

Mayer Farkas OSB

Jedlik Ányos élete és tudományos kutatásai
(Összefoglaló tanulmány)

Postumus kiadás

Sajtó alá rendezte: Székács István

2. rész: Jedlik Ányos tudományos működéséről

Jedlik működése a fizika területén

Kémia

Hidrosztatika

Rezgések, hullámok

Gázok

Optika

Elektromosság

 Elektrosztatika

 Elem

 Elektrodinamika

 Motor

 Egysarki villamindító („dinamó”)

Jedlik működése a fizika területén

Kémia

A bölcséleten, mint előkészítő jellegű tanfolyamon, kémiát is kellett tanítani. Ez a fizikus dolga volt. Az egyetemen a kémiai tanszék akkor az orvoskarhoz tartozott. Jedlik is ezért tett tankönyvébe egy, elemi szinten teljesnek mondható, kémiai részt. De maga is szívesen foglalkozott vele. Később is használta ezen tudását, hiszen pl. az optikai rácsok bevonatának vagy az elemek szénlemezőnek gyártásához szükséges anyagok kikísérletezése, előállítása kémiai művelet volt. A salétromsavas elem működése közben különböző ún. nitrózus gőzöket fejleszt. Jedlik ötlete volt, hogy ezeket visszavezetve a savba, ezek a savban lévő vízzel újra salétromsavvá egyesülnek, ráadásul a környezetet sem szennyezik. Ez az ötlete komoly kémiai gondolkodását mutatja. Mindkét gyára, a szódavízgyár és az elemgyár is a kémiával függ össze. A szódavízről már győri működése kapcsán szóltam.

Hidrosztatika

Jedlik elsősorban tanár volt. A tanítás volt a kötelessége, igyekezett is jól megoldani. A fizika tanítását, mint már említettem, el sem tudta képzelni kísérletek nélkül. Amit csak, lehetett, bemutatott tanítványainak. Hogy a kísérletet könnyen be lehessen mutatni, azt nagyobb hallgatóság is jól lássa, a „finomabbakat” vetíteni lehessen: ezért az ismert vagy frissiben olvasott eszközöket áttervezte, hogy ezen céljainak megfeleljenek. Jeszenszky Sándor vette észre Jedlik kéziratait lapozgatva, hogy ha Jedlik valamelyik folyóiratban olvasott egy új kísérleti eszközről, azt mindjárt végiggondolva módosította és a kiírás, feljegyzés mellett mindjárt ott a rajz az átgondolás eredményéről, néha több is, jelezve a gondolkodás finomodó eredményeit. Hogy aztán elkészült-e az eszköz, azt nem lehet mindig tudni. Sokszor nemet kell felelnünk, mert akkor is nemcsak a háborúhoz, de a kísérletekhez is három dolog kellett: pénz, pénz és megint csak pénz. De ez akkor is csak csordogált.

Rezgések, hullámok

A fény hullámtermészetének a XIX. század elején való felismerésével, és a hangok vizsgálatával a rezgések és hullámok tanának fontos szerep jutott a XIX. század fizikájában. Ezzel Jedlik is tisztában volt. Első, mechanikus hullámgépét a soproni nagygyűlésen mutatta be. A súllyal meghajtott, fogaskerék áttételű szerkezet egy recés hengert forgatott. Ebbe akadt be az állványról kinyúló lemez, ez hozta rezgésbe a higany felszínét érő hullámkeltőt. A tartó pálca végére különböző alakú hullámkeltőket lehetett szerelni, az edényt alakja más alakúval (kör, ellipszis, négyzet) kicserélve, változtatható volt, így igen különböző jelenségeket lehetett bemutatni. Ma is ilyen szerkezeteket használunk, ismerjük tehát. A jelenség csak közelről látható. Ezért Jedlik kivetítette a higany felszínét, hogy a hallgatóság a helyéről láthassa.

A jelenséget értelmezni is igyekezett, hiszen a vízhullámok nem szinuszos hullámok, bennük a részecskék körpályán mozognak. Ennek bemutatására egyszerű szerkezetet készített.

Ezt a gépet javította: a hullámkeltő pálca rezegtetését elektromos úton oldotta meg.

Jedliket a hetvenes éveikben nagyon érdekelték a rezgések és a hullámok. A Magyar Orvosok és Természetvizsgálók több nagygyűlésen egymás után mutatta be újabb készülékeit. Az első ilyen gépe a longitudinális, a második a transzverzális hullámok bemutatására szolgáló készüléke. Ezek hosszú csavarrugón állítják elő a megfelelő álló hullámokat. A transzverzális hullámokat egyenes rugó különböző befogásainál és félkör meg parabolaív alakú rugókon is bemutatta. Ma is árulnak ilyenféle eszközt a német tanszergyarak. De hogy Jedlik találta fel ezeket, azt nem merném mondani.

A következő gépevel Lissajous ábrákat lehet készíteni. Ezek két, egymásra merőleges rezgőmozgás összegeként keletkeznek. A rezgéseket mint egy-egy körmozgás vetületét készíti el a gép. A rajzoló rúd állításával lehet a rezgések egymástól való fáziskülönbségét és amplitúdóját állítani. Itt az ábra papírra készült.

A rezgések összetétele haladó mozgással úgy is felfogható, mint időbeni lefolyásuk feljegyzése. Ennek bemutatására többféle készüléket is készített. Az elsónél a rezgőmozgásokat két nagyméretű hangvilla elektromos rezgetéssel állítja elő, a haladó mozgást az egyik szánon lévő hangvilla súllyal való mozgatásával kapjuk. A regisztrátumok a másik, álló hangvillán lévő kormozott üvegre készültek. Az eszköz kétféleképpen állítható: a rezgések lehetnek egymásra merőlegesek, vagy egymással párhuzamosak. Javított készüléke már papírszalagra rajzolta a görbét, a rezgéseket körmozgás vetületével állította elő.

