

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

# TERMEZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY.

## HAVI FOLYÓIRAT

KÖZÉRDEKŰ ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE.

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

51-IK FÜZET.

1873. NOVEMBER.

V. KÖTET.

### XXX. A BÉCSI VILÁGTÁRLAT MÁGNESEI.

A „mágnes“ szót ne tessék képies értelmében venni! Ki is tudna arról az ezer meg ezerféle sok mágnestról, melyek 1873-ban májustól novemberig a bécsi práter felé vonzottak mindent, a mi mozogni birt, csak lajstromot is készíteni? Hogy ezt maga a világtárlat százkezü főigazgatósága sem tudta elvégezni, arról az általa kiadott hivatalos katalógus bőségesen tanúskodik.

Én csak a szó szoros értelmében vett mágnesekről akarok egyetmást elmondani, azokról a mágnesekről, melyek nem mindent, hanem legfőképp csak a vasat, aczalat meg a physika kedvelőit vonzzák magukhoz.

Kiket az igazi delejek is érdekeltek, már előre tudhatták, hogy hol kell mindenekelőtt keresgélniök. Ismeretes volt előttök, hogy a legjobb és leghatalmasabb delejek ekkoráig Hollandiában készültek; a harlemi *Logemann* és *Wetteren* ugyanis, honfitársuk *Elias* nak titokban tartott módszerét követve, az aczél-delejek készítését annyira vitték, hogy nálók az 1 fontos delejpatkó tartóképessége 25—26 fontra rúg, míg a Németországban készített 1 fontos delejek csak fél annyit bírnak. Tudták, hogy a legnagyobb delej, a mit *Logemann* készített, Párisban, az *École polytechnique* gyűjteményében van. Súlya 75 kilogramm, tartóképessége pedig 150 kilogramm vagyis 3 vámmázsa.\* Ez volt ekkoráig a mágnesek góliátja.

És a harlemi delejek közül egy-kettő eljött csakugyan a bécsi világtárlatra is. Különös figyelmet érdemelt a *Funkler*-féle. Csak három, mérsékelt nagyságú és kis tömegű lemezből áll, és mégis 33 kilogrammot tart függve, s a mi főleg nevezetes benne, akkor sem veszti el ezt a tartóképességet, ha horgonyát erőszakosan leszakítják róla.

\* Müller-Pouillet Physikája a párisi polytechnikum delejének súlyát és tartóképességét hibásan teszi 67 és 275 kilogrammra.

De miben állhat a harlemi delejkészítés mestersége? Ezen már sok physikus törte a fejét, hogy ne csak a hollandi mesterek, hanem a tudományos kutatás is hasznot húzhasson belőle. Gyanítgatták, hogy az aczél minősége, keményítésének módja és a delejzés gondossága képezi a harlemiak titkát.

Most már azonban nem kell többé e titok földerítésén töprengeni. A bécsi világtárlat francia osztályában, a physikai műszerek között, ki volt állítva egy delej-óriás, melylyel semmiféle harlemi delej nem mérközhetik, s mely nem is csinál erejével titkot, hanem őszintén megvallja, hogy így és így kell eljárnotok, ha hozzám hasonló vagy nálam erősebb delejeket akartok készíteni.

A francia delejóriás súlya 50 kilogramm, és tartóképesége állandóan 500 kilogramm vagyis 10 vámmázsa. Ez a leghatalmasabb állandó mágnes, a mi valaha készült. Feltalálója J a m i n, a párisi polytechnikum tanára, készítője pedig B r e g u e t, híres párisi műszerész. Először be lett mutatva a párisi akadémia ez évi május 12-ikén tartott ülésén.

Tekintsük meg közelebbről. Az erős faállványba foglalt *Jamin-mágnes* 45, lantalakúlag görbült, tenyérsezélességű aczélrugóból áll, melyek előzetesen, mielőtt egymás mellé helyeztetek, elektromagnetikus tekerccsekkel megtelésig magnetizáltattak. Az aczéllevelek végeit két 16—16 kilogrammos lágy vasból készült markolat — armatura — foglalja össze. A két markolatot erős rézzablák szorítják egymáshoz. Az egybefoglalt markolat síma alsó lapjára jő a lágy vasból készült, 13 kilogrammos horgony, melyen aztán a terhelmény függ.

Az első pillanatra szembeötlő különbség Jamin deleje és az eddig használt állandó delejek között abban áll, hogy amaz vékony aczéllevelekből, emezek pedig többé-kevésbbé vastag aczéllemezekből vannak alkotva. Azonban nem ez a főkülönbség közöttük. Az új delej legnagyobb előnye a delejzés gondosságában, a markolat és a horgony nagyságának helyes megválasztásában rejlik. Ekkoráig nem igen vigyáztak arra, hogy ilyen és ilyen nagy delejhez mekkora markolat, mekkora horgony kell. Azt vélték, hogy az jóformán mindegy lesz, akár kisebb, akár nagyobb horgonyt alkalmaznak. Jamin ellenben azt találta, hogy az aczél minőségén, a delejzés gondosságán kívül még igen nagy befolyása van a delej jóságára a markolat és a horgony nagyságának is; 1872 eleje óta számos értekezést tett közzé a párisi akadémiaiban, melyekben a delej jóságát alkotó tényezők szerepét külön-külön kimerítő tanul-

mány tárgyává tette.\* Csak azután, midőn szerves egészszvé fejlesztett, és mind elméletileg, mind kísérletig biztos alapra tett szert, látott az új delej elkészítéséhez. Jamin kísérletei és tapasztalatai szerint: arra, hogy adott minőségű és adott hosszúságú aczéllevelekből a lehető legjobb delej készüljön, a szerkesztőnek a következő feltételeket kell teljesíteni:

1-ör. A horgonynak le kell kötni a delej külső felületén elterjedő összes delejességet. E végből a horgony tömegét gondosan meg kell választani.

