba jöjjön.

Ily berendezéssel már lehetne telegraphálni,

csak arról kellene gondoskodni, hogy az ívlámpa minden egyes gyújtása után az akkumulátorbateriára árama megszakíttassék. A megszakítást azonban automatikussá is tehetjük, ha az ívlámpát izzólámpával cseréljük fel. A gyenge áram, amely a lámpán áthalad, magától megszűnik, amint a széndarabok között a szikrázás elmarad. A kis izzólámpa hosszabb vagy rövidebb izzásban tartása által a teljes morse a b c leírható.



12. ábra.

Valamely ellenséges hajó lőportárának ily távhatás útjáni felrobbantása nem látszik megoldhatatlan feladat gyanánt. Az ellenségnek csak egy csekélyke szivességet kellene tennie, azzal, hogy megengedje, hogy lőportárában két széndarabkát helyezünk el, amelyekről hosszú hullámfogó karok nyúlnának a levegőbe. E kis tréfa azonban komoly jelentőséggel bírhat a hajókon alkalmazott szikratáviróknál. Nincs ugyanis kizárva, hogy a világító áramdrótok felfogó drótok szerepére vállalkoznak. Ha valamely helyen két drót közel vonul el egymás mellett és szigetelésük hiányos, minimális szikraszóródás rövid-

zárlatot létesíthet. A rövidzárlat helyesen szerelt vezetéknél nem okoz nagyobb bajt, mint a biztosítékok kiolvadását. E körülményre azonban tekintettel kell lenni, ha a hajót szikratáviróállomással felszereljük. Az összes vezetékeket helyes szerelés és izoláció szempontjából alapos vizsgálatnak kell alávetni. A dynamógépek horgonyaiban is okozhatnak rövidzárast ily apró szikraképződmények, miért is azok villámbiztosítókat megvizsgálni és állandóan rendben tartani kell. A lőszerkamrákat eléggé védik fémfalaik, azokon világító drótokat átvezetni már ma is tilos.

Marconi az előbbieken jelzettekhez hasonló berendezéseket alkalmaz jelek adására. A szén-darabok helyett lazán összerakott fémszemcséket használ. A szemcsék egy üvegcsőben két ezüstdugó közé vannak helyezve. A dugók hozzájuk forrasztott platinadrótokkal állanak az elektromos hullámok felfogására szolgáló karokkal összeköttetésben. Minden egyes fémszemcsét a felületét borító oxidréteg izolál a szomszédos szemcsétől. Ha a csővégeket a hullámfogó karokon kívül egy zárt vezetővel kötjük össze, melybe egy relais és egy batéria van kapcsolva, áram nem keletkezik, mivel a vezetékek az üvegcső fémszemcséi által meg van szakítva. Ha azonban a felfogó drótok polarisált elektromos hullámokat fognak fel, akkor a szemcsék között keletkező apró, szemünk által nem látható szikrák zárlatot létesítenek. A szemcsék között — talán a kondensált fémgözök hozzájárulása mellett — hidak keletkeznek a batéria árama számára, mely a relais működésbe hozza. A relais az ismert módon egy erősebb helyi áramkört zár, mely elektromos

csengőt vagy morseíró-t indít meg. A csőre irányított gyenge koppantás a laza fémszemcsék közötti hidakat ledönti és visszaállítja a régi állapotot. Hosszabb és rövidebb ideig való sugározattal a teljes morse abc leírható. A koppantót a helyi batéria árama tartja üzemben. A cső általánosan elfogadott neve: koherer (a németeknél: Fritter a francziáknál: radioconducteur).

Az elektromos sugárzás törvényeit Hertz révén 10 év óta ismerjük, a koherer tulajdonságait 1890-ben fedezte fel Branly. A koherert gyakorlatilag Popoff alkalmazta 1895-ben először, zivartari kisülések regisztrálására. Az általa alkalmazott fogadó készülék elvben azonos azzal, melyet később Marconi alkalmazott. Marconi legnagyobb érdeme abban áll, hogy a készülékeket gondosan átdolgozta a praktikus telegraphia számára. Kísérletei közben felfedezte a függélyesen polarisált elektromos hullámok csaknem határtalan távhatását.

Három év telt el azóta, mióta felfedezése a nyilvánosság elé került. Ezen három év alatt a tüneményt és annak törvényeit alaposabban megismerték és ennek következtében műszakilag továbbfejlesztették. 1897 tavaszán Marconi a Bristol csatornában 5 km.-re tudott táviratozni, 50 méter hosszú adó- és vevő-dróttal. Egy méter dróthosszra tehát 100 méter távolság jutott. Ez év nyarán az angol flottagyakorlatok alkalmával 45 méter dróttal 108 kilométerre telegraphált. A hatást tehát 24-szeresen fokozta.

Időközben az összes művelt államokban kísérletezések indultak meg, amelyek eredményei azonban kevésbé ismereteseek. Két nyáron át kiterjedt

kísérletek folytak a Havel vizein a tengerészet légénységének segítségével, továbbá a hadsereg lég-hajós osztályának közreműködése mellett. Utóbbi kísérleteknél sikerült 21 km.-re telegraphálni. A jelen évben a kísérleteket a Keleti-tenger hadihajóira terjesztették ki.

Mielőtt e kísérletek előadásába kezdenénk, egy, a kísérletekből leszűrődött elméleti tételről kell röviden említést tenni. E tétel, mely tulajdonképpen csalódást zár magába, az elektromos lökések által előidézett tüneteményeket magyarázza meg. Eleinte fennállott ama remény, hogy lehetséges lesz a vevő készülékeket úgy megszerkeszteni, hogy azok csakis egy bizonyos hullámhosszra szólaljanak meg. E remény hiú voltáról a kísérletek kiábrándító eredményt nyújtottak. A koherer nem hasonlítható ingával össze, amely meghatározott időszakokban adott impulsus sorozatra, lassuból, fokozatosan élénkülő lengésbe hozható. A koherer állapota a labil egyensúlyi állapot oly fajtája, mely az első elektromos ütésre felborul.

Ebből azon következtetést vonhatjuk le, hogy elsősorban a szikraadó lökéseinek minél nagyobb másodpercenkénti energiájára kell törekednünk. Ennek nagysága azonban nemcsak a feszültségtől, hanem a szikraképződésnél kiváltott *elektromosság mennyiségétől* is függ. Az eset ugyanaz, mint a szabadon eső testnél. Ha egy felfüggesztett súly tartó zsinogját elvágjuk, a leesésnél fellépő ütközés hatása nemcsak az esési magasságtól, hanem az eső test tömegétől is függ. A szikra, minél nagyobb hossza — melyet tisztán az alkalmazott feszültség szab meg — egy-

maga nem elegendő, hanem szükséges, hogy a szikra minél nagyobb elektromosság mennyiségét is tartalmazzon. Szikraadásra a használatos indukció készülékeket alkalmazzák, amelyek szerkesztésénél minél nagyobb feszültség elérése irányadó. Az induktorokat a szikrák hossza szerint osztályozzák, és aszerint nevezik 20 cm., 30 cm.-es stb. induktoroknak. A mozgásba hozott elektromosság-mennyiség minimális, az a szikrák hosszának rövidítésével némileg növelhető. Marconi is ily módon dolgozik, 1—2 cm.-es szikrákat állít elő 30 cm.-es induktorral.

A szikrák előállítására szükséges energia mennyiségéről rövid számítás nyújt felvilágosítást. Rendszerint 5—7 amperes primárárammal és egy 18 voltos, 8 cellás akkumulátorral dolgoznak. Ez 100 watt elektromos energiát szolgáltat másodpercenként. Miután az induktorok határfoka igen csekély, hosszabban tartó szikraadás mellett 50 wattnál, azaz kereken  $1\frac{1}{2}$  lóerőnél több nem áll elektromos hullámok előállítására rendelkezésre. Az első szikrákra természetesen nagyobb számú másodpercenkénti energia jut. Mindazonáltal a felhasznált primärmunka nagyságát összehasonlítás mértékéül elfogadhatjuk. Nagyobb szikrahatások elérése céljából az induktorok mellőzésével dynamogépek alkalmazására fognak áttérni.

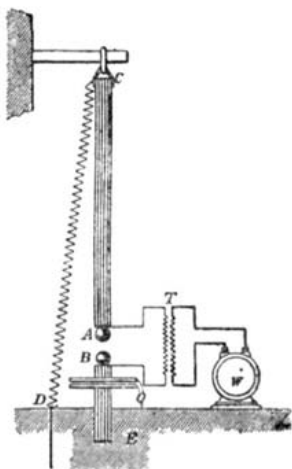
Váltóáramú gépek és transzformátorok segélyével magas feszültségű elektromos energiát, természetsszerű elektromos mennyiségekkel nehézség nélkül létesíthetünk. Gépek alkalmazása esetén azonban a Marconi-féle kapcsolást teljesen el kell ejteni.

A 13. sz. ábra egy, a német hadihajókon jelenleg alkalmazott berendezés vázlatát tünteti fel. «W» váltóáramú generator, melyet elektromotor forgat, «T» magasfeszültségű transzformátor primár vezetéket táplálja. A transzformátor szekundárvezetéke «A» és «B» pólusokkal van összekötve.