Gázok

Talán ezen címszó alá foglalhatom a következők eszközt. Jedlik a higanyos barométer elvén légszivattyút tervezett. A Természettudományi Társulat negyedik évkönyvében szerepel Jedlik delejező gépének (állandó mágnes, pl. patkómágnes előállítására szolgált villamos áram segítségével) leírása. Közvetlenül Jedlik cikke utána Sztoczek József ismertette a Grossmann Ignáctól (1823–1866) feltalált higanyos légszivattyút, ami a Torricelli ürt használja fel légritkításra. Grossmann megpróbálta eszközét, az ismertető Sztoczek szerint, többfelé felajánlani, de senkinek sem kellett. Jedlik fantáziát láthatott benne. Nem tudjuk, hogy megcsinálta-e, valószínű nem. Az elv egyszerű. Egy nagyobb edényben Torricelli-ürt kell létesíteni. Ezt a recipienssel összekötni. Az abban levő gáz kitágul, nyomása csökken. Most a recipiensről leválasztva Torricelli edényünket, azt a szabad levegővel kötjük össze. A higannyal ismét kiszorítjuk belőle a levegőt. Elzárva ismét Torricelli-ürt létesítünk, erre újra rákapcsoljuk a recipienst, ... míg a nyomás elegendő kicsi lesz.

Optika

Ez is kedvenc témája volt Jedliknek. Sokat foglalkozott vele. Kitűnő automata finommechanikai készüléket készített optikai rácsok előállítására.

A XIX. század elejére esik Fresnel működése. Ő bizonyította be a fény hullámtermészetét. Jedlik olvasott működéséről, olvasta Fraunhofer cikkeit is, aki az első optikai rácsokat készítette. Ezek alapján akarta Jedlik is bemutatni tanítványainak a fény hullámtermészetét.

A tanításához készült kéziratának tanúsága szerint az elmélettel is tisztában volt. Rajzban ábrázolva és elméletileg levezetve veszi sorra a fényelhajlást 1 résen, 2 résen, 3 résen, 4 résen... Mindnyájan ismerjük, ma is így tanuljuk. Ezt nézve, nagyon is igaznak érezzük Ferenczy mondatát: „Nem értheti, nem értékelheti Jedlik Ányost, aki a feltalálóban nem ismer rá az elvi kérdésekre merülő tanárra, sem az, aki a tudós kutatásában nem látja meg a feltalálótól kiszabott irányt.” A feltaláló azért szerkesztett osztógépet, hogy a tudós

használhassa annak termékét. De csak akkor kezdett munkába, amikor a kapható eszköz nem elégítette ki igényeit.

Az osztógép története nem olyan egyszerű, mint eddig gondoltuk. Újabb adatok elbonyolították, és szinte megoldhatatlanná tették a kérdést. Nem végleges tehát a kezdetekről adott rekonstrukcióm, bár valószínűnek gondolom.

Tankönyvében van egy nagyon egyszerű osztógépnek ábrája. Ez valóban osztógép: skálák, pl. hőmérő fokbeosztásának készítésére való, de ezzel optikai rácsot készíteni?! Aligha lehet vele igazi rácsokat készíteni. Legfeljebb az elhajlás és interferencia első bemutatására való aranyfüsttel borított üvegre lehet vele karcolni néhány rést.

Mert új problémák merültek fel a történetben. Maga Jedlik írja egy megjegyzésében, hogy már 1832-ben vett egy „osztógépet” Prokesch-tól.

Schönvitzky Bertalan írta 1896-ban a pozsonyi gimnázium történetében, hogy Jedlik ottani tanársága idejéből a leltárak tekintélyes gyarapodást tüntetnek fel. Később felsorolta a szertár akkor (1896-ban) meglevő értékesebb régi eszközeit. Ezek közt megemlíti Jedlik utolsó pozsonyi beszerzését, az ő nevének említése nélkül, az 1840-ből való mágneselektromos gépet is. Ezt már akkor réginak tekintette. Ezért elképzelhető, hogy az ugyanott említett „körosztó és fogas kerekeket vágó gép” lehetett az, amit Jedlik 1832-ben Prokesch-tól vett. Hogy mikortól vagy kitől valók, azt Schönvitzky nem említi. Meglehet, ezzel is próbálkozott rácsok készítésével, de vele alig lehetett boldogulni, így abba is hagyta. Viszont a körrácsok készítésének eszméje innen származhatott. Az eszköz aztán, mint a pozsonyi akadémia tulajdona, ott is maradt. Talán ezért keverte a dátumokat össze. Ez csak találgatás a részemről.

Jedlik leveliből bonyolultabb kép bontakozik ki. Az újabban előkerült Pozsonyból írt leveleiben az 1832–37 köztiekben nincs szó osztógépről! Ezekben főleg elektromos kísérleteiről ír győri kollégájának. Az kiderül belőlük, hogy Prokesch és Plössl bécsi mechanikusokkal kapcsolatban állt, Bécsben jártában mindig felkereste őket. Optikai témákról inkább csak a vetíthető kísérletekkel kapcsolatban írt leveleiben. 1837-ben a polarizációval foglalkozott.