2-or. E tömeg meg lévén határozva, az érintkező lap nagyságát mindaddig csökkenteni kell, míg a kevés szabad delejesség, melyet a horgony a delejen hagy, növekedni nem kezd.

3-or. Az aczél-levelek száma úgy választandó, hogy a horgony rátétele után a delejen valami csekély szabad delejesség jelentkezni kezdjen. Ha a levelek száma ennél kisebb, akkor az állandó tartóképeség határa még nincs elérve; a kellőnél több pedig nem használ semmit.

4-er. A markolatok erősek, jól hozzáillők legyenek és egymáshoz igen közel álljanak.

Jamin értekezéseiben majdnem tökéletesen meg van fejtve a delejkészítés kérdése, a mint ezt a Bécsben kiállított nagyszerű példány gyakorlatilag bizonyítja. Most már mindenki megtudhatja, hogy miben van a dolog bibéje. A titok föl van derítve, s bizonyosak lehetünk benne, hogy a tudományos verseny még tetemes haladást fog létrehozni a Jamin által előkészített alapon, s hogy pár év alatt minden physikai gyűjteményben óriáserejű állandó delejek lesznek találhatóak.

„De hát mire valók ezek a nagy mihaszna mágnesek?“ kérdezhetné tőlem valaki. Valahányszor egy új fölfedezés haszna után hallók tudakozódní, mindjárt a kis gyermekek jutnak eszembe, kik ha valami újat látnak, először is azt kérdik „meg lehet-e enni?“ „Hogy tudományos fölfedezés nem csak forintokat hajthat az egyesek zsebébe, hanem milliókat is az államok kincstárába, arról a tudomány története bőségesen tanúskodik; de a haszon reménye soha sem volt és nem is lesz soha indító ok a tudományos kuta-

J a m i n. Sur la distribution magnétique. Comptes Rendus Vol. 75, Pag. 1572, 1672, 1796. — Sur le condensateur magnétique. U. o. Vol. 76, Pag. 65. — Sur la théorie de l'aimant normal et sur le moyen d'augmenter indéliniment la force des aimants. U. o. Vol. 76, Pag. 789. — Sur la force portative des aimants. U. o. Vol. 76, Pag. 1153. — Sur les modifications du pouvoir magnétique de l'acier par la trempe ou le recuit. Vol. 77, Pag. 89. — Sur le rôle des armatures appliquées aux faisceaux magnétiques Vol. 77, Pag. 305.

tásra. Önmagáért, az igazságnak tiszta szereteteért, nem pedig hasznáért kell a tudományt művelni.\*\* Euclides és Apollonius mily gonddal tanulmányozták a kúpszeletek természetét, t. i. azon görbe vonalakét, melyek akkor keletkeznek, mikor sík felület a kúpot különböző irányokban vágja. És kérdezték volna tőlök: „mi legyen a haszna ezen görbe vonalaknak?“ aligha tudtak volna rá felelni, mivel a kúpszeletek semmi képességet sem mutattak tudományos problémák megoldására. Két ezer évig valóban csekély becők is volt; de azután gyönyörű eredményekre vezettek a Kepler által felkarolt tudományos kérdések megoldásában. Kúpszeletek nélkül nem lett volna Kepler, Kepler nélkül nem lett volna Newton és Newton nélkül nem volna modern tudomány.\*\*

A Jamin-delej haszna különben nem fog 2000 évig magára vártni. A delejességnek már eddigi tényleges alkalmazásai közül, hogy csak a legfőbbet említsem: valamint villanyossággal delejt, épp úgy *delejjel villanyosságot lehet készíteni*. Erről azonban később.

Századunkat ném ritkán a villanyosság századának is nevezik, és méltán. A jelen századnak éppen első évében mutatta be Volta, a halhatatlan olasz physikus, a francia akadémia tagjainak, közöttük Buonaparte első konzulnak, a villany-telepet, azt a sajátságos készüléket, melylyel a physikai erélynek oly nyilvánulási alakját — a villanyáramot — lehet előteremteni, minőről az előbbi századok embereinek jóformán fogalmok sem lehetett.

Engedjék meg olvasóim, hogy a későbbi összehasonlítás kedvéért, közbevetőleg néhány szót mondhassak a Volta-féle villanyáram-készítésről. Nem leírását, csak alapelvét kívánom előadni.

A vas megrozsdásodása, mint tudjuk, nem egyéb, mint a vasnak lassú elégeése.\*\*\* Más fémek még könnyebben elégnek. Czink-szelet a gyertya lángján meggyújtható, és épp úgy elég mint a papirszelet. Égés azonban nemcsak a levegőn, hanem folyadékban is lehetséges. A vízben péld. sok oxgyén van, mi a vízbe mártott fémmel egyesülhet és azt megemésztheti, elégetheti. Volta telepében czink — tehát könnyen elégő fém — folyadékba, t. i. vízzel föleresztett kénsavba van mártva. A fém és a folyadék oxgyénje chemiai vonzalommal viseltetnek egymás iránt, s a telep két sarkát vastag huzallal egybekötvé, a fém egyesülni kezd az oxgyénnel, a czink fogyasztódik s az égés eredményeképpen, mint rendesen, itt is melegség támad. De e közben, míg a sarkok összekötvék, és

\* John Tyndall: Six Lectures on Light, London, 1873

\*\* II. Smith elnöki beszédéből, melylyel a British Association matematikai osztályának ez idei tárgyalásait Bradfordban megnyitotta-

\*\*\* A lassú égésről l. Lengyel Béla előadását e közlöny 47-ik füzetében.

a telepben a czing lassú égése tart, az összekötő huzalt egy saját-ságos valami járja át, mit jobb név híjával villanyáramnak nevezünk.

