

LICHTENBERG-ÁBRÁK KELTÉSE BOLYAI FARKAS IDEJÉN ÉS MA – 2. RÉSZ

Gündischné Gajzágó Mária
Hatvan

Lichtenberg-ábrák keltése saját készítésű eszközökkel

2014 nyarán *Csegzi Sándor*, az EMT Fizika Szakosztálya elnökének felkérésére az erdélyi fizikatanárok szeptemberi konferenciájára, a Körmöczi János Fizikus Napokra készültem *Bolyai Farkas fizikája...*¹⁵ könyvbemutatójával. Mivel az elektromosságot tárgyaló Bolyai-kéziratok első oldalai, az érdekesnek ígérkező Lichtenberg-ábrákkal együtt, csak a könyv elkészülte előtt nem sokkal kerültek elő az MTA Könyvtárának Mikrofilmtárában, felébredt bennem az óhaj a Lichtenberg-ábrák előállítására és bemutatására.



Gajzágó Mária a kolozsvári Babeş-Bolyai Egyetem Fizika Karán szilárdtestfizika szakon végzett, majd 1980-ban ugyanott szerzte az I. tanári fokozatot. 1986-ig, 15 éven át a marosvásárhelyi Bolyai Farkas Líceumban, 1987-től Szombathelyen, Békéscsabán és Hatvanban tanított. 1983-tól kutatja Bolyai Farkas kéziratban maradt fizikajegyzeteit. 2013-ban jelent meg – férjével, Gündisch Györggyel és Szenkovits Ferencsel írt – *Bolyai Farkas fizikája és csillagászata* című könyve.

Emlékeztem, hogy *Bíró Tibor* 10-15 éve Marosvásárhelyen már bemutatta a régi szertárban őrzött, saját kezűleg restaurált elektrofort és egy saját készítésűt is. Így természetesen hozzá fordultam a problémával. *Bíró Tibor* beszerezte a szükséges speciális anyagokat és az említett elektroforok igénybevételével Lichtenberg-ábrák keltésével próbálkozott. Sikeres! Így a lakásán kialakított laborban a Körmöczi Napok előtt már videofelvétel készülhetett a Lichtenberg-ábrák létrehozásáról. A cikkünkben mellékelt Lichtenberg-ábrák fotóinak is fele *Bíró Tibor* házi laborjában készült, a többi utóbb Hatvanban.

A 8. ábra fényképein az 1913-ból származó elektrofor¹⁶ látható a Marosvásárhelyi Bolyai Farkas Elméleti Líceum szertárából. Jól felismerhető a szigetelő nyéllel ellátott fémfedél (ónkorong). A kör alakú fémtálcát újraöntötték olvasztott gyantával. A második fotó éppen az elektrofor kisütésének pillanatát örökíti meg: az előzőleg megdörzsölt gyanta pogá-

¹⁵ Gündischné Gajzágó Mária, Szenkovits Ferenc, Gündisch György: *Bolyai Farkas fizikája és csillagászata. Másfél évszázada lappangó kéziratok*. Magyar Tudománytörténeti Intézet, Budapest, 2013. (Beszerezhető a MATI-nál, e-mail: tudomanytortenet@gmail.com).

¹⁶ Készült: Erdély és Szabó laboratóriumi felszerelések és tanszerek gyára, Budapest, 1913.



8. ábra. Az 1913-ban gyártott elektrofor restaurálás után.

zó kábelt félretéve, a szigetelő nyéllal megfogott fémfedéllel pozitív töltés szállítható a kívánt helyre.

A Bíró Tibor által készített elektrofornál a „forma” egy inoxtálca, a „pogácsa” vagy „lepény” egy PVC-, illetve plexi- vagy sztiroflexlap, a töltést szállító „fedél” – vagy Bolyai szavaival élve a „berzvivő” – egy befőttes üveg fedeléből és egy műanyagtöl-

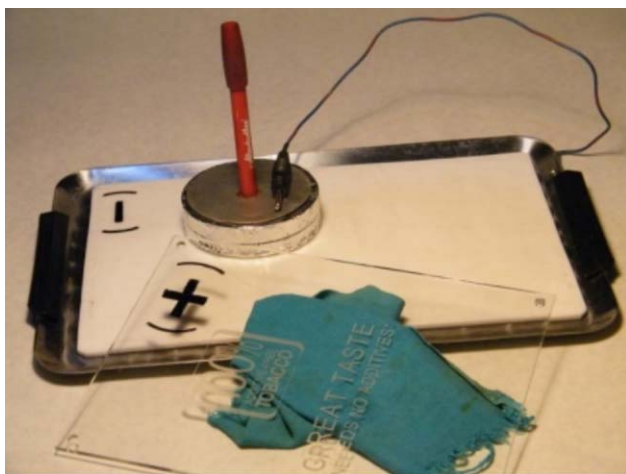
csára rátették a fémfedelelet, és épp ekkor érintik hozzá a fémformához csatlakozó kábelt. (Bolyai elektrofor-leírásánál ezt a kisütési műveletet az óntányér ujjal történő megérintése helyettesítette.) A csatlako-

csérből vagy egy szigetelő rúdból alakítható ki, amint az a 9. ábra fényképein is látható.