1838. augusztus 3-án kelt levelében panaszkodott, hogy szemeit az egyetemi tanári konkurzusra készülve megerőltette. Most azért régi tervei kivitelezésébe, eszközök gyártásába kezdett. Ebben írja:

„3szor Különös érdeket gerjesztenek minden beavatott előtt az Inflexionis lucis phaenomena [a fényelhajlás jelenségei], mellyeket már most is meglehetőssen ponyvára vettetek [vászonra kivetítettem], ha pedig erőmet meg nem halladná azon készülétek megszerzése, mellyeknek minő leendőségét sok fáradozásaim után vigtére ki puhatoltam, akkor Jancsi! ezen tüneményeket oly fénnel, pompával, s majestással [fenséggel] tudnám a ponyvára vettetni, hogy az ember mellettük magát elragadtatva érezhetné. Ezen találmányomnak annál is inkább örvendek, mivel az előtt véltem, hogy ezen tünemények finomsága a táblára való vettetést meg nem engedi, s így sokaságnak meg nem mutathatik.”

Komoly gépe akkor még aligha lehetett. Ha tényleg vett 1832-ben gépet, az csak egyszerű lehetett, skála készítésére alkalmas, de rácsokéra alig. Ezt látszik igazolni egy másik 1839. június 19-án kelt levélrészlet is. Ebben beszámol, hogy megkapta a távcsőre szerelhető elhajlást mutató eszközöket, de betegsége miatt (akkor volt tifuszos) közelebb volt a halálhoz, mint maga is gondolta, a ládát ki sem bontotta. Most már jobban van, de még az orvos eltiltotta a komolyabb munkától, azért most ezeket nézegeti. De ezeket nem lehet kivetíteni.

„...azért kérdeztem a Plössl-t, mennyiért készíttene nékem az aranyozott üvegeket mint egyenes, mint kör lineákkal, hanem kétszer olly sűrűen húzott lineákkal, mint az ő leg sűrűbbike; azt felelé hogy sűrűbbeket aranyra már húzni nem lehet, mint ő húzni szokott; hanem egy sűrűen gyémántal meglíneázott üvegecskét, melynek a felülete egy □ hüvelket sem tesz 20 pengőért úgymond elkészét; körlineákat pedig üvegre eddig még senki sem kívánt. etc. etc. Illyen felelettel egészen el vala rontva minden reménységem, hogy valaha ezen gyönyörű tüneményeknek leg alább egyrészét nagyszerűen elő állítsam; azonban ismét fell éltett a pünkösdi napokban előbbi reményem, sőt már részent tellyesedésbe ment, mert a Prokeschtül

hoztam költsön egy lénező machinát, melynek segítségével meg az aranyozott üvegekre ötször sűrűbben húzhatom a lénezőket, mint a Plössel legsűrűbbike; üvegeket is léneztem gyémántal, mellyek sokkal szebben mutatnak a Plössel üvegénél, de mindazon által az aranyozottak még is jobbak. De míg ezen lénező módot, és az aranyozás fortélyát magamévá tevém vas türedelemre volt szükségem. Most oly üvegeket készétek, mellyeknek felülete négy □ hüvelk. Kettő olyan mellyen 800; másik kettő, mellyen 1600; ismét másik kettő mellyen 3200 linea vagon. Az utóbbiak közül csak egynek el készéte 8 óráig tartó szorgalmas lénezésbe kerül; reliqua coram [a többi már világos]. A tünemények, mellyeket általuk kapok meglepők!”

Ebből úgy tűnik, hogy először kölcsön kért Prokesch-től egy gépet, hogy mikor, az nem derül ki a levélből, de talán 1839 eleje lehetett. Ezt később megvehette, mert most a győri Jedlik kiállításán van, a cégjelzés bele van gravírozva. Ez már nem olyan primitív, mint a tankönyvi ábra. De ennek a gépnek működésével sem volt egészen megelégedve. Ezért maga akart készíteni vonalzó gépet.

Az osztógép működései elve nagyon egyszerű, ha a kivitelezés komoly finommechanikai tervezést és munkát igényel is. Fogaskerék forgat egy csavarmenetes rudat, ez egy csavaranyát és a rászertelt szánt mozgatja egy keretben. Egy fog elmozdulás alatt a csavar a menetemelkedéstől és a fogszámtól meghatározott mértékben mozdul el, viszi magával a szánt, amin a vonalazandó üveg van. Például, ha a menetemelkedés 1 mm, akkor a csavar egy körülfordulása alatt 1mm-t mozdul el a szán. Ha a fogaskerék 100 fogú, egy foggal való elfordítás csak 1/100-részre fordítja el a csavart, a szán 1/100 mm-t megy előre. Így vonalakat húzhatunk egymáshoz nagyon közel.

Jedliknek sok munkájába és idejébe tellett, míg a gép tökéletes lett. Maga a tervező és fejlesztő munkát végezte, a kivitelezést a pesti Nuss cég. A kész szerkezetet Jedlik maga szabályozta be. 1843-ban kezdte meg a csináltatását, 1845 előtt lett kész. Első termékeit a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók pécsi nagygyűlésén, 1845-ben mutatta be. De még ezután is sokat módosított a gépen, szinte folyamatosan tökéletesítette.

A karcolandó üveget alkalmas anyaggal vonta be, ebbe karcolt acél „vésővel”, majd a karcolatoknál szabadabbá vált üveget megmaratta. A bevonó és a marató anyagokat is folyton tökéletesítette, míg meg nem győződött, hogy megtalálta a legjobbat. Később gyémántcsúccsal közvetlenül az üvegre is karcolt. 1854. május 11-én feljegyezte, hogy csaknem jó eredményre jutott.