A vastag huzalt ketté vágván, elválasztott végeit vékony huzallal kötöm össze. A vékony huzal annyira megmelegsik, hogy fehér színben izzik. Miből támad ez a melegség? oly kérdés, melyre nagyon érdemes felelni. Tegyük fel először, hogy a vastag huzalt használva, a czinget addig engedtem égni, míg belőle 100 gramm fogyaszódik el, s hogy a melegséget, mely ezen idő alatt a telepben támadt, pontosan megmértem. Ez meglevén, beiktatom a vékony huzalt is, és azt addig engedem izzani, míg a telepben újra 100 gramm czing el nem ég. Most e második kísérletnél nemcsak bent a telepben, hanem künn a vékony huzalon is támadt melegség. Megmérem mind a kettőt, s a mérés azt mutatja, hogy az utóbbi kísérletnél bent a telepben kevesebb melegség támadt mint előbb; és pedig éppen annival kevesebb, mint a mennyi a vékony huzal izzítására kellett. Hozzáadván tehát a belső meleghez a külsőt, az összeg, mely 100 gramm czing elégsének felel meg, ugyanaz és változatlan marad minden körülmények között. — A Volta-telepet használván és sarkait igen hosszú huzallal kötvén össze, megtehetjük, hogy *itt* égetjük el a czinget, de égése hatásait *nem itt*, hanem egy távoli ponton juttatjuk napfényre. A tűzhely és a tüzelő itt van péld. Pesten, de tűzének fénye és melege Londonban vagy Moszkvában tűnik elő.

Miben áll tehát a Volta-telep lényege? E kérdésre, a nélkül hogy a villanyáram milétét feszegetnünk kellene, megfelelhetünk: Volta telepe átváltoztatja a czing és az oxygen chemiai vonzalmát, a mi különben, közönséges elégéskor, melegséggé alakúlna, villanyárammá. Egyfelől eltűnik a chemiai vonzalom, másfelől pedig megjelenik bizonyos hatás — „mint csodatevő gyárainkban: a terem egyik végén kádba dobják a szennyes rongyot, s a terem másik végén szép síma papiros kerül ki, a rongy eltűnt, a papiros feltűnt — elveszett-e nyom nélkül, megsemmisült-e az a rongy? nem, csak átváltozott.“ Nem ítélünk-e helyesen, ha ugyan e módon magyarázzuk meg a fenforgó esetet? A chemiai vonzalom mely eltűnt, voltaképen alakot cserélt, egy másik hatás alakjában került fölszínre: mint telepet és huzalt átjáró villanyáram.

Volta telepe századunkban sokféle módosuláson ment keresztül. Változtattak, javítottak rajta. Danieli, Grove és Bunsen telepéi — hogy csak a legfőbbeket említsem — jelentékeny haladásokat mutatnak az eredeti Volta-féle szerkezethez képest; de *alapelvök* tökéletesen egyez a Volta készülékével. Változott a forma,

változtak az eszközök, az elv változatlanul maradt. Mindenik a cinket égeti folyadékban, mindenik a chemiai vonzalmat alakítja villanyárammá.

De nem lehetne-e a chemiai vonzalom helyett közvetlenül valami másféle erőt átalakítani villanyos árammá, péld. a melegséget, vagy a mi még gyakorlatiasabb lenne, a mechanikai erőt. Mindakettő lehetséges: mind a melegséget, mind a mechanikai erőt át tudjuk változtatni egyenest villanyárammá.

Az elsőbb említett átváltozást, t. i. a melegségét villanyárammá, először S e e b e c k létesítette 1821-ben, megmutatván, hogy elegendő, ha két különböző anyagú, fémdarabot péld. fémhuzalokat, végeikkel egymáshoz forrasztunk, és a forrasztó helyeknek különböző hőmérséket adunk: a fémekben azonnal megindul a villanyáram. Épp úgy mint a gőzgépben: a kazán és a condensator, a hővillanytelepben is van egy melegebb és egy hidegebb hely. A melegség a melegebb helyről a hidegebb felé tart: de csak egyik része ér oda mint melegség, a másik része útközben átváltozik a gőzgépnél mechanikai erővé, a hővillanytelepnel pedig villanyárammá. E szerint a hővillanytelep tökéletesen analog működésű a gőzgéppel: az egyik mechanikai erőt termel melegség árán, a másik pedig villanyáramot.

A hővillanytelepeknek azonban egy igen jelentékeny hátrányuk van, t. i. sokkal gyengébb áramokat szolgáltatnak, mint a javított Volta-telepek. A világtárlaton egyrésztől N o e, másrésztől M a r c u s — mindkettő Bécsből — igen figyelemre méltó hővillanytelepeket állítottak ki, melyekkel az eddigieket messze túlszárnyalták; mindamellett az övéik sem mérkőzhetnek erősség dolgában a jobb fajta — péld. a Bunsen-féle — Volta-elemekkel.

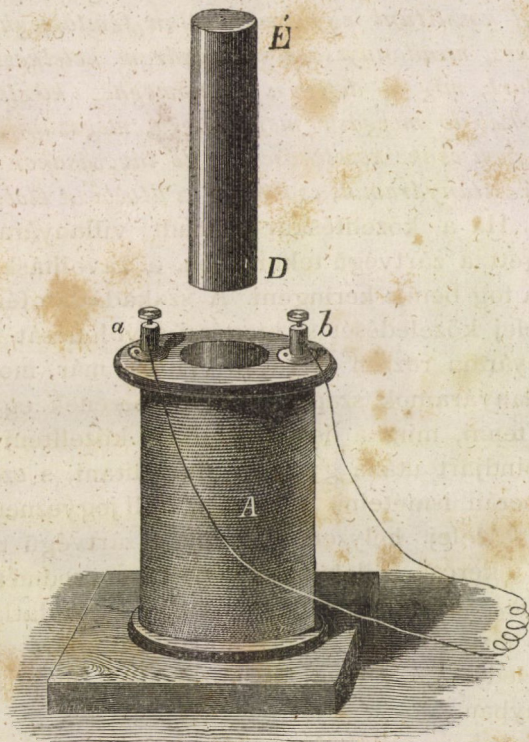
Legutójjára hagytuk a villanyáramnak — modern szempontból nézve — legérdekesebb előállítási módját, t. i. a mechanikai erő közvetlen átalakítását villanyárammá. Választott sorrendünk a chronologiai rendnek is megfelel, a mennyiben a villanyáramnak mechanikai erőből való készítése, valamennyi között, a legutolsó keletű, s definitív megoldása csakis a bécsi tárlaton lett a világnak legelőször bemutatva.