Ezen pólusokból áramkör indul ki, mely földkapcsolás útján zárt. Az áramkör két részből áll, melyek mindegyike különböző önindukcióval bír. *Önindukció* kifejezése alatt az elektrotechnikus a tehetetlenség egy fajtáját érti, melylyel a váltóáram, valamely vezetékebe való áramlása-kor bír. A vezetékek ugyanis a váltóárammal szemben bizonyos többletellenállást fejtenek ki, mely a rendes ellenálláshoz összegeződik. E többletellenállás nagysága az áramváltozások számától függ. Magas frekvenciájú áramoknál oly nagyra emelkedhetik, hogy az áram kifejlődését csaknem teljesen megakadályozza. Megfelelő alakú és elrendezésű drótok alkalmazásával az önindukció csökkenthető. Fémes szalagok vagy csövek, továbbá dróthálók, sokkal kisebb önindukcióval bírnak, mint vékony drótok. «AC» és «BC» vezetők kis önindukcióra készültek, míg «CD» vezető nagy önindukcióval bír. A zárt áramkörbe még «Q» kondensator van beiktatva, mely nagy elektromos tömegek felvételére alkalmas. A berendezés működése a következő:

A váltóáramú generator a transzformator közvetítésével «A B» pólusokat oly magas feszültségre tölti meg, hogy az oscilláló kisülés bekövetkezik. A töltési periodus alatt, azaz a szikrák fellépése előtt, a transzformátor szekundár tekercse a teljes áramkörrel, a föld és kondensator bevonásá-

val zárva van. Az áramkör «A»-val kapcsolt része «C D» drót útján a földdel lévén összekötve, összes részeiben a föld feszültségét tartja meg, úgy hogy a töltés főképp a kondensatorban gyűlik össze. Az önindukció a töltés folyamata alatt befolyással bír ugyan, de tekintve a váltóáram kis periodusszámát, e befolyás csekély. Ez azonban azonnal megváltozik, mihelyt a szikraképződés beáll és az óriási frekvenciájú kisülési áram működik. Ezen áram hatása alatt oly nagymérvű önindukció lép fel a vékony «C D» drótban, hogy azon az áram áthaladni nem képes. Az étert megrengető gyors oscillatiók csakis a kis önindukciójú függélyes vezetőkben lépnek fel. Ezen oscillatióban



13. ábra.

azon nagy elektromos tömegek is részt vesznek, amelyek a töltés periodusa alatt a kondensatorban halmozódtak fel. Kétségtelen, hogy ily módon sokkal nagyobb energiaértékek sugároztnak ki, mint pl. egy Rumkorff-féle induktorral.

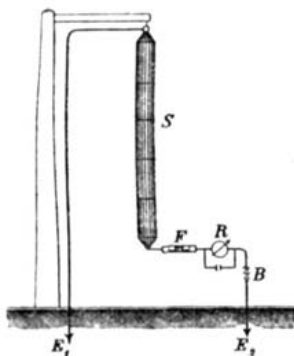
Vevő gyanánt hasonló zárt vezeték alkalmazása ajánlatos. Marconi elrendezésénél a koherer egyrészt egy izolált függélyes dróttal, másrészt a földdel van összekötve. A relais a száraz elemmel

parallel van a kohererrel kapcsolva. Világos, hogy a függélyes drót által felfogott elektromos impulsusok nemcsak a koherer, hanem a relais áramkörébe is bejuthatnak, sőt előbbi megkerülve, utóbbin keresztül közvetlenül a földbe illanhatnak. Az impulsusok tehát két részre oszlnak és így nem hatnak teljes erejükkel a kohererre. Marconi e nehézségen úgy segített, hogy a relaiskörbe nagy önindukcióval bíró tekercseket iktatott. Ezen módszer elég jónak bizonyult, az önindukció a gyors rezgések útját elzárja, hibája azonban, hogy az önindukció-tekercsek nagy ellenállása rontja a relais érzékenységet. Ha azonban itt is, miként az adó állomásnál, a csekély önindukcióval bíró függélyes drót felső végét a földdel összekötjük és az alsó vég földkapcsolásába iktatjuk be a relaist és a batériát, ezen esetben a függélyes drót által felfogott gyors rezgéseknek okvetlenül a kohereren keresztül kell, csaknem teljes egészükben a földbe jutniok. (Lásd a 14. sz. ábrát.)

Ugyancsak megjavították a vevőindikátort is. A Popoff-féle kapcsolásnál — melyet Marconi is használ, a relais áramkörét a kopogtatónak a koherer-csőre való ütése szakítja meg, vagyis a megszakítás magában a kohererben megy végbe. Tudvalevő azonban, hogy valamely áramkör megszakításánál fellépő szikra a kapcsolókra sokkal károsabb, mint az áram zárásakor fellépő szikra. Utóbbira szükségünk van a jeladásnál és így a velejáró, a koherer szemcséinek csúcsait koptató, káros hatással, mint kiküszöbölhetetlennel számolni kell. A megszakító szikránál más a helyzet, az csak károkat okoz, anélkül, hogy hasznot

is hozna. Lehetséges oly elrendezést létesíteni, amelynél a relais áramkörét egy különálló rugalmas kapcsoló szakítja meg, még pedig még azelőtt, mielőtt a kopogtató a koherert megüti. Ezen elrendezés a koherer tartósságát növeli és pontosabb oldását segíti elő.

Az imént bemutatott három újítás eszméjét a potsdami kísérletek nyújtották.



14. ábra.

Visszatérünk a szikratáviró szerepére a tengerészetben. Nyílt tengeren a legkedvezőbb feltételek mellett működik. Ugyanazon berendezéssel 2, sőt 3-szor akkora távolság győzhető le, mint szárazföldön. Eleinte azt hitték, hogy a levegő nagyobbfokú tisztasága és pormentessége biztosítja a kedvezőbb hatást. Ezen feltevés azonban nem helytálló, mivel a tengerpart mentén is már jóval kedvezőbb a hatás. E tény talán a tenger

különleges felületi hatásának köszönhető. A szikrából kiinduló elektromos sugarak a tér minden irányában tovaterjednek, azonban előszeretettel választják útjukat vezetőik és félvezetők mentén, ha azok a tovaterjedés irányába esnek. Ha pl. az adót és vevőt a helyiség fala mellé állítjuk, csaknem kétakkora távolság győzhető le, mintha a készülékeket a helyiség közepében helyeznénk el. Ha összehasonlítjuk a nyílt tenger felszínét a szárazföld felületével, azonnal szembeötlik a kettő közötti nagy különbség. Amott az impulzusok a hullámok síma felszínén sietnek tova, emitt jóval nagyobb utat kell megtenniök, amennyiben minden útba eső kövön, fűszálon kénytelenek fel-le síklani.

Ehhez még egy más említésre méltó körülmény járul. Ha függélyes adó és vevő drótokat alkalmazunk, az elektromos hullámok függélyes irányban polarisáltak. Ha útjukban egy másik függélyes és megfelelő kiterjedésű egyenes vezetőre bukkannak, azon összpontosúlnak és benne pulzáló váltóáramot létesítenek. A terep valamennyi vonalas emelkedései, mint fatörzsek, árbóczok, zászlótartók, kémények, tornyok stb. hullámfogókul szerepelnek és akadályozzák a sugarak tova-mozgását.

A nedvességnek is káros szerepe van. A tengeren nincs sem köd, sem eső. A földön más a helyzet. A fák, árbóczok, épületek rendesen csak félvezetők, nedves avagy átázott állapotban azonban jól vezetik az elektromosságot. Városok, különösen esős időben az elektromos sugarak terjedésének nagy akadályai. Tengeren ily akadályok nincsenek, a sűrűn megrakott kikötőkben levő

hajóárbóczok elosztása is ritkább, semhogy nagyobb akadályt gördítenének a hullámok elé.

Azonban egészen más a szerepük azon hajóknak, melyek vevő készülékekkel vannak ellátva. A vevő drótok jelentős akadályt képeznek. Minden ily hajó mint külön egyén szerepel. Oly berendezések, melyek egy bizonyos hajón kitűnően beváltak, más hajóra szerelve sokkalta rosszabb eredménnyel működtek. A változásnak sok esetben nem sikerült azonnal kielégítő magyarázatot adni. A gyakorlat, mely azonban még a jövő tapasztalataira van utalva, fog e tekintetben segítségünkre állani.

A hadihajókon alkalmazott berendezések természetesen nem képezhetik nyilvános megbeszélés tárgyát. Azt azonban közölhetjük, hogy a készülékek jól működnek. A gépészeti személyzet biztossággal és nagy könnyűséggel kezeli azokat. Ennek megemlítését azért tartjuk szükségesnek, mivel több oldalról azon kijelentés hangzott el, hogy az alkalmazott kényes phisikai eszközök kezeléséhez csak tudósok érthetnek. Ez az eset nem áll fenn. A készülékek legfontosabb és legkényesebb része a koherer, amelynek előállítását bizonyos titokzatosság veszi körül. A legnagyobb távolságot ezideig a Friedrich Carl nevű hadihajón érték el, 30 méteres dróttal 48 km. távolságra telegrapháltak. A készülék kohererét a hajó főgépésze, egy tanult lakatos, magán a hajón készítette.

## Összehangolt és többszörös szikratáviró.

A szikratáviró előnyeit elsősorban a tengerészet értékesítette. Az összes tengeri hatalmak siettek hadihajóikat az új készülékekkel felszerelni. Azok az óriási összegek, melyeket a Marconi találmány értékesítésére alakult angol társaság a készülékekért követelt, igen megnehezítették azok beszerzését. Még lévén adva a szikratávirás műszaki lehetősége, az összes államokban kiterjedt kísérletezés indult meg, hogy a kérdést, önállóan, más eszközök segélyével oldják meg.

Az előző fejezetben ismertettük azon módszert, melyet Slaby tanár, Arco gróf közreműködése mellett kidolgozott és amely a német tengerészetnél alkalmazást nyert.

Az ismertetett tanulmányok azonban bizonyos fokú csalódást hoztak, amennyiben az azok alapján kidolgozott módszer nem tudott jobb, legfeljebb csak ugyanoly eredményt felmutatni, mint a Marconi-féle. A főtörekvés, amely két egymáshoz tartozó állomás összehangolására irányult, kudarcot vallott, olyannyira, hogy a kérdés megoldásának lehetősége is teljesen kizártnak volt tartható. Már pedig az állomások összehangolása oly fontos kelléke a zavartalan működésnek, hogy nélküle a szikratávirás csak igen szűk határok közötti tengődésre van kárhóztatva.

A szikratáviró azt, kit valaha büvkörébe vont, erős karokkal tartja fogva. A csalódások daczára, friss erővel, új tanulmányokhoz fogtak, s a szerencse kedvezett. Új szempontok merültek fel,

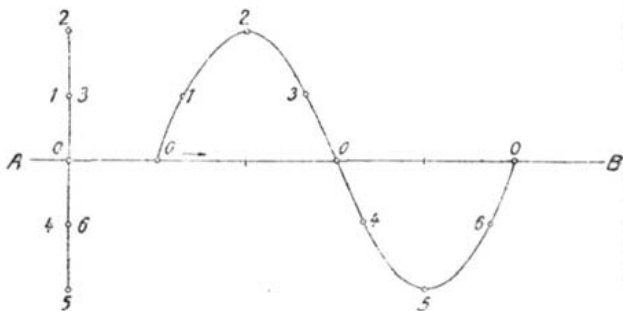
melyek a biztos összehangolás (sintonia) kérdésébe, a megoldás reményét oltották be. Az Arco gróf szakszerű és lángelméjű vezetése alatt megindult kísérleteknek köszönhetően azon lényeges eredmények, melyek ezirányban létrejöttek.