A kezdetben kézi hajtást átalakította önműködővé, a gépet villanymotorral hajtatta meg. 1854. május 26-án jegyezte fel: „sikerült a körök vonalazását villamdelejes géppel hajtani”. Először az Eckling-félével, majd a maga „dinamójával”.

1863-ban Jedliket jószívűsége bajba sodorta. Egy „vándor-mechanikuson” akart segíteni. Az a gépet szétszedte, de amikor látta, hogy összerakni nem tudja, a szertárt megkárosítva eltűnt. Jedliket akkor már más foglalkoztatta, a gépet nem szerelte újra össze, ládába pakolta. Mivel a maga pénzén készült, nyugdíjba vonulásakor magával vitte Győrré. Itt kérte el tőle Palatin Gergely, akkor a fizika tanára a pannonhalmi tanárképző főiskolán. Ő aztán összerakta. Új csavarorsókat, fogaskerekeket készített hozzá, sok rácsot gyártott vele. Az ő általa készített csavarral és fogaskerékkel tudott 1 mm-re 2093 vonalat húzni. Jedlik példájára Palatin is bőven osztogatta rácsait, ma is több iskolában használják a tőle valókat.

Jedlik a rácsoknál nem törekedett nagy vonalsűrűsége (maximum 484 vonal/mm-t lehetett vele elérni), inkább az egyenletes vonalazásra. Ez sikerült is neki, az iskolában az alaptüneményt legszívesebben én is Jedlik rácsával mutattam be, mert vele a direkt fény mellett sok fényes, bár keskeny színek látszik. Mérték aztán a Palatin féle, jóval sűrűbb rács szélesebb színekében mértünk.

Rácsai külföldön is ismertek lettek. Jedlik elemei miatt kapcsolatba került Duboscq párizsi mechanikussal. Jedlik ágense, Csapó írta meg Párizsból, hogy Duboscq árulja Jedlik rácsait, az amerikaiak is veszik, és örülnek, ha kapnak. (Olyan sok nem készült, hogy Párizsban is állandóan legyen raktáron.) Etingshausen, a bécsi egyetem tanára is meg volt elégedve velük.

Érdemes idézni a pannonthalmi főiskola fizikatanárának, Kruesz Krizosztomnak, a későbbi főapátnak egy Jedlikhez írt leveléből:

Szeretve tisztelt Tanár Ur!

...

Mult nyáron Kluman tanácsos nézte meg musaeumomat. E nagyon fennhéjázó férfi, ki a magyarnak tudományosságáról tudni sem akart, ki, mint a németizáló pártnak feje a magyar szónak tanintézeteinkből szándékolt kiirtását azzal indokolta „der Ungar hat noch kein wissenschaftliches Werk geschrieben, welcher fremde Nationen einer Übersetzung gewürdicht hätten.” [A magyar még nem írt olyan tudományos művet, amit idegen nemzetek lefordításra méltónak találtak volna], e férfi musaeumomba is úgy lépett be, hogy arcán a hivatalos megvetés és elfogultság gunymosolyát láttatá. Szótlanul nyitogatta a szekrényeket, míg én utánna csukogattam, mi nagyon sértőleg hatott reám! A fénynél megállítottam. „Szabadé, mondám, egyik társunknak Jedlik egyetemi tanárnak vonalazott üvegeit bemutatnom? ez üvegek nagyon jelesek hatásukban, ’s annál inkább figyelemre méltók, mivel Jedlik szerkesztette a vonalazó gépet is, mely bámulandó combinatioi tehetséget árul el.” kezébe veszi az üvegeket, midőn én hirtelen gyertyát gyújtaték ’s az ablakokat bezáratám. Mély meglepetéssel állott ott a büszke ember! Az üvegeknek combinatioi meg inkább érdekelték úgy, hogy 10 percig ki sem adta kezéből. „So etwas ist mir noch nicht vorgekommen!” [Ilyesmi még nem került elém!] így szólalt föl végtére ’s más ember lett belőle. Szóltunk és fecsegtünk azután sokrol, és mély meglepedéssel távozott, hivatalos jelentésében pedig nemcsak musaeumunkrol, hanem szerzetünkről is magasztalólag emlékezett.

...

Szeretve tisztelt Tanár urnak

legalázatosabb rendtársa
és barátja
Chrysostom

Sz. Márton 9ber 6án 1855.

Érdekes fényt vet ez a levélrészlet az elnyomatás korára. A dátum 1855. november 6. (mert 9 latinul: novem), Szentmárton ma Pannonhalma. A musaeum = szertár. Combinatio: kombináció. Jedlik az ajándékozott rácsokkal többször küldött kis leírást arról, hogy hogyan használják. Ebben szerepel két eltérő rácsállandójú rács egymásra tevése, egymásra merőleges vagy ferde állásban. Ezek a kombinációk keresztrácsnak felelnek meg, sakktáblaszerűen elhelyezkedő színeképeket adnak.

A helyesen Kleemann-nak nevezett miniszteri tanácsost a magyar iskolák ellenőrzésére 1854-ben küldték ki Bécsből. 1854. június 20–21-én járt Pannonhalmán. Ekkor történhetett a Kruesztól leírt eset. Ellenőrzései folytán eljutott a pápai bencés gimnáziumba is. Az akkori főigazgatónak sok baja volt a pápai bencésekkel, mert nem akartak németül tanítani, amire nem is voltak kötelezve, Pápa magyar nyelvű város volt. De még a német nyelv tanítása sem ment valami fényesen, ez is a passzív ellenállás része volt. 1855. június 25-én ért Kleemann Páparra. Ő a főigazgatónál sokkal enyhébben nyilatkozott: „Tegyenek meg minden lehető a német nyelv ügyében, de azt soha se erőszakolják”. Végül 1856. augusztus 4-én Kleemann és családja Pannonhalmára látogatott egy hétre. Hát Kleemann-nak ez a változása bizony Jedlik csendes munkájának eredménye.