Tartsunk azonban rendet. Lássuk, miként fejlődött e probléma gyakorlati megoldása azon magas fokig, melyen jelenleg áll.

Nagy fölfedezések dicsősége rendszeren többek között oszlik meg. Ritkaság, hogy az úttörés, a pálya megnyitása és a kérdés teljes elvi megoldása egy embernek essék osztályrészeül. Itt azonban e ritka esetek egyikével találkozunk. Lehet-e, és miként lehet a mechanikai erőt, dörzsvillanyosság nélkül, egyenest villanyárammá

átváltoztatni? E kérdésben nemcsak az úttörés, de a *teljes elvi megoldás* is egyetlen férfi érdeme, a halhatatlan Faradayé.\*

Faraday idevágó alapkísérletei 1831-ből származnak; ma már a physika minden kezdő tanulója ismeri, és úgy idézi őket, mint a tudományos elmélkedés egyik legszebb gyümölcsét. És valóban! alig van a tudomány történetében érdekesebb eszmelánczolat följegyezve, mint az, mely Faradayt az ő nagy fölfedezésére rávezette.



1-ső ábra.

majd minden delejességét. A huzaltekerics, mely magában semmi hatással sincs a mellette lévő vasra, hatásképessé lesz, mihelyt villanyáramot vezetek beléje. A tekerics magában nem hat a vasra, s viszont a vas magában nem hat a tekericsre; de a mint

\* „Vissza kell menni egész Newtonig, hogy oly tudóssal találkozzunk — s a tudomány történetében talán csakis Newton az egyedüli, — kinek termékeny és mély lángszét Faradayjével párhuzamba lehet tenni; mert valóban épp azon jognál fogva, melylyel Newton a legelső helyen áll minden kornak *natural philosopher*-jei között, ugyanazon jognál fogva Faradayt, mint *facile princeps*-et, a legelső helyre kell állítani minden kornak *experimental philosopher*-jei sorában.“ Akin Károly Faradayról. (Értekezések a m. tud. Akademia természettudományi osztálya köréből. I. kötet 10-ik szám.)

A r a g o és A m p é r e kísérleteiből ugyanis már akkorig általánosan ismeretes volt, hogy a villanyáram a vasat megdelejezi. Elég, hogy ha egy huzal-tekericshez, melyben villanyáram kering, vasat közelítek, mindjárt delejjé válik az, s mindaddig delej marad, míg a villanyos tekerics közelében hagyom. Mihelyt azonban a vasat a villanyos tekericstől eltávolítom, vagy — a mi egyre megy — ha a lánczolatot, melyben a villanyáram kering, megszakítom, a vas csakhamar elveszti

a tekercs villanyos-tekercscsé változik, mindjárt fölébreszti a vasban a delejességet; vajjon a vas — így elmélkedék Faraday — ha delejé változik, nem ébresztené-e fel a tekercsben a villanyos-ságot? Hisz az actio okvetetlenül reactiót szül. A villanyos tekercs actiója a vasra delejesség alakjában nyilvánul, nem nyilvánul-e a delejes vas reactiója a tekercsre villanyosság alakjában? Ha e következtetés helyes, úgy a huzaltekercsben delejt közelítvén hozzá, péld. az *A* tekercs üregébe a *DÉ* delejrudat hirtelen beledugván, villanyáramnak kell támadni. (1. ábra.)

Faraday megtette a kísérletet, s következtetését igazoltnak találta. *Valahányszor delejt közelítünk egy szakadatlan fémtömeghez, péld. zártvégű huzaltekercshez, mindannyiszor villanyáram keletkezik, mely azonban csak addig tart, míg a delej a fémtömeghez közelebb és közelebb jő. A delej közeledő mozgása megszűnván, megszűnik a villanyáram is. Azonban nem csak közeledésekor, de távozásakor is létesít a delej a tekercsben villanyáramot, csakhogy ez utóbbi az előbbivel éppen ellenkező irányú.* Ha a közelítéskor támadt villanyáram péld. jobbról balra keringett a zártvégű tekercsben, a távolításkor támadt áram balról jobbra fog benne keringeni. A szakadatlan fémtömeg megérzi tehát a delej közeledését s megérzi távolodását is, mind a két esetben villanyáram rezzen át rajta. Hogy már most ezen rövid ideig tartó villanyáramok szaporán következzenek egymásra, nem kell egyebet tenni, mint a delejt gyorsan közelíteni a zártvégű tekercshez, és mindjárt utána gyorsan eltávolítani, s ezen ide-oda járó mozgást szaporán ismételni. Még meg kell jegyezmem, hogy egyre megy, akár a delej helyzete változik a zártvégű tekercséhez képest, akár a tekercsé a delejéhez képest: az eredmény mind a két esetben ugyanaz. Mihelyt a delej és egy szakadatlan fémtömeg relativ helyzete megváltozik, az utóbbiban mindjárt villanyáram támad, a közeledés vagy távolodáshoz képest, majd az egyik, majd a másik irányban.

De miből támadnak ezek a villanyáramok? Micsoda erő az, a mi itt a helyzetváltozás közben villanyárammá alakul. Erről könynyű meggyőződést szerezni.