A szikratávirás az elektrotechnika legnehezebb, legkevésbé felderített fejezete. Az itt fellépő tünetmények mennyiségtani levezetése, az értékek számbeli megállapítása rendkívüli nehézséggel jár. Ez okból igyekezni fogunk feladatunk megoldását a mechanikából vett analógiákkal érthetővé tenni.

A szikratávirás tudományos megalapozását Heinrich Hertz, német tudósunk köszönhetjük, akit a sors, sajnos, korán ragadott el a tudománytól. Hertz kísérleteivel kimutatta, hogy az egyenes drótra ütő elektromos szikra a drótban elektromos jelenséget hoz létre, mely a térben a fénysebességgel tovaterjedő éterhullámok közvetítésével a távolba is kihat. Ha ezen éterhullámok más egyenes vezetőre bukkannak, abban ugyancsak elektromos jelenségeket hoznak létre.

A drótokban észlelhető elektromos jelenség: *váltóáram*. A váltóáramot az áramlás irányainak folytonos változása jellemzi. A 15. sz. ábrán feltüntetett «A B» drót váltóáramot vezet. Tegyük fel, hogy «O» pontnál egy mérőkészüléket kapcsolhatunk be, melylyel az áram pillanatnyi erősségét megmérhetjük. Ha az áramerősségeket egy az «O» pontban húzott függélyes vonalra felmérjük, azt tapasztaljuk, hogy az a 0. ponttól az 1. pontig, majd a 2. pontig emelkedik, azután a 3. pontig, majd a 0. pontig esik. Ha az áram irányváltozásával olykép számolunk, hogy a kö-

vetkező áramokat a függélyesre az 0 ponttól lefelé rakjuk fel, úgy azok a 4., majd az 5. pontig emelkednek, onnan a 6., majd a 0. pontig esnek. Az áram erősségének tehát le-fel szállását észlelhetjük, s ha ezen le-felszállást az időtartamok számbavételével, széjjelhúzva függélyesekre felrakjuk, úgy egy hullámalakú, folytonos görbét nyerünk. Egy hullámhegy a következő hul-



15. ábra.

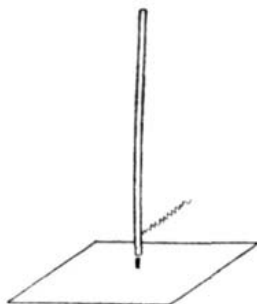
lámvölgygyel az áram *egy periódusát* jelzi, az idő, mely alatt egy periodus lefolyik a periodus-idő és a másodpercenként lefolyt periodusok száma a *váltóáram frekvenciája*. Az erősáramú technikában rendszerint kis, átlag 50 frekvenciájú váltóáramok nyernek alkalmazást.

Az áramnak a vezetőkben való ide-oda lengése a külső térben mágneses erőket hoz létre. Ezek viszont egy áram nélküli vezetőkben áramot létesítenek, mely azonos frekvenciával bír.

Hertz kimutatta, hogy az elektromos váltóárammal létrehozott ezen mágneses hatás, annál

nagyobb távolságra érezhető, mennél gyorsabb az áram pulsatiója (irányváltozása), vagyis mennél nagyobb a frekvenciája. Hertz meg is mutatta, hogy mily módon lehet ily nagy frekvenciájú áramokat előállítani.

Függélyes drót lóg vezető felület felett. A drót alsó vége nem érinti a vezetőfelületet (16. sz. ábra). Mint akár egy víztömlőt vízzel, úgy



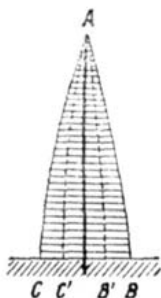
16. ábra.

képzeljük a függélyes drótot elektromossággal megtöltöttek. Miként a víztömlő csak bizonyos mennyiségű vizet, azonképpen drótunk is az elektromosságnak csak egy bizonyos mennyiségét képes felvenni. Minthogy a tömlő rugalmas, felvevőképessége a víz nyomásától függ. Ha pl. azt állítjuk, hogy a tömlő 50 liter vizet tud befogadni, ezen állításunk csak egy bizonyos nyomásra állhat fenn. Az elektromos felvevő képesség ugyancsak a nyomástól vagy helyesebben az *elektromos feszültségtől* függ. Egy bizonyos nyo-

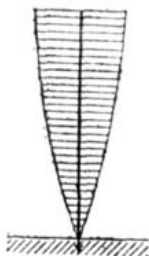
más, illetőleg feszültségnek mindig ugyanakkora felvevőképesség felel meg, melyet *elektromos kapacitásnak* nevezünk. Ha a víz nyomását a tömlőben a megengedett határon túl növeljük, a tömlő a leggyengébb részén elszakad és a víz kifreccsen. A drót is csak bizonyos elektromos feszültséget képes elviselni. Amint a megengedett határt túllépjük, az elektromosság a leggyengébb részen kifreccsen. A drót leggyengébb része, jelen esetben, az alsó vég, mivel az alatta levő vezetőfelület mintegy szívó hatást fejt ki, mert feszültsége a dróthoz képest mindenkor ellenkező irányú, negatív. Hasonló esetünk volna a víztömlőnél, ha alsó végét oly fejjel zárnánk el, melynek belsejében légritkított tér van. Az elektromosság kifreccsenése óriási nyomás kifejtése mellett megy végbe, a megfecskenedett levegő erősen felmelegszik, kiragadott drótrészecskék izzásba jönnek, fényjelenséget észlelünk: ez az elektromos szikra. Az elektromosság túlfolyását áramnak nevezzük.

A jelenség nagy feszültség mellett, a rugalmasság jegyében játszódik le. Miként a kifeszített rugó, ha a feszítést hirtelen megszüntetjük, illetőleg az akadályokat eltávolítjuk, egyensúlyi helyzetén túl kivág. és csak többszörös ide-oda csapás után tér nyugalomra, azonképpen az elektromosság is ide-oda száguldó (pulsáló) jelenséget (váltóáramot) ölt fel. Ezen áram frekvenciája oly óriási, amelyet mechanikai eszközökkel megközelítőleg sem lehet előállítani. A drót elektromos feszültsége emellett igenleges és nemleges értékek között szakadatlanul váltakozik, az izzó szikrasor pedig a drót és a vezető felület között összeköttetést létesít.

Az áramlás sajátos formát mutat. Miután a töltés lefolyása a drót minden egyes pontjáról egyidőben történik, az áram erősségének az alsó vég felé szükségszerűleg növekedő értékkel kell bírnia. Egy bizonyos pillanatban az áram elosztása olyan, mint amint a 17. sz. ábránkon «A B» görbe mutat, melyet úgy nyertünk, hogy az áramlás erősségét a drót egyes pontjain vízszintes



17. ábra.



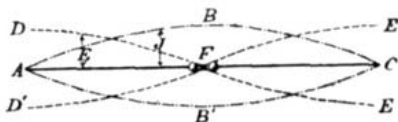
18. ábra.

vonalakra raktuk fel. A töltés fokozatosan csökkenvén, a következő pillanatban már «A B<sup>1</sup>» görbe szemlélteti az áram elosztását. A töltés teljes eltűnése után a jelenség oscilláló jellegéből kifolyólag az áram visszafolyása következik be. Ezen irányváltozásnak megfelelően az áramerősségeket a bal oldalon vízszintes vonalakra felrakva, nyerjük egy bizonyos pillanatban «A C<sup>1</sup>» majd «AC» görbéket.

Az áramlásnak ezen sajátos eloszlása, a feszültségeknek is sajátos eloszlását vonja maga után. 18. sz. ábránk jelzi a feszültségek elosz-

lását a drótban. A szabad végen, ahol az áram torlódását észlelhetjük, a feszültségek a legnagyobb értéket érik el. Alul, ahol a töltésnek állandó lefolyása van, a feszültség zérus. Az ábrán a drót vonalától jobbra rajzolt vízszintes vonalak az igenleges, a balra rajzoltak a nemleges feszültségeket jelképezik.

A nagy frekvenciájú váltóáramok azon nevezetes tulajdonsága, hogy nyílt vezetőkben is képesek keringeni, az elektromosság régi alaptételeibe ütközik. Régente ugyanis azt hitték, hogy



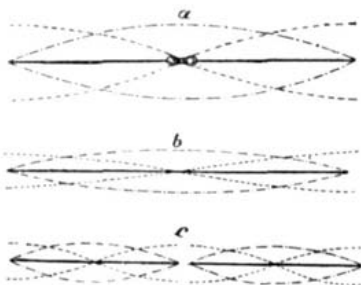
19. ábra.

áramlás csakis zárt vezetőkben léphet fel. Egyen-áramra e tétel ma is áll, a nagy frekvenciájú szikraáramok azonban e tétel alól kivonták magukat. Ezen áramok nemcsak létezhetnek nyílt vezetőkben, hanem lényeges távhatást csakis nyílt vezetőkben tudnak kifejtetni.

Szikrasorral megszakított egyenes drótba egyes szálú izzólámpák vannak beigtatva. Ha a szikrasor sarkait induktor segítségével elektromossággal megtöltjük, a szikra kisülésekor az izzólámpák izzásnak indulnak. Amint a szikrázás megszűnik, a lámpák kialszanak. A lámpák izzása kétségtelenül áram jelenlétét bizonyítja. A szikrasortól elektromos áramok száguldanak a két nyitott vég felé, ahol visszaveretnek a szikrasor

felé. E játék másodpercenként több milliószor ismétlődik.

A szikrasor közelében levő lámpák élénkebben izzanak, mint a szikrasortól távolabb levők. Az áramlás és a feszültségek eloszlását a 19. sz. ábra jelzi. «A B C C<sup>1</sup>» görbék az áramlás «D F D» és «E F E<sup>1</sup>» görbék a feszültségek eloszlásának mi-kéntjét mutatják.