Rácsait maga Jedlik is használta. Egy kéziratán a hősugarak körrácson való elhajlítását bemutató kísérlet elrendezését lehet látni.

Aki dolgozott vele, az tudja, hogy a fényinterferencia bemutatása nagyon nehezen megy a Fresnel-féle tükröpárral. Jedlik jött rá először (bár Michelsonnak tulajdonítják, 1886, ja, a

magyar nyelvű publikáció!), hogy egyszerűbben lehet előállítani és használni az eszközt, ha közel 180° helyett közel 90° -os a tükör és ugyanígy közel 90° -os a biprizma. Az eszközt az 1865-ös pozsonyi vándorgyűlésen mutatta be, leírása megjelent a gyűlés Munkálataiban.

Az elektromosságnak akkor talán legfontosabb alkalmazása a világítás volt, az ívlámpa. Fénymérőre elsősorban az ívlámpa és más fényforrások fényének összehasonlításához volt szükség. Jedlik újítása, hogy az erősebb fényt (az ívlámpáét, a napfényt) forgó „pillával”, nyílást tartalmazó tárcsával gyengítette. A gyengítés mértékének kiszámításához táblázat kellett. Ennek szerkezetét, az egyes rovatok kiszámítási módját előre gondosan megtervezte. Ez a terv is megvan kéziratok között a táblázattal együtt.

Elektromosság

Elektrosztatika

A sztatikai kísérletekhez nagyon érzékeny elektroszkópot szerkesztett. Ezt Jakwitz pesti mechanikussal készítette el.

Sokkal fontosabbak a nagyfeszültség előállítására szerkesztett eszközei. Az alapelv volt teljesen új. Ez az, amit ma Machnak tulajdonítanak. Ferenczy még azt hitte, hogy Mach, bár levele tanúsága szerint Jedlikről kapott eligazítást, ezt nem említette meg. Nemrégiben Kovács László, a szombathelyi főiskola emeritusz professzora egyik külföldi útján rátalált Mach első közleményére, ahol világosan elismeri Jedlik elsőségét. Az elv: kondenzátorokat párhuzamos kapcsolásban kell feltölteni az akkor rendelkezésre álló statikus, pl. Holtz-féle, géppel. (Nem ő volna, ha ezt is nem tökéletesítette volna!) Majd a feltöltött kondenzátorokat alkalmas szerkezettel sorba kell kapcsolni: a feszültség nagyjából annyiszorosra nő, ahány kondenzátort használunk. Eötvös Loránddal együtt mérve állapították meg, hogy kevés számú kondenzátornál az egyenes arány jó közelítés. A keletkező szikra mutatja a nagy feszültséget, amit akkoriban a szikra hosszával mértek.

Első eszköze még leydeni palackokkal, mindjárt két típusban készült el: nürnbergi ollós és emelőrudas átkapcsolóval. A 8 palackból álló telep 60 cm-es szikrát adott. A Magyar Orvosok és Természetvizsgálók 1863-as nagygyűlésén mutatta be.

A leydeni palackokkal Jedlik nem volt megelégedve. Nagy helyet foglalnak el, és kapacitásuk kicsi az elfoglalt helyhez viszonyítva, ha a nagyfeszültség az üveget átüti, az egész palackot ki kell dobni. Ezért gondolta ki „csöves villamszedő”-it (villamszedő = kondenzátor, villamfeszítő = feszültségforrás, generátor). Ezek 10–12 mm átmérőjű, 60 cm hosszú, egyik felén beforrasztott üvegcsővekből álltak. 39 cm magasan vasreszelékkel voltak töltve, kívül sztanióllal bevonva. 20–30 db egy nagyobb üveghengerbe került. Felül fémsapka zárta le őket. Ezekkel is két géptípust készített, az I. (ennél a sűrítők mozogtak) és a II. Ennél a kisütők mozogtak) számú telepet. Hatásuk 90 cm-es szikra volt hatalmas csattanásuk sok látogatót vonzott a bécsi világkiállításon, ahol bemutatták. Kissé segített is a szikrának: útja alá gyertyákat tett. Ezek a levegőt ionizálják, ezzel könnyebb és hosszabb lett a szikra útja. A háború után, a romos fal elbontásakor az rádólt a gépekre, és összetörte őket. A maradványokat megmentették. Ezek alapján készült a Technikai Múzeumban a gép másolata, felhasználva megmaradt használható alkatrészeket. Majd ennek mintájára a Jedlik Ányos Társaság többet is készített.

1863-ban Poggenдорffnak, az Annalen der Physik szerkesztőjének, beküldött egy cikket készülékéről. A kéziratot Poggenдорff valószínűleg csak felületesen olvasta el. Válaszában nem találja újnak, sőt, a maga ötletét látta benne. Poggenдорff galvánelemeket kapcsolt nürnbergi ollóval. De itt egészen más a lényeg! A cikket nem közölte (bonyolult ábra kellene

hozzá – írta). Nemsokára a maga neve alatt jelent meg hasonló szerkezet leírása. Hát nem csoda, ha Jedlik kedve elment a külföldi publikálástól! Bár éppen erről az estközéről jelent meg 1882-ben németül cikke. A folyóiratot Carl müncheni tanár adta ki, azért Carl's Repertorium a címe. Találkozni azonban azzal is, hogy a prágai Károly egyetem folyóiratának tartják. Ez tévedés!