Képzeljük, hogy a közeledést vagy távolodást egy afféle gépezet segítségével eszközöljük, mint a minővel a szívatós\* kutaknál a dugattyút ide-oda járattjuk. Eleinte, a mint a gépezet fogantyúját húzni kezdem, a tekercs végei még ne legyenek egymással összekapcsolva, hogy villanyáram ne keringhessen benne. Kezem az egyenletes húzogatózás közben csakhamar hozzászokik az erő kifejtés

\* E szót a nép szájáról hallottam Zalamegyében.

azon mértékéhez, mely a delej és a gépezet ide-oda mozgatására szükséges. Míg én így dolgozom, kapcsolja valaki össze a tekercs végeit, más szóval nyissa meg az utat a villanyáram keletkezhetésére. A gépezet egyszerre nehezebben kezd járni, több erőt kell kifejtenem a delej közelítésére és távolítására, mint előbb, mikor a tekercsben még villanyáram nem járhatott. Egyfelől eltűnik az általam kifejtett mechanikai erő, másfelől pedig megjelenik a villanyáram. A mechanikai erőbeli többlet, mely eltűnt, nem semmisült meg, csak átváltozott, csak alakot cserélt. Egy másik hatás — a villanyáram — alakjában került fölszínre.

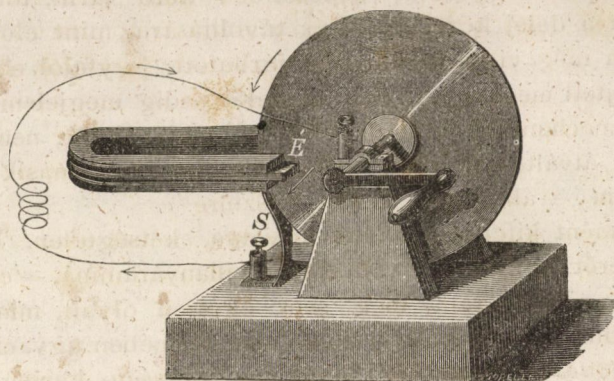
Az imént kifejtett elveket követve, kétségtelen, hogy a mechanikai erőt is át lehet változtatni villanyárammá, — csakhogy az így támadt villanyáram még sem egészen olyan, mint a minő a chemiai vonzalomból keletkezik. Volta telepében ugyanis a villanyáram *folytonosan* és szakadatlanul *egy irányban* kering, az imént leírt villanyáram ellenben, mint föntebb láttuk, *nem folytonos*, hanem szakadozott, és *nem is folyvást egyirányú*, hanem váltakozva majd jobbról balra, majd balról jobbra tart; járása nem is igazi keringéshez, inkább rohamos lüktetéshez hasonlítható.

De nem lehetne-e a magneto-inductiót — így nevezte el a tudomány a delej segítségével történő villanyáram-indítást — akként alkalmazni, hogy a vele keltett villanyáram szintoly folytonos, szintúgy állandó irányú, szóval egészen olyan legyen, mint a Volta villanyáram? Igen is, lehet!

Az első, ki ezt bebizonyította, ugyancsak Faraday volt. Ugyan abban az értekezésben, melyben a szagatott inductiót először leírja, előad egy másik kísérletet is, melynél a magneto-inductio folytonos villanyáramot hoz létre. Vízszintes tengely körül forogható vörösréz-korongot egy delejpatkó sarkai közé állít, mint a 2-ik ábra mutatja. Az *s*-sel jelölt fémrúgót, mely a delejsarkok közelében a korong széléhez van szorítva, összeköti egy huzalvezetés által, a korong tengelyével. A nyíl irányában sebes forgásba hozván a korongot, a huzalvezetésben gyöngye villanyáram mutatkozik, mely *folyvást egyazon irányban*, t. i. a korong közepétől a széle felé kering; a korongot ellenkező irányban forgatván, ellenkező irányú villanyáram támad. Nyilvánvaló, hogy a villanyáram itt is mechanikai erőből, t. i. a korong forgatására szükséges mechanikai erő egyik részéből keletkezik, másik része a tengelysurlódás és a légellenállása által vétetvén igénybe.

Faraday e szerint *két* módot talált a mechanikai erőnek átalakítására villanyárammá. Az egyik, mit elsőbben írtunk le, szerfelett erős villanyáramokat szolgáltat, csakhogy szakadozva és váltakozó

irányban; a másik mód, mit az imént fejtettünk ki, szakadatlan és folyvást egyirányú — de az előbbieknél sokkal gyengébb — áramot hoz létre. Faraday sem az egyik, sem a másik módot nem igyeke-



2-ik ábra.

zett gyakorlatilag tovább fejteni; megelégedett az igazság felderítésével, a feladat elvi megoldásával. Találmányainak, fölfedezéseinek gyakorlati consequentiáival nem igen szeretett foglalkozni; tudta, hogy azok úgy is magoktól be fognak következni.

Két út állott nyitva Faraday gyakorlatiasabb érzékű követői előtt: az egyik már kezdetén gyönyörű kilátást nyújtó, a másik — mint látszott — nem sokat ígérő. Mi természetesebb, hogy mindenki arra az útra vetette magát, oda tódult, honnan több eredmény látszott kinálkozni, s hogy a másikat figyelemre sem igen méltatták. A magneto-inductio terén mindenki csak a szaggatott villany-áramokkal foglalkozott, ezektől remélve a probléma definitív gyakorlati megoldását. Számptalan gépezetet gondoltak ki a végből, hogy a szaggatott áramok minél szaporábban következzenek egymásra, és feltalálták az úgynevezett *commutatort*, mely a váltakozó irányú áramokat egy irányba tereli; szóval elkövettek mindent, hogy azt, a mi nem folytonos, matematikailag folytonossá tegyék. Pixii, Ritchie, Saxton, Clarke, Petrina, von Ettingshausen, Stöhrer, Dove, Sinsteden, Siemens, Holmes, Wilde, van Melderer és a l'Alliance nevű részvénytársulat törekvései nem is maradtak siker nélkül. Siemens, Wilde és a l'Alliance magneto-elektikus gépei meglehetősen folytonos áramokat termelnek, de persze roppant munka árán. Péld. Wilde képes volt 37 centiméter hosszú és 6 milliméter átmérőjű vashuzalt megolvasztani; de gépének minden perczben 1500—2500-szor kellett megfordulni. Ennek következtében a tekercsek szerfelett megmele-

gűlnék, s minduntalan szünetelésre kényszerítenek, nehogy a huzalok bevonata megpörköljék. A kifejtett mechanikai munkának csak kis része változik át villanyárammá, a nagyobb rész célelleszen melegséggé alakul. De ha e hátrány egészen elhárítható lenne is, az áram tökéletlen folytonossága mégis megmarad. Keringjen bár 5000 áram egy-egy perczen, mint Wilde legnagyobb gépénél, még sem lesz az *folytonos* keringés, hanem csak periodikus lüktetés.