20. ábra.

A 20. sz. ábra az egyenes vezetőkben előállított szikraáramnak más vezetőkben kiváltott hatását mutatja. Ha «a» a primär drót, úgy egy azonos hosszúságú «b» drótban a pontozott görbék szerinti az áramlások, illetőleg feszültségek eloszlása. Ha a «b» drótot a közepen kettévágjuk, úgy mindegyik drótfélen egy-egy önálló elektromos jelenség alakul ki «c». Az eset mély alaphangban rezgő zongorahúrt juttat eszünkbe, mely két félakkora hosszúságú húrt képes rezonancia útján rezgésnek indítani. A félhúrok hangja egy ok-távval magasabb. A zenei húrok rezgése és a ve-

zető drótok elektromos rezgése között tényleg számos analógiát találhatunk. Ezen analógiákra a későbbi tárgyalásaink során vissza fogunk térni.

A félhosszúságú drótok szemben levő végei elmentéses irányú feszültségeket vesznek fel. Ha a végeket egymáshoz közelítjük, a feszültségek szikrázás jelenlétében egyenlítik ki egymást.



21. ábra.

Ha a szikrasornak csak egyik pólusát kötjük össze dróttal, míg másik pólusát a földhöz kapcsoljuk (21. sz. ábra), az elektromos feszültségek és áramlások eloszlásán mit sem változtatunk. Az eset olyan, mintha a földben a felső drót tükörképe venné fel a le-felszáguldó áramokat. Ha a sekundár drótot ugyan csak a földdel összekapcsoljuk, az áramelosztás ugyanolyan, mint a primár drótban.

Földbe kapcsolt függélyes drót áram, illetőleg feszültség elosztását már előzőleg a 16. sz. ábrával kapcsolatosan is levezettük. Az alsó vezetőfelületet a föld, az alsó drótvég és a vezetőfelület közti kis távolságot a szikrasor helyettesíti.

A földhöz kapcsolt függélyes drót távhatása nagyobb, mint a mindkét végen elszigetelt dróté. Ugyalászik, mintha az elektromos lökések továbbítására a földben egy második pálya nyílna meg. Tesla ez alapon egy földbeli telegraphiát létesített.

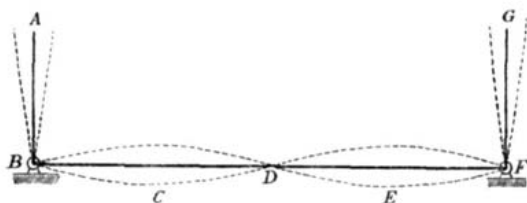
A rezgő húrok elméletében, a húr azon pontját,

melynél a kilengés a legnagyobb, a rezgés *tetőpontjának*, azon pontját pedig, amely rezgést nem végez, a rezgés *csomópontjának* nevezik. Ha ezen elnevezéseket elektromos rezgésben levő drótjainkra akarjuk átvinni, úgy azt mondhatjuk, hogy a drótok szabad vége tetőpont a váltakozó feszültség, csomópont a váltakozó áram számára, a szikrasor pedig csomópont a feszültség és tetőpont az áram számára.

A jelenség ilyenén való szemlélete mechanikai példától előtérbe. Ha egy rugalmas, pl. 1 méter hosszúságú aczélpántot vagy drótot, melynek egyik végét csavaros befogóban megrögzítettünk, kalapácsal megütünk, rezgésnek indul. A rezgés frekvenciája ugyanaz marad, akárhol ütjük meg a pántot, amiről meggyőző bennünket azon hang magassága, melyet a megcsapott levegő rezgése vált ki. A rezgésfrekvencia tisztán a pánt méreteitől és az anyag rugalmassági tényezőjétől függvén, pántunk csak egy bizonyos frekvencia — az u. n. önfrekvencia — szerint rezeghet. A pánt oldali kilengései (amplitudák) a szabad végen a legnagyobbak, a befogás felé kisebbek. A hajlítási feszültség, az anyag igénybevétele azonban legkisebb a szabad végen és legnagyobb a befogás helyén. A pánt csúcsa tetőpont a kilengések és csomópont a feszültségek számára, míg befogott vége tetőpont a feszültségek és csomópont a kilengések számára.

Mechanikai példánkat továbbfűzve a hatás hullámos tovaterjedését ismerhetjük fel. Ha egy derékszög alakra meghajlított egyenlő szárú aczélpántot a szögcsúcsban megrögzítünk és az egyik szárra ütést mérünk, akkor rövid idő alatt

a másik szár is rezgésnek indul. A rezgés a csomóponton keresztül adódik át a másik szárnak. Ez azonban csak akkor következik be, ha a két szár egyforma hosszúságú, vagyis ha a második szár önfrequenciája a csomópont által közvetített frequenciával megegyezik. Ha a második szár hosszabb vagy rövidebb, rezgés nem adódik át. Hogy a kísérlet jól sikerüljön, a csomópontot úgy kell befogni, hogy kissé rezeghessen. Ha a csomópont ugyanis teljesen szorosan van befogva, a

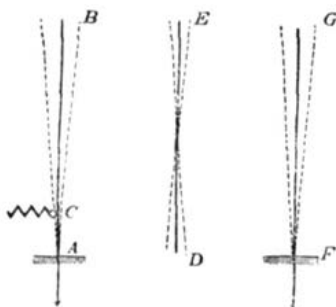


22. ábra.

mozgás átvitelét csakis a vas molekuláris erői eszközlik, melyek csak igen kis kilengésű, szemmel alig észrevehető rezgést eredményeznek.

Hajlítsuk meg pántunkat két derékszögben, miként a 22. sz. ábra mutatja. A pánt összhossza «A B D F G» hatszor akkora, mint «A B», illetőleg «G F» szabad szárrészek. «A B» szár rezgése «B» csomóponton keresztül «C» felé megy át, ahol azonos frequenciájú tetőpont keletkezik. A rezgés a továbbiakban «D» szabad csomóponton keresztül «E» tetőpontra, majd «F» csomópontra adódik át, innen pedig az «F G» sekundárszárra. «A B» primárszár minden rezgése egyidejű (sin-

chron) rezgést vált ki «F G» sekundárszárban. A mozgás átvitelét «B F» összekötő drót eszközli, mely rezgése közben egy álló hullám alakját ölti fel. Ha «B F» pántrészre homokot szórunk, úgy megfigyelhetjük, amint a homokszemek «D» csomópontnál nyugalomban maradnak, míg a többi helyeken fel-le ugrálnak. A homok ugrálása a legélénkebb «C» és «E» pontokban. Azon távol-



23. ábra.

ságot, mely egy hullámhegyet és hullámvölgyet magába zár, a hullám hosszának nevezik.

E példából a mozgás átvitelének igen egyszerű törvényét vezethetjük le. A mozgás átvitele egy álló hullám közvetítésével történik, melynek hossza a szabadon rezgő drót négyszerese.

Ezen egyszerű törvényt elektromosan rezgő drótunkra is teljes érvényességgel alkalmazhatjuk. Ha egy földbe kapcsolt «A B» drótra (23. sz. ábra), tetszésszerű helyen, vagy módon, — pl. «C»-nél való szikraütéssel — elektromos ütet mérünk, a drót elektromos rezgésnek indul, mely-

nek frekvenciája a drót hosszától függ. A drót csúcsán tetőpont keletkezik az elektromos váltófeszültségek számára, a földkapcsolat tetőpontot képez a váltóáramok számára. Ha bizonyos távolságban ugyanoly hosszúságú «D E» drót találkozik, úgy az ugyancsak elektromos rezgésnek indul. Ezen rezgések frekvenciája kétszerese a primár drót frekvenciájának, ha a drót mindkét vége szigetelve van. A drót közepén csomópont, két végén egy-egy tetőpont keletkezik a feszültség számára. A drót csak mintegy félhangban rezeg, a primár drót alaphangjához képest. Hogy a sekundár drót is ugyanoly alaphangban rezgjen, mint a primár drót, a sekundár drótot vagy kétszer oly hosszúra kell venni vagy pedig alsó végére zérus feszültséget kényszeríteni, azáltal, hogy azt a földre kapcsoljuk. (Lásd 23. számú ábrán «F G» drótot.)

Utóbbi esetben feltehetjük, hogy az átvitel épúgy történik, mint a mechanikailag rezgő aczélpántnál vagy aczéldrótnál. A rezgések a föld felett és annak belsejében az éternek adódnak át, mely álló hullámok alakját öltve viszi át az elektromos lökéseket a sekundár drótra. A legnagyobb hatást akkor érzük el, ha mindkét drót azonos frekvenciával bír, vagyis egyenlő hosszúságú. A primárdrót egy negyedhullám hosszúságú. Ha a drótok hossza különböző, a sekundárdrót az első lökés hatása alatt önrezgésnek indul ugyan, rezgése azonban lényegesen gyengébb. Ha azonban a sekundár drót hossza ugyanakkora, mint a primár drót, avagy annak páratlan többszöröse, úgy minden egyes lökés a bevezetett önrezgést támogatja és erősíti.

A sekundär vezetőben (vevő drótban) jelentkező váltóáram felfogására és érzékeinkhez való továbbítására szolgáló készülékek *indikátor* név alatt ismeretesek. Az indikátorok áram avagy feszültségindikátorok, aszerint, amint az áram avagy a feszültség hatására működnek. Előbbieket a vevő drót alsó részéhez a csomóponthoz kell kapcsolni, ahol az áram a legnagyobb, a feszültségindikátorokat pedig ott kell elhelyezni, ahol a feszültség maximális, vagyis a szabad drótvégen.

Áram indikálásra a legalkalmasabb a telephon, mely azonban a jelen esetben egymagában nem felel meg. Nagy önindukcióval bíró tekercse ugyanis a gyors rezgéseket olyannyira fojtja, hogy azok teljesen felemésztetnek. A mikrophonnal kapcsolt telephon azonban sikerrel alkalmazható. Miután fülünk másodpercenként 40,000-nél több rezgést nem képes felfogni, a telephonban észlelt hang nem felel meg azon több milliónyi rezgésnek, melyet a szikrasor másodpercenként kibocsájt. A telephon hangja csak a hullámözön első csapásának — melyet a szikra beiktatása vált ki —, illetőleg az induktor primärtekercse megszakításainak felel meg.