Az 1873-as bécsi világkiállításra készülve, a minisztérium kérte fel az egyetemeket, hogy mutassanak be munkájukból érdemes dolgokat. Jedlik is kiállította villamfeszítőjét, az nagy érdeklődést is keltett. Az értékelő bizottság elnöke, Siemes javaslatára első díjat kapott, ahogy, ugyan még titoktartást kérve, Thanhoffer Lajos levelében előre tudósította Jedliket: »Bécs, jul. 10. 873. Mélyen tisztelt Nagyságos Úr! Bátorkodom tudósítani Nagyságodat, hogy Siemens ajánlatára önnek egyhangulag az első medaille, az u. n. Vortschritts medaille szavaztatott meg.« E angol mérnöki folyóirat is, a kiállítást ismertető cikkében, hosszan írt róla, ábrát, igaz ocsmányt, is közölt róla. Jedlik nem ment el a díj átvevésére, tanársegédjének adott megbízást az átvételre.

Elem

Galvani békacombos észleletét Volta magyarázta helyesen. 1800-ban, Jedlik születésének évében közölte oszlopát. Hamarosan a poharas elrendezést is megalkotta. Mindkettő elemekből álló telep. Ekkor nyílt csak alkalom tartós elektromos áram előállítására, annak törvényeinek kipuhatólására és alkalmazására. Megindult a különböző elemek kitalálása, és mindjárt az egyes típusok javítása.

Hauck az elemekről írt összefoglaló könyvében, 1883-ban, 147 nevet sorolt fel. A legjelentősebb, Jedlikről is használt-javított elemek a következők:

Grove elem (1839.) : + Pt / cc HNO₃ | H₂SO₄ / Zn –

Bunsen elem (1842.) : + C / cc HNO₃ | H₂SO₄ / Zn – (sokféle módosítása is volt)

Smee elem (1840.) : + Pt-korom Ag-ön / H₂SO₄ / Zn –

Az első kettő kételektrolitos, a harmadik egyelektrolitos. A Bunsen-féle olcsóbbá tette a Grove-félét, platina helyett szén használva.

Jedlik sem maradhatott ki a javítók sorából. Ő is használt elemeket, másféle állandó áramforrás kezdetben nem is volt. Alkotó természete itt is megmutatkozott. Elsősorban a Grove és a Bunsen elemeket javította. Módszeresen, sok kísérlettel kereste a jobb szén készítésének módját. Itt megint kémiai tudása vezetett. A kétfolyadékos elemeknél a két elektrolit elválasztására kerámia fal helyett nitrált, ahogy akkor mondták villamos-papírt használt. Megpróbálta a drága platinalemez helyett a szénlemezt körütekerni platina huzallal. A körülményes, sokszor használat közben szükséges újratöltést egyszerűsítette. Hauck említett könyvében dicsérőleg szól erről. A használóra ártalmas, a salétromsavból fejlődő nitrózus gőzök kijutását megakadályozta. Új elgondolása volt: ezeket visszavezetve elnyeletni az elem folyadékába, ahol a vízzel reagálva újra salétromsav lesz belőlük, így újra felhasználódnak.

Az elemeknél is mérte Jedlik, amit lehetett. Első volt természetesen a feszültség és a belső ellenállás mérése. Éppen ebből jött a gondolat: jobb elemet úgy lehet előállítani, ha csökkentjük belső ellenállását. Ezért használt nitrált papírt kerámia fal helyett. De tudni akarta az elem, telep, teljes működése alatti, vagyis kimerüléséig mutatott, adatokat is. Ezt eleinte maga mérte, sokszor éjjel is fennmaradva elemgyárában, mert hamarosan az is volt neki. A pénztárnaplóban megjelennek a beírások: „*kényér nekem, kényér a szakácsnőnek*”, valószínű, hogy a vacsorát úgy vitte magával. Persze ezt a kényelmetlenséget (sűrűn mérni éjjel is!) a feltaláló nem tűrhette. Ezért érdekes műszert tervezett. Megvan tervének kézírata. Több helyen is látni, hogy kézíratai „elszennyeződtek”. Jele ez annak, hogy használta őket munka közben, akkor lettek zsírosak, olajosak, netán a kénsav marta, a salétromsav színezte meg

őket. Az akadémiai székfoglalóját az elemek egész működésének meghatározásáról tartotta 1859. november 14-én. A cikkhez szépen kivitelezett rajz készült az eszköztől. A lényeg: elektrolitból fejlődő durranógázzal méri az áramerősséget. 10 felfogó edényt, kémcsövet, használt. Állványukat egy óramű adott időnkint odább forgatta. A kivált gáz mennyiségéből, térfogatából, meghatározható az áram azon időbeni átlagerőssége. A gáz szintje az egyes edényekben szinte grafikusán mutatta az áramerősség időbeni függését. Sajnos, ma csak egy elsődleges vázlat és a leltári bejegyzés és a Magyar Akadémiai Értesítőben megjelent cikke van meg belőle. Ezt azonban nem találta tökéletes megoldásnak. Végül olyan szerkezetet készített, amelyik papírra írta az áram változását. Az áramforrással meghajtatta „dinamóját”, vagyis azt motorként használta, ez volt a terhelő ellenállás. A villany folyamiró, a Rheograph, közben forgó hengeren lévő papírra írta fel az áram erősségét. Ferenczy írja: „Mivel a mágnesteret is, a mérésnek alávetett áram kelti, és mivel ez a tér nem homogén, azért a fordulatszám az erősséggel nem egyszerűen arányos, de bizonyos határok között annak vehető a gyakorlatban. Mármost, ha egy a mótorral összekapcsolt forgó hengerre valami írószerkezet csavarvonalat rajzol, ennek a vonalnak egyenlő időközökben meghúzott szakaszai hosszabbak, rövidebbek lesznek a szerint, hogy az áram a megfelelő időközben erősebb vagy gyöngébb volt. A szakaszok hosszúságából tehát megrajzolható az áramerősség görbéje.”