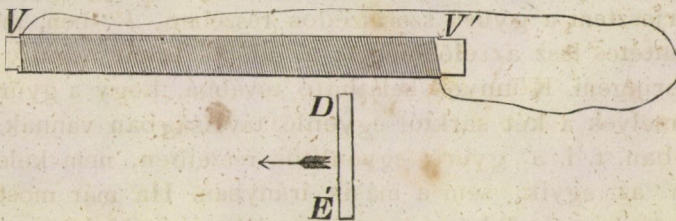
A Faraday által kijelölt második útát, úgy szólván, senki sem követte. Nem látszott valószínűnek, hogy azt a rendkívül gyöngé *folytonos* áramot, mit Faraday a magneto-inductioval létre hozott, jelentékenyen fokozni és gyakorlati célokra alkalmazni lehessen. Foucaulttól tudva van, hogy e kérdéssel foglalkozott, és úgy látszik, Wheatstone talált is valami eredményt, mit azonban nem tett közzé, minthogy gyakorlati tekintetben csekély értékűnek ítélte.

Ez volt körülbelül a dolgok állása, midőn 1871 július 17-én Jamin a francia Akademia elé terjesztette a l'Alliance egyik kézművesének, Gramme asztalosnak, *magneto-elektikus gépét, mely folytonos áramokat hoz létre.\** Innen a magneto-inductionnak egy új aerája kezdődik.

Gondolni lehetett, hogy Gramme gépe sem marad el a bécsi világtárlatról.

Három különböző nagyságú és különböző célra rendelt példányban állíttatott az ki s a hozzáértők körében rendkívüli föltűnést okozott. És kétségtelen is, hogy a physikusra nézve ez volt a legérdekesebb tárgy az egész világtárlaton.

Elvé könnyen megérthető. Legyen a 3-ik ábrában  $VV'$  egy hosszú lág vasrúd, melyre szigetelt rézhuzal van körül sodorva;



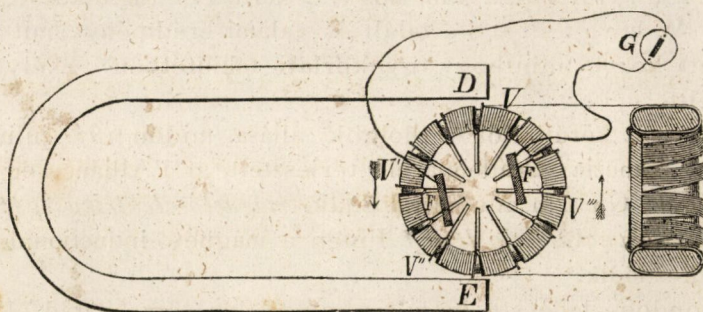
3-ik ábra.

$DÉ$  pedig egy állandó deléj, mely déli sarkát fordítja a rúd felé. Mozgassuk most a delejt, a nyíl irányában, önmagával párhuzamo-

\* Sur une machine magnéto-électrique produisant des courants continus. Note de M. Gramme, présentée par M. Jamin. — Comptes Rendus, Vol. 73, Pag. 175.

san és egyforma sebességgel. Az állandó delej déli sarka a vasrúd azon részében, mely hozzá legközelebb van, éjszaki delejsarkot állít elő. Ezen éjszaki delejsark, az állandó delej mozgása következtében, szintén odább fog mozdúlni a vasrúdon, nyomról nyomra követve az állandó delejt. A vasrúd delejsarkának ezen tovamozdulása a környező huzalban villanyáramot gerjeszt, s ezen áram mindaddig fog tartani, míg az állandó delej a vasrúd két vége közt egy irányban halad.

E kísérletből látható, hogy kellő berendezés mellett lehetséges egy oly gépet szerkeszteni, mely folytonos villanyáramokat szolgáltat. Erre nem kell egyéb, mint az, hogy az elektro-mágnes egyenes rúd helyett gyűrű-alakú legyen, mint a 4-ik ábrában.



4-ik ábra.

E gyűrű-alakú elektromágneset helyezük a  $DE$  állandó delejpatkó sarkai közé, s a papírlapra merőleges tengelye körül forgassuk, a nyilak által kijelölt irányban.

A delejpatkó déli sarka a gyűrű azon részében,  $V$ -ben, mely hozzá legközelebb van, villanyáramot gerjeszt, mondjuk a positiv irányban; azonban a mágnes éjszaki sarka is fog épp így villanyáramot gerjeszteni a gyűrű szomszédos részében,  $V''$ -ben, melynek iránya ellentétes lesz az előbbiével: az utóbbi tehát negativ irányban fog keringeni. Könnyen belátható továbbá, hogy a gyűrű azon részeiben, melyek a két sarktól egyenlő távolságban vannak, tehát  $V'$  és  $V''''$ -ban, t. i. a gyűrű egyenlítői részeiben, nem keletkezik áram, sem az egyik, sem a másik irányban. Ha már most össze akarjuk gyűjteni az elektromágnes huzalában egyidejűleg gerjesztett ellentétes áramokat, melyek közül az egyik  $V'$ , a másik  $V''''$  felé tart, nem kell egyebet tennünk, mint a huzalvezetés végpontjait  $F$ , és  $F''$ -t, a mindenkori egyenlítő részein végig súrolni, s velők — hogy úgy fejezzem ki magamat — az oda érkező villanyoságot felsöpörtetni, mielőtt az a gyűrű másik felébe juthatna.