A mikrophon-induktor nemcsak a legérzékenyebb, hanem a legrégebbi eszköz is. Maga a mikrophon genialis feltalálója Hughes volt az, ki a 70-es évek végén e tulajdonságot először felismerte. Midőn egy ízben mikrophonjával az utcán járt, tisztán hallotta a közeli lakásában működő induktor szaggatott szikrajátékát. Tudós barátai jelenlétében ezen érdekes kísérletet megismételte, akik annak helyességét elismerték, de

nem úgy a Hughes által hozzáfűzött magyarázatot, mely az elektromos sugárzásra volt alapítva. A jelenség eme magyarázatát oly helytelennek tartották, hogy Hughest lebeszélték arról, hogy szándékolt előadását a Royal Societyban megtartsa, nehogy tudományos hírneve kiköszörülhetetlen csorbát szenvedjen.

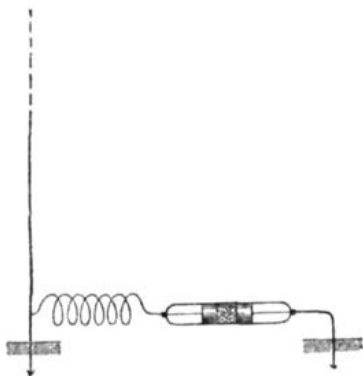
A mikrophon-indikátor egyedüli hiánya, hogy relaissal és írókészülékkel nem kapcsolható és így a vett jelek nem rögzíthetők.

A feszültségindikátorok ez utóbbi követelménynek teljes mértékben megfelelnek. Az előzőekben ismertettünk egy feszültségindikátort, mely ívlámpa gyújtásán alapszik. Az elektromosan rezgő vevő drót feszültségi tetőpontjában kiváltott szikrák egyenáramú körben zárlatot létesítenek, miáltal tetszésszerűen, készletben levő elektromos erőket válthatunk ki, melyeket jeladásra felhasználhatunk.

Sokkalta érzékenyebb és egyszerűbb azon feszültségindikátor, melyet az előzőekben koherer név alatt részletesebben ismertettünk. A szikratáviró kezdetleges stádiumában a koherert a vevődrót alsó részéhez, közel a csomóponthoz helyezték, ahol a feszültség minimális.

Hogy hatás mégis mutatkozott, annak oka az, hogy a vevődrót nem volt negyedhullám hosszúságú és hogy az adó nemcsak fő, hanem parazita mellék hullámokat is adott, melyek a vevődrót alsó végén szabálytalan, jelentéktlenebb feszültségeket létesítettek. Ezen körülmény magyarázza meg a vevőkészülék bizonytalan, szeszélyes működését. Legnagyobb feszültség a drót felső végén lép fel és ha ez nem volna oly nehezen hozzáférhető, ide kellene kapcsolni a koherert.

Előbb kifejtett mechanikai példánk ujjsmutatóval szolgál a koherer alkalmasabb elhelyezésére. Ha a vevődrót alsó végén, a csomóponthoz egy azonos hosszúságú drótot csatolunk, akkor e drót szabad végén tetőpontot nyerünk a feszültség számára, ugyanolyant, mint a vertikális drót felső végén. (Lásd 24. sz. ábrát.) Az itt elhelyezett



24. ábra.

koherer ugyanúgy szólal meg, mint az, melyet a vevődrót felső végéhez erősítenénk. A toldatdrótot nem szükséges egyenesen vezetni, orsókra is feltekercselhető.

A vevő ily berendezése egyéb előnyökkel is bír. Lehetővé teszi, hogy meglevő vezetők, mint villámhárítók, zászlótartók, vasból való hajóárbo-czok, melyek már eredetileg a földdel vannak kapcsolva, vevőkül felhasználtassanak.

E berendezés további előnye, hogy a koherert

védi azon zavaroktól, melyeket a légköri elektromosság okoz. E zavarok viharos időben, különösen magas vevőknél nagy mértékben befolyásolják a jelek tisztaságát. A légköri elektromosság ugyanis más hullámhosszakat ad, melyek a földbe vándorolnak.

A szikratáviró általánosabb elterjedését eleinte megakasztotta azon körülmény, hogy két állomás nem tudott egymással zavartalanul levelezni. Valahány elektromos hullám a teret átszelte, mindegyik útjába eső állomáson jelentkezett és vevőkészülékét megszóltatta. A levelezések titokban tartása lehetetlen volt. Az imént leírt kapcsolás ezt a követelményt is kielégíti.

A koherer e kapcsolat mellett csakis bizonyos meghatározott hullámhosszakra szólal meg. A toldatdrótba ugyanis csak azon rezgések továbbíthatnak, melyekre nézve a vevő-drót földkapcsolata csomópontot képez. A földkapcsolat pedig csakis oly hullámokra nézve csomópont, melyek hossza a vevődrót hosszának négyszerese, avagy ennek páratlan többszöröse.

A negyedhullámhosszra vagy ennek páratlan többszörösére szabott vevődróton más hosszúságú hullámok nem jutnak a toldatdróton át az indikátorhoz, hanem a földkapcsolaton keresztül a földbe vándorolnak.

Ilykép az idegen hullámok zavaró hatása ki van küszöbölve és az összetartozó állomások között a titkosság is ki van elégítve.

Kapcsolásunk több állomással való egyidejű érintkezésre is módot nyújt. A vevő földkapcsolata — miként fennebb kimutattuk — tiszta csomópontot képez oly hullámok részére, melyek hossza

a vevődróthossz négyszerese. Ha a toldatdrót épp oly hosszú, mint a vevődrót, úgy mindazon hullámok, melyek más hosszal bírnak, a csomóponton át a földbe vándorolnak. Mődunkban van azonban a vevő megfelelő berendezésével ezen hullámoknak a földbe való vándorlását megakadályozni s egy indikátorban felfogni, anélkül, hogy a vevődrót hosszát megváltoztatnánk. Oly hullámok, melyek fél hossza a vevődrót és toldat-



25. ábra.

drót összegével egyenlő, a toldatdrót végén levő kohererben felfoghatók. A földkapcsolat ezen hullámok részére nem képez ugyan csomópontot, mindazonáltal azokat — de csakis azokat — csaknem gyengítetlenül átbocsátja a megfelelő toldatdrótba. Ha pl. egy 40 m. hosszú vevőnk van, úgy ezzel  $4 \times 40 = 160$  méteres hullámokat foghatunk fel egy negyven méteres toldatdrót végén alkalmazott kohererben. Ha azonban állomásunkat pl. 200 méteres hullámok befogadására is be akarjuk rendezni, úgy még egy 60 méteres toldatdrót kell alkalmaznunk. (25. sz. ábra.)

Ezen egyszerű módszer alkalmazásával a vevőállomást meglehetősen befogadó képességre lehet berendezni. Csak a dróttekercsek megfelelő készletéről kell gondoskodni és ugyanannyi vevőkészüléket felállítani, mint a hány állomással levelezni óhajtunk. A különböző hosszúságú hullámok a vevődróton egymást semmikép sem zavarják. Egyazon vevődróton, egyazon időben különböző irányokból és távolságokból érkező táviratok felvehetők.

A szikratávirónak lényeges kelléke a biztonság, mely a nagy távolságról adott jelek pontos indikálását követeli meg. A koherer érzékenyebbé tétele az évek óta tartó ezirányú törekvések dacára nem járt sikerrel. Finomabb szemcséknek több ezüst hozzáadásával való alkalmazásával a koherer érzékenyebbé tehető, de csakis az oldás tökéletlensége árán. A koherernek azonban a kopogtató ütésére azonnal oldani kell, mert ellenkező esetben gyakorlati értékét elveszti. Így tehát kénytelenek vagyunk a kevésbbé érzékeny koherert előnyben részesíteni.

Más nézőpontból tárgyalva a dolgokat kielégítőbb megoldáshoz jutunk. A szikratáviró az energiaátvitel egy válfaja, melynél az energia egy bizonyos mennyisége jelentkezik felvételre a vevődrótnál. Az energia két tényezőből, nevezetesen az áramból és a feszültségből adódik össze. Miután a koherert tisztán a feszültség szólaltatja meg, arra kell törekednünk, hogy a rendelkezésre álló energia feszültségét az áram rovására a lehetőségig növeljük. Marconi e célú Lodge nyomán transzformator alkalmazásával érte el.

Azonban más hathatósabb eszköz áll e feladat

megoldásánál rendelkezésünkre. Alapul az u. n. *elektromos resonancia* szolgál. A resonancia egyike a fizika legérdekesebb tünetényeinek, melyet legkorábban — miként neve is mutatja — a hangtan ismert fel. A resonancia a szikratávirás terén igen nagy fontossággal bír, nélküle a szikratávirás mai magas fokára nem emelkedhetett volna. Azon hangmagasság, melyet valamely hangvilla rezgése okoz, megfelel azon rezgések számának, melyet a hangvilla másodpercenként teljesít. Ez a hangvilla önrezgése. A hangvilla rezgésnek indul, ha megütjük, vagy a hegedű húrját rajta végighúzzuk. De megszólal kisebb ütések, pl. a levegő rezgésének hatására is, feltéve, ha ezen kisebb ütések üteme megfelel a hangvilla önrezgésének. Ha pl. két hangvillát állítunk fel egymás mellett és az egyiket megszólaltatjuk, a másik hangvilla is megszólal s tovább szólal meg akkor is, ha az első villát megállítjuk. A második hangvillát az első villa által megrezegtetett levegő apró, de hasonló ütemű rezgései szólaltatták meg. Ha a hangvillát kis súllyal megterheljük, azaz frekvenciáját megváltoztatjuk, elhangoljuk, a két hangvilla között már nincs resonanciái, a rezgések átvitele megszűnik.

De nemcsak a hangtanban, a mozgástanban is számos példát találunk a resonanciára. A néhez harang működtetéséhez egy gyermek gyenge erő kifejtései is elegendők, ha a harangkötelet a harang önrezgésének ütemében húzza. Csapatteszek hidon át lépésben nem menetelhetnek. Ha az ütem ugyanis megegyezik a hid önrezgésével, a kilengések oly mértéket ölthetnek, hogy a hid leszakad.