De mást is tett: 1853-ban elemgyárat alapított másik két résztvevővel.

1854. nov. 23-án kötötték meg a szerződést Csapó Gusztáv, ny. katonatisztal, aki inkább ügynökként (mai szóval maneger-ként) szerepelt és Hamar Leóval, Jedlik volt tanítványával. A gyár a Kerepesi út 4. szám (ma a Rákóczi út) alatt volt. Sokfelé szállítottak telepeket. A legnagyobbat, 40 elemest, Etingshausen vette meg a bécsi egyetemnek. A fő vásárlók tanárok, orvosok, gyógyszerészek voltak. De elküldték a bécsi távíróhivatalba is. Ott megvizsgálták, nagyon is jónak találták. Csak az a baj, írták, hogy kezelése gondosabb munkát igényel, mint amilyent a, főleg vidéki, távíróhivatalokban kaphat. Még Konstantinápolyba is kerültek elemeiből.

Valószínű, a III. Napóleon császártól kitűzött jutalom reményében akartak az 1855-ös párizsi világkiállításon részt venni. 100 elemes nagy és 10 elemes kisebb telepet küldtek ki. De Párizsban nagyon hanyagul kezelték a csomagokat. Mikor Csapó, akik velük utazott, össze akarta szerelni őket, a ládákat kibontva, az elemeket összetörve találta. Így csak egy kis elemet tudott bemutatni, de azzal is bronzérmeket nyertek.

Más eredménye is volt a kiállításnak. Francia tőkéssek ott is gyárat alapítottak. 1857-ben a Természettudományi Társulat ülésén Szabó József beszámolt arról, hogy Dubosq – ismert párizsi mechanikus – pile hongroise (magyar oszlop) néven árulta Jedlik elemeit. De a gyár nem volt nyereséges, 1858-ban felszámolták. A pesti gyár is hamarosan megszűnt.

Párizs felé utaztában Csapó, hogy érdekeiket védje, Bécsben szabadalmaztatta az elemeket. A párizsi gyár alakulásakor szabadalmat vett Angliára, Franciaországra és Belgiumra is. Hogy egymás közt se legyen vita, írtak egy „viszonyos elismerést” arról, melyiküknek mi érdeme van az elemek kifejlesztésében.

Viszonyos elismerése a villanytelepre vonatkozó feltalálásoknak és felfedozéseknek.

Annak mindenkori bizonyítására, 's minden ellenvetések elhárítására, hogy az alulírottak által a közösen Parisba küldött szénhorgany villam telephez, 's annak mai napig tett javításához ki milly találmányokkal és készitési eszmékkel járult legyen - alulírottak egyetértőleg elismerik:

I. Hogy főtisztelendő Jedlik Ányos Tanár Ur által történt:

- a) A szénlemezek készítésének találmánya.
- b) A szénlemezek beragasztására kellékelt Stearinin és Cerinin készítésének találmánya.
- c) A rámákhoz kén és Colcotár keverék alkalmazása.
- d) A rámák bevonásához a Schönbein féle villampapir alkalmazása.
- e) A Cerininnek szénlemezek beragasztására mikénti alkalmazása.
- f) A kéncsapokhoz kellő kenőcsnek találmánya.
- g) Az elemek öszveköttése porcellán és gummielasticum csövek nélkül.
- h) A czellákból kifejlődő légéleg elvezetésére vagy elnyelésére szolgáló szerkezet.
- i) Az elemek működtetésére légsav helyett Chili salétromnak alkalmazása.

II. Hogy Hamar Leo Ur által történt:

- a) Az Asbestnek a rámák öntéséhez alkalmazása.
- b) A formáknak készítése melyben a rámák öntettek.
- c) Gummielasticum zsákok és az elemek öszveköttésére gummielasticum csövek és porcellán csövek használatának inditványa.
- d) A czella rámák anyagának a csapok megöntésére használata.

Miről két magyar és egy német példányban adjuk jelen bizonytságot tevő levelünket. Pesten Octob. 27-a 855.

Csapó Gusztáv mp.
Jedlik Ányos mp.
Leo Hamar mp.

mp. = manu propria = saját kezével (a magyar sk-nak felel meg)

Stoczek József a természettudományi társulat négy ülésén, Jedlik jelenlétében, elég hosszasan tartott előadásban ismertette a Jedlik elemeken végzett alapos méréseit. Előadás a Társulat Évkönyvében jelent meg, a III. kötetben.

Volt Jedliknek több olyan terve, hogyan lehetne az áramot önműködően, elektromágneses úton állandó értékre szabályozni. De ezek a készülékek valószínűleg nem készültek el.

Gázelemet és hőelemet szintén készített, hogy hallgatóságának bemutathassa őket.

Az elemek egyenetlen működéséért a „*válmányozás*” (de írta polarizáció-nak is) felel. Ennek megszüntetésével is próbálkozott. Egyik módszer volt egy másik nagyobb telep áramát időnkint ellenkező irányba a használt telepen átbocsátani. Az akkor oldatba vitte az addig kivált, a polarizációt okozó anyagokat. Kéziratának címe: „Élénkitő telepnek a fogyatkozó teleppel és az óra ingájávali öszveköttetés módja képíleg előterjesztve.” Így került közel az akkumulátor gondolatához is. Ólomlemezes elemet készített, amelyet Bunsen-elemmel polározott, majd kimutatta, hogy így motort lehet forgatni vele (1867). Alapjában ez már akkumulátor volt, kivált, amikor az ólomlemezre ólomoxidot tett.