A berendezés elvét fölfogván, könnyű magának a gépnek szerkezetét is megérteni.

A gép egy patkó-alakú állandó delejből *DÉ*-ből áll, melynek sarkai közt egy *végetlen* elektromágnes forog. Ezen elektromágnes gyűrű-alakú lágy vas, melyen szigetelt fémhuzal van szakadatlanul körülsodorva; olyan tehát, mintha egy közönséges egyenes elektromágnezt karikává görbíteniénk, és vezetőhuzala két végét egymáshoz forrasztanók.

Az elektromágnes forgási tengelye — mely ábránkban a papírlapra merőlegesen áll — a mozgást vagy dobon hajtott szíjtól, vagy fogas kerekektől veszi át.

A villanyáram gerjesztése és összegyűjtése következőképpen történik: Az elektromágnezt környező-huzal — mely, a mint fentebb mondtuk szakadatlan — 40 szakaszra van felosztva, mindenik szakaszban péld. 100 sodrattal. Az első szakasz szálának vége a második szakasz szálának elejét képezi, s a 40-ik szakasztól a huzal visszakerül az elsőre.

A könnyebb felfogás kedvéért képzeljünk a gyűrű egyenlítőjén át, vagyis a két delejsarkot összekötő *DÉ* vonalra merőlegesen egy egyenest, mely a gyűrűt két szimmetrikus részre osztja; tegyük fel továbbá, hogy a 40 szakasz közül valamelyiket a többitől külön választjuk, és felszabadított szála végeit egy villanyárammérő — galvanométer — csapjaihoz kapcsoljuk. Mikor ez meg van, fordítsunk hamar egyet a hajtóművön, úgy hogy a mondott szakasz, egyik irányban, valami 10 fokkal odébb mozduljon, s azután állítsuk meg, időt hagyván a galvanométer tűjének, hogy rendes állásába újra visszatérhessen. Tapasztalni fogjuk, hogy mindaddig, míg a mondott szakasz az egyenlítői vonal fölött van, a galvanométer tűje mindig egy oldalra tér ki, vagyis hogy az áramok mind egyirányúak. Mihelyt azonban a szakasz áthalad az egyenlítőn, a gerjesztett áramok az előbbiekhöz képest ellenkező irányúakká válnak. Ha a hajtóművet ellenkező irányban fordítgatjuk, az áramok is megváltoztatják irányukat.

Egy szakasz magaviseletéből megítélhetjük valamennyiét, egynek jelenségeiből következtethetünk az egészre. Az a 20 szakasz, mely az egyenlítő egyik oldalán van, mind egyirányú áramot, péld. pozitív áramot gerjeszt. Az egyiké erősebb lehet ugyan mint a másiké, de ha a forgás sebessége egyenletes, összegük állandó marad; más részről az a 20 szakasz, mely az egyenlítő túl oldalán van, negatív áramok forrása, s ezen utóbbiak erősségének összege szintén állandó s éppen akkora mint a pozitív áramok összes erőssége.

E szerint a forgó gyűrűn a szakaszok minden pillanatban két csoportra választhatók: mindenik csoportban egyenlő erős, de egymással ellentétes irányú villanyáramok gerjednek. A huzal szakadatlan lévén, az áramok kölcsönösen megrontják egymást, úgy hogy áram nem fog benne keringeni. Az eredmény éppen olyan, mintha két Volta-telepet, mindeniket 20—20 elemmel, úgy kapcsolnánk össze, hogy a telepek egynevű sarkai kerüljenek egymáshoz.

Már most az a feladat, ezeket az alvó áramokat fölébreszteni és erejüket hasznosítani. A Volta-telep iménti analogiája azonnal rávezet e feladat megoldására. Ha két Volta-telep áramát, melyek egynevű sarkaikkal vannak egymáshoz fűzve, összegyűjteni akarom, csak vezető-huzalokat kell kapcsolnom a telepek érintkező pontjaihoz: az egész villanyos erő mindjárt be fog áramlani e huzalokba. Mik előbb megrontották, most öregbitik egymást. Ha a neutrális pontokon vezető-huzal nem várja őket, össze kell ütközniök; így azonban, mint közös csatornán, lefolyhatnak, rajta és támogatják egymást. — Gramme is ezzel a fogással békíti ki az egymásra törő ellentéteket. A huzal-szakaszok szálait nem köti mindjárt egyet a másához, hanem előbb hozzákapcsolja őket sugárasan álló veresréz darabokhoz (hidalókhoz), melyek bárha igen közel jutnak, de még sem érnek össze. Az első szakasz huzalának vége és a másodikának eleje ugyanarra a sugaras hidalóra van forrasztva, úgy hogy annyi a hidaló, a hány a szakasz. Hogy ezen sugárasan álló hidalókhoz könnyebben hozzá férhessen, épszög alatt előre görbíti őket, végeikkel sík lemezt képeztetvén. Mint-hogy a hidalók egymástól el vannak szigetelve, végeik sem alkotnak szakadatlan fémlamezt, hanem barázdásat, melyen annyi lesz a szakadás, a hány a hidaló.

A hidalókból alkotott lemeznek meg lesz szintén a maga egyenlítői vagyis neutrális része, hol a szakaszokból jövő ellentétes áramok összezsacpnának. A lemeznek két ilyen pontja lesz, melyek a gyűrű neutrális pontjainak  $V'$  és  $V''$ -nek felelnek meg. A lemeznek erre a két pontjára kell tehát illeszteni, épp úgy mint Volta telepeinél, az áramvezető huzalok végeit. Hogy az érintkezés biztosabb legyen, s az áram megszakadása soha se adhassa magát elő, Gramme a vezető-huzalokat igen elmésen, két fémsöprőben végződteti. A meglehetősen vastag söprők, számos fémsörtéikkel, egyszerre több hidalóhoz dörzsölődvén, a fémi érintkezést folyvást épen tartják, és szakadatlanul gyűjtik a neutrális helyek felé áramló villanyosságot. A villanyosság a söprőkből beáramlik a hozzájuk

kötött huzalokba, s ezeken aztán oda vezethető, hol a villanyáramot értékesíteni kívánjuk:

A gép hatása nagyban függ a forgás sebességétől. A kísérlet azt mutatja, hogy a villanyindító erő jóformán lépést tart a sebességgel; valószínű azonban, hogy minden gépre nézve van egy legjobb sebesség, melynél a villanyindító erő eléri határértékét. Ennél nagyobb sebesség vagy nem használ, vagy még talán csökkenti is a villanyindító erőt.