Valamennyi rugalmas test követi a rezonancia törvényét. Akaszszunk erős szegre egy megterhelt spirálrugót. A terhelés a rugót egyensúlyi helyzetéből kimozdítja, mely önfrequenciájának megfelelő rezgésnek indul. Feladat: a rugót kisebb terheléssel élénkebb rezgésbe hozni. Akaszszunk a rugó végére kis serpenyőt. Ha a serpenyőre valamely könnyű tárgygyal, például czeruzával igen gyors egymásutánban ütések mérünk a rugó csak apró rezgéseket végez. Igen lassú ütésekkel sem tudunk nagyobb hatást elérni. Ha azonban az ütések a rugó önfrequenciájának ütemében ismétljük, a rugó rezgései mindinkább erősebbek lesznek. Daczára, hogy az egyes ütések gyengék, a rezgések oly mérvet ölthetnek, hogy a rugó elszakad.

A berlini villamos gyorsvasúti kísérleteknél, a kocsik asztalaira állított, vízzel telt poharakból a víz bizonyos sebességnél kiömlött. A rugós felfüggesztésű kocsik önrezgése ezen sebességnél rezonanciába jutott a kerekeknek a sinkötésekre való ütközéseivel.

Minden forgó gép legalább egy kritikus sebességgel bír, a melynél az összenergia egy tetemes része az alapzat rezgésévé alakul át és annak meglazulására vezet. A mérnök köteles a forgó tömegek kiegyensúlyozásáról gondoskodni, vagy ha ez nem lehetséges, oly fordulatszámot kell választani, mely jóval eltér az összgépezet és alapzat önrezgésétől.

Az elektromos rezgések ugyancsak alá vannak vetve a rezonancia törvényének. Elektromos rezgéseket egykönnyen előállíthatunk az általánosan ismert leydeni- vagy Kleist-palaczk segítségével.

A leydeni-palaczk legegyszerűbb formája egy vastag üveglap, melynek mindkét felülete fémborítékkal bír. A két felületet dróttal kötjük össze, melyet egy helyen kis léghézag szakít meg. Ha az üveglapot elektromossággal töltjük, olyformán, hogy az egyik oldalra igenleges, a másik oldalra nemleges értékű feszültségeket vezetünk, a megszakítási helyen, a két drótvég között, ugyanakkora a feszültségkülönbség, mint a két üvegfelület között. Egy bizonyos feszültségkülönbség mellett a feszültségek kiegyenlítése áll be, szikrák pattannak ki, melyek zárják az áramkört. A zárt áramkört elektromos rezgések járják át. Ezen rezgések frekvenciája két tényezőtől függ. Az egyik az üveg felvevőképessége, vagy az elektrotechnikus nyelven szólva *kapaczitása*, a másik az áramkört képező drót hossza és alakja által meghatározott *önindukciója*. Mindkét érték mérés és számítás útján meghatározható. A rezgési frekvenciát, melyet *rezgésnagyságnak* akarunk nevezni, a két tényező szorzata képezi. Egy más hasonló körnek tehát ugyanoly önfrekvenciával kell bírnia, ha ugyanakkora a rezgésnagysága.

Három azonos nagyságú, egyenlő kapacitású leydeni-palaczkunk van. Kettőt egymással rövid dróttal összekapcsolunk egy közös szikrasorrrá. A harmadik palaczkot oly dróttal látjuk el, melynek hossza kétszerese az előbbinek. Így két rezgési áramkört állítottunk elő, melyek azonos önfrekvenciával vagy rezgésnagysággal bírnak és egymással elektromos rezonanciába hozhatók.

Ha az egyik körben, pl. a kettős leydeni-palaczk körében elektromos rezgéseket állítunk elő, a

másik körben is élénk szikrázást észlelünk. A szikrázás azonnal megszűnik, a mint az összekötő drót hosszát megváltoztatjuk, megrövidítjük, avagy meghosszabbítjuk.

A tűnemény azonos azzal, melyet fennebb a két hangvillával bemutatunk.

A rezgésnagyságot meghatározó két tényező, nevezetesen a kapacitás és önindukezió tetszészerinti variálásával igen érdekes tűnemények hozhatók létre.

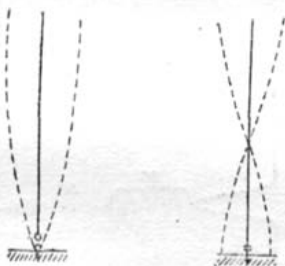
Több leydeni-palaczkból erős battériát állítunk össze. A drótvezetékét lehető rövidre szabjuk. A battériával egy hosszú dróttekereset kötünk össze, mely igen kis kapacitással és rendkívül nagy önindukezióval bír. A dróttekeres és a battéria méreteit olyanra szabjuk, hogy rezgésnagyságuk azonos legyen. A két kör közti rezonanciát a dróttekeres erős szikrázása jelzi. A dróttekeres kis kapacitása folytán nem képes a rezgő elektromosságot raktározni, a térbe való túlfolyás következik be, oriási nyomás alatt, szökőkúthoz hasonlóan. Tesla Coloradó-hegyi laboratóriumában ily módon 4 m. hosszúságú mesterséges hullámokat állított elő.

A rezonancia tűneményét nagy haszonnal alkalmazzuk a szikratávirásban.

A régi Marconi-féle elrendezésnél az adódrót negyedhullámhosszban rezeg. Az ugyanoly hosszú vevődrót, a melynek földkapcsolatát nyugalmi állapotban a koherer megszakítja, csak félhullámhosszban rezeg. A hullámok tehát úgy viszonylanak egymáshoz, mint 1 a 2-höz. (26. sz. ábra.) Teljes rezonancia csak akkor lépne fel, ha a vevődrótot kétszer oly hosszúra készítenők.

Ez azonban nagy technikai akadályba ütköznék. Teljes rezonancia kikényszeríthető, ha egy azonos, negyedhullám hosszúságú vízszintes toldatdrótot alkalmazunk (lásd a 24. sz. ábrát). Ezáltal a vevődrót összhossza, nevezetesen vevődrót + toldatdrót egyenlő a félhullám hosszával.

Térjünk vissza a vevőindikator érzékenyebbé tételének kérdéséhez. Miután, miként fennebb említettük, a koherer érzékenyebbé tétele csakis a

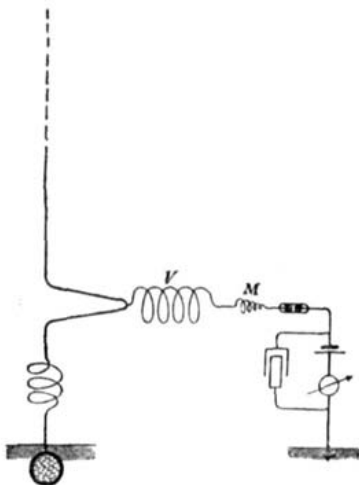


26. ábra.

biztos és pontos működés rovására lehetséges, arra kell törekednünk, hogy a koherernél jelentkező váltóáram nagy feszültséggel bírjon.

E feladatunkat a rezonancia segítségével oldjuk meg. Minden elektrotechnikus előtt ismeretes az u. n. Ferranti-féle effectus. Ha ugyanis váltóáramú dynamogép kapcsait egy nyílt kábel mindkét vezetőjével összekapcsoljuk, az elektromos viszonyok megfelelő megválasztásával a kábel végein oly feszültséget nyerhetünk, mely a gép feszültségét többszörösen felülmúlja. Nem kell egyebet tennünk, mint a kábel elektromos mé-

reteit, nevezetesen ellenállását, kapacitását és önindukcióját olyanra szabni, hogy önfrequenciája egyezzen a gép által előállított frekvenciával. A kábelt tehát a bevezetett váltóáram frekvenciájára kell méretezni.



27. ábra.

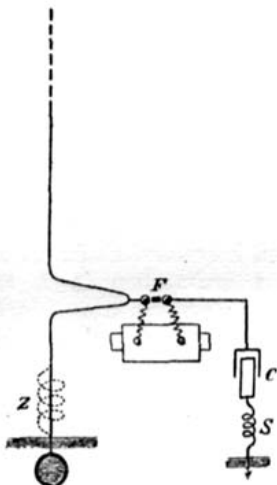
Ha egy gyorsan rezgő áram által átjárt dróthoz egy azonos önfrequenciával bíró, nagy önindukciájú, de kis kapacitású dróttekerest kapcsolunk, akkor a tekercs szabad végén lényegesen nagyobb feszültséget nyerünk. Ha csupasz hangvillát megütünk, rezgésnek indul, a kiváltott hang azonban gyenge, alig hallható. Ha azonban a hangvillát egy megfelelő alpra — rezonáló

alapra — helyezzük, a hang lényegesen megerősödik. A mi esetünkben is, az elektromosan rezgő drót energiáját mintegy áthelyezzük egy erősebben rezgő rezonáló alapra. Az áthelyezéssel a bevezetett feszültség az áram rovására megnövekedett. A tekercs neve: *multiplikator*, *sokszorozó*, a mennyiben a feszültséget megsokszorozza.

A multiplikator a toldatdrót végén, a koherer előtt nyer elhelyezést, miként a 27. sz. ábránkon látható. Az ábrán «V» a feltekercselt toldatdrót, a melynek végén feszültségi tetőpont van. Ide csatlakozik «M» multiplikatortekercs és ennek nagy feszültségű végéhez a koherer. A toldatdrót és multiplikator tekercsei egyetlen megfelelő méretű tekercscsel helyettesíthetők. A koherer földkapcsolatába a szárazelem és a relais vannak beiktatva. Hogy utóbbiak a rezgéseket ne zavarhassák, kondensátorral vannak áthidalva.