Az elemeket akkor a mindennapi életben elsősorban világitásra használták. A fő fényforrás az ívlámpa volt. Az ívlámpában a szenek végei elégték, így egymástól eltávolodtak, az áram megszakadt. Jedlik ennek megoldására javította a Dubosqtól vásárolt ívlámpa-szabályozót. Hogy a fényük mérésével is foglalkozott, már említettem.

Elektrodinamika

Motor

Az elektromágneses motor (villamdelejes forgony), vagy inkább az elektrodinamikai forgás feltalálásáról már győri tanár koránál írtam.

Egysarki villamindító („dinamó”)

Sinsteden 1851-ben jött rá, hogy ha egy állandó mágnesű elektromotoros gép áramát egy másik gép lágyvasas elektromágnesébe vezetjük, az nagyobb áramot szolgáltat. Jedlik vette észre, hogy elég egy gép is. Szövege teljesen egyértelmű:

„Mi történnék, ha a netalán jelentékeny villany folyam mi előtt más célra használtatnék, a delej körül helyezett tekerceken végig vezetették? Ha ez a delejek erejét öregbítené, akkor a villanyfolyam is erősítették, miáltal a delejek ismét erősebbekké tétetnének, ezek pedig ismét erősebb villanyfolyamot adnának, és így tovább bizonyos határig!”

Sajnos, évszám nincs ezen az írásán, de Ferenczy, Jedlik más írásaival összevetve, 1856. április 20. és 1858. április 16. közé teszi. Jedlik a gép tervét kb. 1858–59-ben készítette el. Az eszköz Nuss műhelyében készült. 1861-ban vezette be a fizikai szertár pótleltárába. Ez olyan előzetes leltára az újonnan készült eszközökről. Szokása szerint az eszközhöz mellékelte a használati utasítást. Mivel mindkét oldalán volt írás, bekeretezve (Eötvös Loránd?) az eszköz mögött állt a szertár polcán.

A dinamót Siemensnek szokták tulajdonítani. Ő a maga találmányát 1867. jan. 17-i előadásában ismertette. Mint a „levegőben lógó” találmányoknál szinte mindig Siemens-szel egyidejűleg, kissé meg is előzve őt, függetlenül egymástól mások is rájöttek az elvre (Varley, 1866 decemberében szabadalmat kapott rá; Wheatstone 1867 januárjában publikálta).

De a pesti egyetem leltárkönyve tanúsítja az időpontot, a meglévő gép az elv meglétét és alkalmazását. Ezek szerint a dinamó-elektromos elvet Jedlik legalább 6 évvel Siemens előtt felismerte. De datálatlan jegyzete, meg az, hogy a tervezéshez ismernie kellett az elvet, az eszköz megépítéséhez meg idő kellett, még előbbre teszi az elv felfedezését.

Jedlik eszköze nem egészen az, amit ma dinamónak nevezünk, hanem unipoláris induktor. Ez a Faraday-koronghoz hasonlóan működik. Annál patkómágnes sarkai közt a mágneses térből kinyúló rézkorongot forgatunk, s a tengelyéről és a korong széléről csúszóval vesszük le a keletkező feszültséget. Jedliknél a korongot a tengelyről két helyen is kinyúló négy-négy tekercs helyettesíti, a mágneset pedig elektromágnes. Ennek egyik vezetékét a tengelyben vezeti vissza, hogy mágneses tere a patkómágneséhez legyen hasonló. Baj, hogy a mágneses tér nem zárul, így a lehetségesnél csak kisebb feszültséget kapott.

Jedlikéhez hasonló eszközt ma is használnak elemi részek gyorsításához és galvanizáláshoz szükséges nagyobb áramerősség előállításához.

Felmerül a probléma: miért nem ismertette Jedlik a felfedezését. Sőt, Eötvös Loránd tanúsága szerint nem is szívesen beszélt róla. Okát talán abban lelhetjük, hogy eszköze csak kis feszültséget adott, ívlámpa működtetésére (ez volt akkor a legfontosabb villamos alkalmazás) ez nem volt elég. A higany használata is igencsak alkalmatlan, még javítani akarta, azért nem publikálta. Ezt nem tudjuk, csak találgathatjuk. Jedlik egysarki villamindítóját először Klupathy Jenő, Eötvös Loránd akkori tanársegédje, nyilván professzora biztatására, ismertette a Természettudományi Társulat 1890. október 15-i

szakülésén. Sajnos, a Természettudományi Közlöny csak az előadás tényét közli, szövegét nem. – Radnai Gyula több helyen is leírta, a szerintem is igaz, elgondolását: Eötvös nem engedte selejtezni Jedlik eszközeit, sőt tanársegédeivel íratott is róluk, amikor azok a Trefort kerti új épületbe való költözéskor előkerültek az akkor eredeti helyéről még Jedlik idejében elköltöztetett helyről, ahol zsúfolva, alig használhatóan voltak az eszközök.

Jedlik azért motorként is használta az eszközt. Mint az előzetes tervből látszik, eredetileg is ilyesminek (is) tervezte. Hogy generátort motorként is lehet használni, arra Gramme munkásai véletlenül jöttek rá, amikor az 1873-as bécsi kiállítás felállításakor véletlenül összekapcsoltak két gépet és azt látták, hogy ha az egyiket forgatják, a másik is forogni kezd. Jedlik ekkor már régen használta az eszközt osztógépe meghajtására.