Hogy a gép méreteit nagyobbítva, az áram erősségét is lehet gyarapítani, önként belátható. — Öregbíthetjük a hatást az által is, hogy két vagy több egyfajta nagyságú Gramme-gépet, Volta-elemek módjára, összekapcsolunk egymással. — Az áram minőségét változtathatjuk nem csak az által, hogy az elemeket különbözőképpen csatoljuk össze, hanem az által is, hogy egy Gramme-géphez kétféle végetlen elektro-mágnezt készítettünk. Az egyiket bevonatjuk rövid, vastag huzallal; a másikat pedig hosszú vékony huzallal. Az elsőt akkor illesztjük az állandó delej sarkai közé, ha nagy mennyiségű áramot kívánunk, a másodikat pedig akkor, mikor nagy erősségű áramra van szükségünk. — Könnyen belátható továbbá az is, hogy két delejsark helyett négyet vagy többet is működtethetünk a gyűrűre; magától értetődvén, hogy minden pár sarkhoz külön pár söprő lesz alkalmazandó. — Az állandó delejpatkó helyett igen előnyösen elektro-mágneseket is használhatunk. Nagy elektro-mágnesekkel a gép hatása összehasonlíthatatlanul nagyobb, mint állandó delejekkel, minthogy amazok sokkal erősebb delejékké válhatnak, mint az utóbbiak. És az elektro-magnetismus fölgerjesztésére nem is szükséges külön villanyáramot igénybe venni. Egy kis delejesség megmarad még az elektro-mágnesben is; és ezen remanens delejesség untig elegendő arra, hogy a forgatott gyűrű szakaszaiban gyöngye villanyáramot gerjeszsen. E villanyáram felét az elektro-mágnesnek erősítésére fordítjuk; ezek újra gerjesztenek a gyűrű szakaszaiban villanyáramot, és pedig most már erősebbet mint az előbb, mikor még csak a maradék-delejesség volt az indító. Két söprő a villanyáram felét az elektro-mágneseknek küldi, kettő pedig a másik felét a zárhuzalokba vezeti. A kölcsönös segítésnek ezen módszerével a villanyáram csakhamar nagy erőre tesz szert, melyet meg is tart mindaddig, míg a gép egyforma sebességgel jár. Természetes, hogy most, mikor az elektro-mágneseket még delejezni is kellett, a megindításra több mechanikai munka kívántatik, mint az előbb, mikor az állandó delejekben már kész volt a delejesség.

Nyilvánvaló, hogy a Gramme villanyáram-gépe mind azon kísérletekre használható, melyekre ekkoráig a Volta-telepeket hasz-

náltuk, nevezetesen vegybontásra, huzalok hevítésére, világításra, elektro-magnetikus gépek hajtására stb. Ezen kívül várható, hogy rövid idő alatt a gyakorlat és ipar terén is sokféle alkalmazásra fog találni, ú. m. :

1. az orvosi gyakorlatban, folytonos és szaggatott villanyáramok előállítására ;
2. a villamos távirásban ;
3. a galvanoplastikában, aranyozás és ezüstölésre ;
4. villamos fény előállítására ;
5. aknák robbantására ;
6. vegybontásra.

A bécsi világtárlaton, mint már fentebb említettük, három példányban volt kiállítva. A legkisebbnél állandó delej eszközölte a magneto-inductiot ; a másik kettőnél pedig elektro-mágnesek. A kis példány — gyűrűje hosszú és vékony huzallal vonatván be — Jamin-féle mágnes alkalmazása mellett, felér 20 középszerű Bunsen-elemmel. A középső példány nagy mennyiségű villanyáramra van berendezve és 32 Bunsen-elemmel bátran versenyez ; a legnagyobbik pedig nagy erősségű villanyáramok termelésére, nevezetesen világításra van szánva, s kitesz 100 Bunsen-elemen. Áruk : 1000, 6000 és 10.000 frank. Gramme bécsi képviselője Granichstädten Pál (Maximilianstrasse No. 11.).

A m. kir. tudomány-egyetem vegytani intézete, hol társulatunk estélyeit tartja, egy nagyobbfajta példányt rendelt meg Gramme gépéből. A vele elérhető hatásokat tehát nem sokára itt Pesten is fogjuk *láthatni*, a mi minden esetre érdekesebb lesz, mint *elolvasni* azt a halvány leírást, mit rólok adnom lehetne.

SZILY KÁLMÁN.

### XXXI. NEHÁNY SZÓ AZ ÁLLAT-PHAENOLOGIA ÉRDEKÉBEN.

Múlt hetekben jutott kezeim közé a magy. kir. meteorologiai és földdelejességi intézet egyik kiadványa, melyben Staub Mór, budai kir. főreáltanodai tanár az 1871-ben hazánkban tett növény- és állatphaenologiai észleletek összeállítását közli.

Őszinte örömmel nyúltam e füzethez, s üdvözöltem országos intézetünket, hogy tért nyitott működése keretében egy oly tudományszaknak is, melynek minél szorgosabb művelésétől oly sokat vár a szerves élet tanulmányozásával foglalkozó szakbuvár. De nemcsak a szakembert, hanem a növény- és állattenyésztéssel foglalkozó mezei gazdát is sok tekintethen közelről érdeklik a szer-