A megfelelő adóberendezést a 28. sz. ábra szemlélteti. Az induktor szikraárama «F»-nél táplálja az adódrótot olyformán, hogy «F» szikrasor egyik sarka az adódróthoz, a másik sarka egy megfelelően méretezett (összehangolt) «C» kondensátor közbeiktatásával a földhöz van kapcsolva. A szikrák hatása alatt a drót elektromos rezgésnek indul. A rezgések hullámhossza a négyszeres dróthossz. Ha hosszabb hullámokkal akarunk dolgozni, megfelelő méretű «Z» tekercset kell csak a drót földvezetékébe beiktatni. Ha több különböző méretű tekercscsel rendelkezünk, úgy a hullámhosszakat tág határok között változtathatjuk. Minden egyes esetben azonban gondoskodni kell arról, hogy a szikrasor — kondensátor —

föld — Z-tekeres által alkotott áramkör (zárt áramkör) rezgési frekvenciája, megegyezzek az adódrót (nyílt áramkör) frekvenciájával, mert ha a két áramkör között nincs teljes rezonancia, gyengébb hatás mutatkozik. A két áramkört oly-

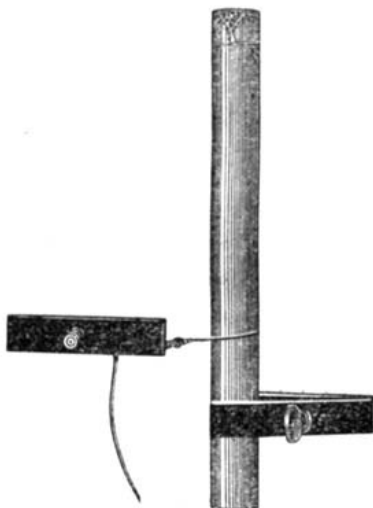


28. ábra.

kép hangoljuk össze, hogy vagy a kondensatort cseréljük, vagy az «S» tekercs önindukcióját változtatjuk. Utóbbi célra a tekercset alkalmas szabályozóval látjuk el.

A szikratávíráshoz úgy a tudományos kutatásoknál, mint a gyakorlati életben szüksége van oly eszközre, melylyel az elektromos hullámok hosszait kényelmesen és teljes pontossággal meg-

mérheti. Ily eszköz a rezonancia törvénye alkalmazásával egy könnyen előállítható. A több közhasználatban álló készülékek közül a legegyszerűbbet, nem lesz érdektelen ez alkalommal bemutatni. E készülék azonos a már ismertetett



29. ábra.

multiplikátorral. A hullámhossz mérésére berendezett multiplikator, (29. sz. ábra) egy körülbelül 0·5 méter hosszúságú üvegcsőből áll, mely köré igen finom (0·1—0·05 mm. vastag) rézdrót van szorosan feltekercselve. Ha e tekercset a megmért hullámok közelébe helyezzük, úgy benne elektromos rezgések lépnek fel. Ezen rezgések ak-

kor a legélénkebbek, ha rezonancia van közöttük és a multiplikator önfrequenciája között. Ezt elérendő egy hegyes szegetet, mely könnyű lánczczal vagy dróttal valamely vezetékhez van kapcsolva, húzunk végig a tekercsen. Ott, a hol a szeg érinti a multiplikatort, csomópont keletkezik, a honnan a szabad vég felé egy negyedhullám alakul ki. Hogy a szeg alatti rész a rezgésben részt ne vehessen, egy hüvelylyel bír, a melyet a kezünkben tartunk. A mint a szeg oly pontra ért, a melynél a rezonancia bekövetkezik, élénk szikrák csapnak ki a tekercs felső



30. ábra.

végén. A multiplikator skálával bír, a melyről a hullámhossz leolvasható.

A szikratávirás fejlődésében nagy jelentőséggel bírnak azon kutatások, melyek a csillapítás tüneményére vonatkoznak.

Ha elektromos áramrezgéseket tisztán mechanikai úton, pl. váltóáramú dynamóval állítunk elő, tetszésszerinti számú oly rezgést nyerhetünk, melyek hullámmagassága változatlan (30. sz. ábra) (*csillapítatlan rezgések*).

Azonban más a helyzet azon rezgéseknél, melyeket szikrakisütés útján nyerünk. Ezen rezgések hullámmagassága csökkenő (31. sz. ábra) (*csillapított rezgések*).

A szikratávirásnál csakis ily csillapított rezgésekkel dolgozhatunk, mivel ma még nem áll

rendelkezésünkre oly gép, mely a szükséges frekvenciát előállítani képes. Ezért törekednünk kell elsősorban a csillapítás okait megismerni és azután ezen okokat, a mennyire lehetséges, kis mértékre szorítani.

A csillapítás oka két veszteségre vezethető vissza. Az egyik a dróttömeg felmelegedése, az adóállomáson. Minden drót, mely áramot vezet, az áram hatására felmelegszik. A felmelegedés munkát emészt fel, melyet az áram szolgáltat. A meleg a levegőbe kisugárzik, elvész és vele együtt



31. ábra

az áram azon része is, mely a melegítési munkára fordítottatott. A veszteségek a legnagyobbak a magas hőfoku szikrasorban. Az áramvesztések folytán a rezgések erőssége folytonosan csökken, a hullámok a térben egyhamar olyannyira elgyengülnek, hogy a vevőben erő kifejtésre képtelenek.

A második veszteség jelentősége lényegesen más. A mágneses éterhullámoknak a térben való gerjesztése az elektromos áram részéről bizonyos erő kifejtést követel. Mennél erősebben sugároz ki az adó távenergiát, annál gyorsabban csökken a rezgések intenzitása, erőssége.

E veszteségeket a rezgések csillapításának nevezzük és pedig az elsőt *ellenállás-csillapításnak*,

a másodikat *sugárzás-csillapításnak*. Mindkét veszteséget a modern szikratáviró gondos figyelemben részesíti.

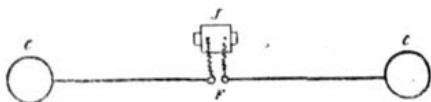
A mi az ellenállás-csillapítást illeti, első megfontolásra kimondhatjuk, hogy az a lehető legkisebb mértékre szorítandó. Minden motorikus gépnél oda kell törekedni, hogy a belső surlódás és annak legyőzésére szolgáló munka, az



32. ábra.

u. n. üresmenet-munka, lehető legkisebb mértékre szoríttassék. Ezen czélt a mozgó részek gondos megmunkálása és dús kenés által igyekszünk elérni. A szikratáviró adóját is motorikus gépnek tekinthetjük, melynél az ellenállás-csillapítás felel meg a belső surlódásnak. A kutatás kimutatta, hogy a szikrasor káros ellenállása — amely az ellenállások legnagyobb részét teszi — annál kisebb, mennél erősebb a váltóáram. Az áramot oly módon erősíthetjük, hogy a meglevő áram fölé, egy másik áramot raktározunk, mely azonban a távhatásban nem vesz részt. Ezen áramot úgy állítjuk elő, hogy a szikrasort nemcsak a rezgő részhez, hanem még egy másik áramkörhöz is kapcsoljuk, melybe egy nagy kapacitású kondensátor van igtatva (32. ábra). Mennél nagyobb kapacitást adunk a kapcsolt áramkörnek, annál erősebb a szikrasor fölé raktározott áram és annál kisebb az ellenállás. Ezen segédeszköz nagy mérvben növeli a szikratáviró-telep erőszükségletét, mindazonáltal általánosan alkalmazzák, mert lényegesen csökkenti a kisugárzott rezgések csillapítását.

A sugárzás-csillapításnak más szerepe van. Két szempontot kell itt figyelembe venni. Mennél jobban erősítjük a kisugárzó hatást, annál intenzívebb a mágneses hullámverés gerjesztése; viszont lefolyása is, annál gyorsabb. Hibát követünk el akkor, ha az adóantennának mindenáron oly alakot igyekszünk adni, melynél a kisugárzás intenzitása módfelett növeltetik. Bizonyos bölcs mértéket kell e téren tartani, nehogy a rezgések túlgyors elhalása következzen be. Egy az előzőkben, a rezonancia tüneményének tárgyalásánál felhozott példára utalunk. Ha nehéz



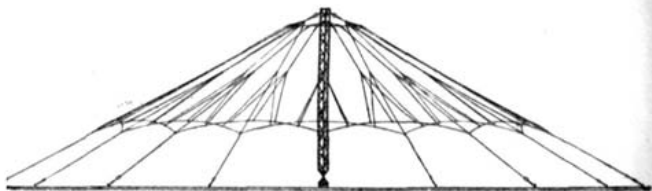
33. ábra.

harangot akarunk szólaltatni, úgy a kötél egyetlen erős meghúzásával a czélt nem érjük el oly biztosan, mintha a kötelet többször egymásután kisebb erővel húzzuk meg. Hasonló az eset a szikratávirónál. A vevő annál biztosabban és határozottabban szólal meg, mennél több hullám találja. Arra kell tehát törekedni, hogy a kisült szikra minél több és egyenletesebb hullámot váltson ki.

A sugárzási csillapítás csökkentését az antenna különleges berendezésével érjük el.

A legrégibb antenna a Hertz-féle, melyet a 33. sz. ábra szemléltet, hol «I» az induktor, «F» a szikrasor. A drótvégeken alkalmazott «C» golyók, a kapacitás növelésére valók. Ezen elren-

dezés a nagytávolságú szikratávirónál nem alkalmazható czélszerűen. Az első tulajdonképpeni szikratáviró-antenna. Marconitól ered. A Marconi-antenna egy több méter hosszúságú függélyes drót, mely a szikrasor közbeiktatásával a földhöz van kapcsolva. Ily egyszerű dróttal azonban lényegesebb távolság nem hidalható át, mivel csak kis mennyiségű elektromosságot képes felvenni. Az elektromosság mennyiségét tudvalevőleg két tényezőnek, u. m. a kapacitásnak

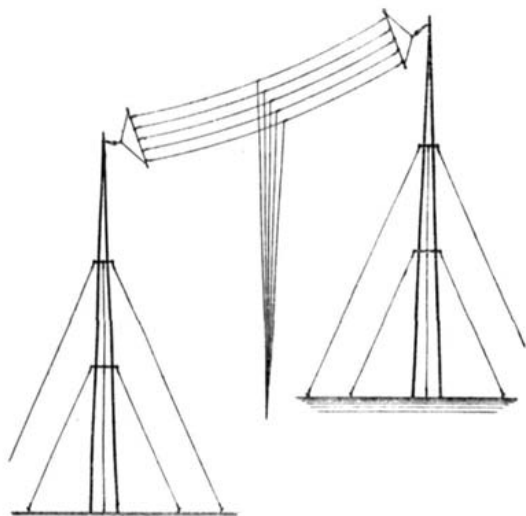


34. ábra.