A PVC-lemez dörzsöléssel negatívan, a plexi- és sztiroflexlemez pedig pozitívan töltődnek fel. Nyilvánvaló tehát, hogy ha az inoxtálcára tett PVC-lemezt megdörzsöljük, és a töltést szállító fedelet ráhelyez- zük majd kisütjük, a fedél szigetelő fogantyúját meg- fogva pozitív töltést szállíthatunk a kívánt helyre.

Ha plexi- vagy sztiroflexlapot teszünk az inoxtálca- ra, dörzsölés és kisütés után negatív töltés szállítható a szigetelő nyéllal ellátott fedéllel.

9. ábra. Bíró Tibor házilag összeállított elektroforja.



10. ábra. Rézcsövek, amelyeken keresztül az elektrofor fedeléről töltések jutnak a szigetelő felületére, kúszókisülést okozva rajta.



Lichtenberg-ábrák létrehozása

A kísérletek elvégzésénél az 1. részben már idézett, itt megismételt, 1847-ből származó Bolyai Farkas leírásokot követtük.

I. kísérlet¹⁷

„Ha egy simán öntött spanyolviasz vagy szurok táblára két gyűrű tételik, egymástól bizonyos távra; az egyik berzített üveggel, a másik berzített spanyolviaszszal érintetik, s péld. licopodium hintetvén reá, a felesleg le- fúvatik, az üveggel érintett kerekon sugárzo alaku lesz, a másik magába vonulo hold. Honnan amazt üvegberz- nek, ezt szurokinak hívják; sőt azt napinak, ezt holdi- nak Franklin azt +ε, ezt –ε nek nevezte.” B. F.

Lassú melegítéssel megolvasztottuk, majd vízszin- tes fémtálcára kiöntöttük a spanyolviaszt, illetve gyant- át úgy, hogy közel 2 mm vastag, sima felszínű réteg képződjön. A Bolyai által említett két gyűrű helyett egy 8–15 mm átmérőjű, 10–20 mm magasságú, vé-kony falú rézcsődarabot használtunk (10. ábra), amelyet a spanyolviasz vagy gyanta, esetleg írásveti- tőnél használatos fólia bal oldali részére állítottunk.

Az elektrofort a már ismert módszerrel pozitívan feltöltöttük, és a töltést szállító fedéllel hozzáértünk a rézcsőhöz úgy, hogy az ne mozduljon el. Ezután a rézcsövet megfogtuk, áttettük jobb oldalra és az elekt- roforról negatív töltéseket vittünk rá, majd eltávolítot- tuk a csövet. Végül az egész felületre finom port: liko- pódiumot, kénport stb. szórtunk. A tálcát közel füg- gőleges helyzetbe hoztuk és könnyedén kopogtattuk.

¹⁷ Lásd a könyv 189. oldalát, B 561/6v

Ekkor láthatóvá váltak a Lichtenberg-ábrák, esetünkben bal oldalt a csillagszerűen elágazó, jobb oldalt pedig koncentrikus körökre emlékeztető, Bolyai szavaival a „napi”, illetve „holdi” alakzatok.

Vegyük észre, hogy a Bolyai által leírt kísérleti módszer előrelépés a Baumgartner által javasolthoz képest, mert ő az elektromozott üveget, illetve elektromozott gyantát nem közvetlenül a simára öntött spanyolviasz vagy gyanta felületéhez érinti, mint Baumgartner, hanem egy-egy fémgyűrűhöz és ez nagyobb mennyiségű töltés átvitelét teszi lehetővé. Persze az elektrofor „berzvivő”-jeként szolgáló öntányérral nagyságrendileg több töltés vihető át, és fémgyűrű vagy vékony falú rézcső használata esetén egy körkerület mentén nagy töltéssűrűséggel jut a spanyolviasz vagy gyanta felületére. A latin jegyzetből közölt Lichtenberg-ábrák rajza fölé nyilván nem véletlenül írta a jegyzetíró az „electrophorum” szót, bizonyára elektrofort használtak előhozásukhoz.

Különben, mint láttuk nevezetes előadásában, Lichtenberg is használt elektrofort, leideni palackot és kis fémcsöveket ábráinak előállításánál. Tekintsünk meg néhány ily módon létrehozott Lichtenberg-ábra fényképét (11–15. ábrák)!

Megállapítható, hogy az ábrák alakját, minőségét jelentősen befolyásolja az alaplap minősége, a rézcső átmérője, a használt por szemcsézettsége, az elektrofor megfelelő működése, és ezen kívül elengedhetetlenül szükséges a levegő alacsony páratartalma!