és az ellenállásnak szorzata adja. Az egyszerű drót kapacitása jelentéktelen, ellenállása pedig nem fokozható tetszés szerint. Ha utóbbit bizonyos mértékben felül választjuk az áramlás ellen túlnagy akadályt gördít és az elektromosság mindenütt, főképp a csúcsos, sarkos részekben kisül. Marconi a drót kapacitását igyekezett növelni; olykép, hogy a felső csúcsra fémhengereket helyezett. Ezen súlyos hengerek felerősítése nehézséggel járt. A megnagyobbított kapacitás dacára is csak gyenge áramot képes az egyetlen drótból álló antenna felvenni, miért is a szikrakisülés jelentéktelen, viszont az ellenállás-csilla-

pítás, különösen a szikrasorban, aránylag jelentékeny. E mellett a sugárzás-csillapítás is tetemes.

A modern szikratávíró nem alkalmaz egyetlen drótból álló antennákat. Az összetett antennák



35. ábra.

között a leginkább elterjedt a 34. sz. ábrán bemutatott esernyő-antenna, mely nevét esernyőre emlékeztető alakjának köszöni. Az antenna lényegileg egy függélyes drótból és több, a csúcsból kiinduló ferde helyzetű drótból áll, melyeket szigetelt drótok feszítenek. A szikraütés, illetőleg energiabevezetés a függélyes drót földkapcsol-

latánál eszközöltetik. Ezen antenna jóval nagyobb kapacitással bír, mint az egyetlen drótból álló antenna, nagyobb elektromos mennyiségeket tud felvenni s így csillapítása is kisebb.

Hajókon, ahol nem áll olyan nagy hely rendelkezésre, a 35. sz. ábrán látható T-antennát alkalmazzák. Az antenna két magas árbocz között kifeszített több párhuzamos drótból áll, melyek közepéből függélyes drótok nyúlnak a földkapcsolathoz. A szikraütés, ill. energia-bevezetés a földkapcsolat fölött történik.

Az összetett antennáknak az egyszerűek fölött még azon előnyük van, hogy biztos összehangolásuk szűkebb határok között lehetséges, a mi a szikrátávíró mai sűrű elterjedése mellett rendkívül fontossággal bír.

---

## FÜGGELÉK.

Marconi, a szikratáviró zsenge, a tudósok munkatermeiben szerényen meghúzódó, színtelen virágját bátor kezekkel az életet adó napfényre hozta. A színtelen, fejlődésre alkalmatlan virág a napfény hatása alatt pompás fejlődésnek indult, porzóját elvitte a szél és megtermékenyítette a földet, áldást hozván az emberiségre. Kerek tizenöt esztendeje annak, hogy Marconi Preece segítségével, az angliai Bristol csatornában, az első sikeres szikratáviratával a világétért megremegtette. Az áthidalt távolság 15 kilométert tett ki.

Ha végigtekintünk a szikratávirás mai állapotán, jogos büszkeség fog el bennünket. Ily óriási haladás eme rövid néhány esztendő alatt olyasmi, amivel a gyakorlati tudományok egyik ága sem dicsekedhetik.

Marconi első sikereinek hírére a művelt emberiség összességét óriási láz fogta el. Minden nemzetség tudós elektrotechnikusai, kormányaik bőkezű támogatása mellett, lankadatlan munkálkodást fejtettek ki. A Marconi-rendszer mellett, számos más rendszer alakult ki. Az egyes rendszereket képviselő nemzetek, vállalatok erős ver-

sengése az elsőségért, nagyban hozzájárult a példátlanul gyors fejlődéshez.

A szikratáviró a tengerészetben emelkedett a legnagyobb jelentőségre. A tengerek mentén fekvő országok hatásai számos partmenti állomásokat létesítettek, melyek részint hadi, részint kereskedelmi és közbiztonsági célokat szolgálnak. Majdnem valamennyi állam törvényes büntetés terhe alatt kötelezte a hajózási vállalatokat arra, hogy nagyobb gőzöseiket szikratáviró-állomással lássák el. A hadihajók voltak természetesen az elsők, melyekre ily állomásokat felszereltek.

Az állomások rohamos keletkezése, több oly kérdést tolt előtérbe, melyek nemzetközi szabályozást igényeltek. Még egy évtized sem folyt le azóta, mióta Marconi első sikereiről a művelt világ tudomást szerzett és ime már az 1907-ik évben az összes hatalmak, Olaszországot és az Egyesült-Államokat kivéve, konvenczióba léptek. E konvenczió kimondja, hogy tagjai tartoznak a kereskedelmi hajókkal való érintkezés céljaira elegendő állomást fentartani és hogy az érintkezés az összes hajókkal meg nem tagadható, tekintet nélkül azok hovatartozására és táviró-rendszerére. A két ország elutasító magatartása daczára az érintkezés nemzetközisége nem szenved csorbát, amennyiben az olasz partállomásokat pótolják a francia középtengeri és az adriai állomások, az Egyesült-Államok állami távirói pedig, amennyiben egyéb elfoglaltságuk megengedi, fogadnak táviratokat. Azonkívül több magánállomást is rendeztek be az Egyesült-Államokban, melyek a Marconi-társulat állomásait kivéve

bármily rendszerű táviratot fogadnak. Ezen magánállomások közül legnagyobb a német «Telefunken Comp.» newyorki állomása.

E konvenczió kívül pótkonvenczió létesült a csaknem kizárólag Marconi-rendszerű állomásokkal bíró államok nevezetesen: Anglia, Olaszország és az Egyesült-Államok kivételével, az összes államok között a hajók egymásközötti érintkezésének szabályozására. E konvenczió szerint a nevezett három ország Marconi-rendszerű hajói nem kötelesek más rendszerű hajókkal érintkezni, míg a konvencziós államok hajói, tartozzanak bármely rendszerhez az érintkezést meg nem tagadhatják.

Ezen állapot azonban az 1911 július 1-én életbeléptetett amerikai törvénnyel megváltozott, amennyiben e törvény minden oly hajó számára, mely amerikai partot érint, a távirati érintkezést kötelezővé teszi.

A konvenczióhoz tartozó szikratáviró állomások száma az 1912. év elején a következő:

	Parti állomás	Hajóállomás		Összesen
		hadh hajó	kereskedelmi hajó	
Európa — —	144	663	727	1534
Ázsia — —	6	—	24	30
Afrika — —	21	—	—	21
Amerika (Egyesült államok kivételével)	61	35	9	105
Ausztrália —	7	—	—	7

Az Egyesült-Államokban az Atlanti-Oceán partjain 54 állomás van, melyek közül 22 a tengerészeti, 7 a katonai hatóságé, a többi magánvállalatoké. A New-York-Herald newyorki parti állomása az összes nagy oczeánjáró hajóknak naponta kétszer újság- és időjárás híreket ad.

A tengerészeti hatóság Nyugat-Indiában és Közép-Amerikában is tart fenn állomásokat. Az állomások érintkezést közvetítenek az 1000 km. távolságra úszó hajók és a washingtoni központi tengerész-hatóság között. Az állomások naponta déli időjelet és legalább egy időjárás jelet adnak.

A newporti állomás 3300 km. távolságra képes jeleket adni. Ezen állomásnak két, egyenként 60 méter magas antennája van. Jelenleg építés alatt áll Arlingtonban a legnagyobb állomás. Ennek egy db. 180 m. és két db. egyenként 135 m. magas antennája lesz.

Az 1911. évi amerikai törvény rendkívül szaporítani fogja a hajóállomások számát.

Az amerikai nyilvános állomásokat zavarják a nagyszámú amateur állomások. New-York közelében 500 amateur állomás van.

A Panama-csatorna megnyitása alkalmával, Dél-Kaliforniában létesítendő világkiállításon egy az Eiffel-toronyhoz hasonló 110 m. magas torony fog épülni 150 m. magas halmon. Ezen építmény világító-torony, meteorológiai obszervatórium és szikraállomás gyanánt fog szolgálni.

A fuldai állomáson óraszabályozó berendezést terveznek, melynél három normál óra felváltva, percenként egy áramkör zárása által egy hullámsort bocsájtana ki. A többi állomásokon az órák

percenként egy-egy impulsust nyernének és szabályoznák a mellékórákat is.

Az amerikai Mare-Island és Unalaska 3600 km. távolságra levő állomásai egymással távirati összeköttetést tudnak fentartani. Az antennák 60 méter magasak.

A kínai-, angol- és német-követségek szikratávíró összeköttetésben állanak anyaországaikkal.

A «Kronprinzessin Cäcilie» nevű német hajó 1911. év őszén esti időben Mexikóból való hazautazása közben, Norddeichtől 4100 km. távolságra, hibátlanul vett fel 150 szóból álló újsághír táviratot.

A «Deutsche Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie» u. n. óceán-leveleket közvetít. Az óceán-levél tulajdonképpen levéltávirat, mely hivatva van az utasok részéről üzeneteket küldeni hozzátartozóiknak. Az utas üzenetét felírja egy táviratlapra és átadja a hajó távirótisztjének, ki azt szikra útján egy ellenkező irányban haladó hajóval közli. Utóbbi hajó hazaérkeztekor borítékba teszi a táviratot és posta útján rendelkezési helyére juttatja.

A «Telefunken-Gesellschaft» Nauenben, Berlin mellett 200 méter magas kísérleti állomást épített. Az eredetileg 100 méter magas vasszerkezetű torony fölé egy másik 100 m. magas tornyot emelt, de alighogy a magasbítás elkészült, egy szélvihar lerombolta. A torony jelenleg újraépítés alatt áll. Ezen állomással 6000—7000 km.-t remélnek áthidalhatni, míg meg nem toldott állapotban Nyugat-Afrika irányában 4600 km., Észak-Amerika irányában 5000 km.-t hidalat át.



# TARTALOM

	<i>Lap</i>
Séta egy napsugárban — — — — —	3
A Marconi-féle szikratáviró (1897.) — — — — —	21
A tengerészet és a szikratáviró (1899.) — — — — —	59
Összehangolt és többszörös szikratáviró — — — — —	78
Függelék — — — — —	113

---