II. kísérlet¹⁸

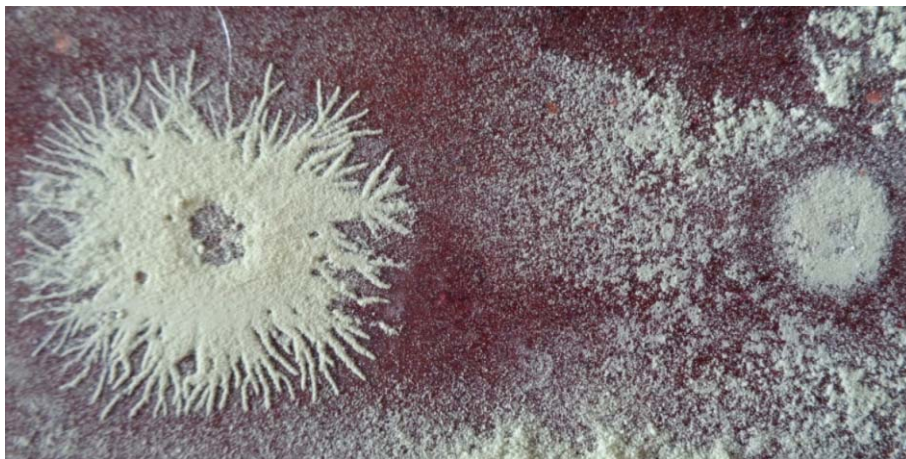
„Továbbá ha egy simán öntött spanyolviasz vagy szurok táblára, egymás után betűk irodnak, az első berzített üveggel, a másik berzített spanyolviaszszal s ugy tovább; és minium s kénvirág elegyül szitáltatik reá, az 1, 3, 5-ik esat. betű veressen jelenik meg; a 2, 4-ik esat. sárgán, ha a feleslegi por lefuvatik.” B. F.



11. ábra. Lichtenberg-ábrák fémtányérra öntött zöldes színű spanyolviaszon, likópódiumporral.



12. ábra. Lichtenberg-ábrák fémtányérra öntött zöldes színű spanyolviaszon, kénporral.



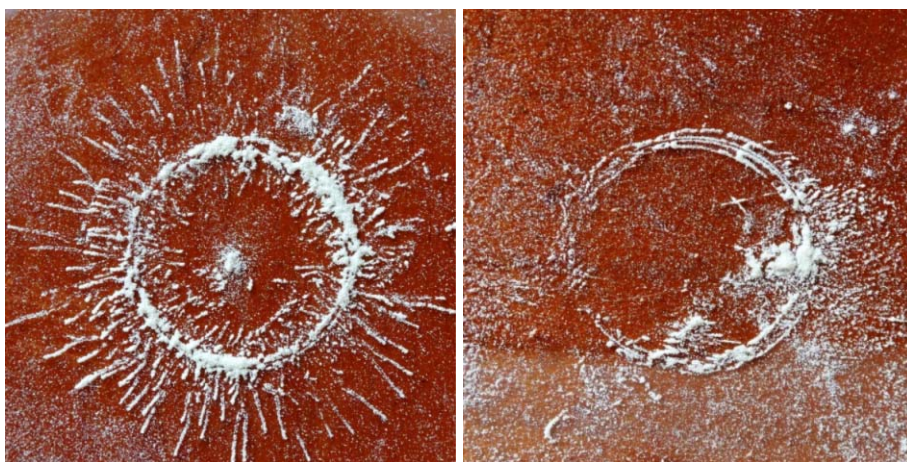
13. ábra. Lichtenberg-ábrák fémtányérra öntött bordó-barna spanyolviaszon, kénporral, kisebb átmérőjű rézcső esetén.

A II. kísérletet is módosítva végeztük, különböző színű betűk helyett különböző színű Lichtenberg-ábrákat hoztunk létre a következőképpen: írásvetítőnél használatos átlátszó fólia felső felére helyeztük a rézcsövet, és elektroforról pozitív töltést vittünk rá, azután a rézcsövet áttettük a fólia alsó felére és ekkor

¹⁸ Lásd a könyv 189. oldalát, B 561/6



14. ábra. Lichtenberg-ábrák fémtányérra öntött hegedűvonó-gyantán, kénporral.



15. ábra. Lichtenberg-ábrák barna asztalra tett írsvetítő-fólián, kénporral.

A 17. ábrán a mínium- és kénpor keverékével beszórt fóliát látjuk megkopogtatása – a fölösleges porkeverék eltávolítása – előtt és után. Az alsó ábrán jól látható, hogy a fólia felső részén, ahová a pozitív töltéseket vittük, sugárszerűen elágazó, sárga színű, „napi” ábrát rajzolt a kénpor, a negatív töltésű alsó részen pedig behúzódnó, vörös színű, „holdi” ábrát írt a míniumpor.

Cikkünk elején, a II. kísérletben leírt sorokat újból elolvastva, megállapíthatjuk, hogy elírás történt a Bolyai-szövegben, mert a „szurok táblára berzített üveggel írt” betűknek sárgán, a „berzített spanyolviaszszal” írtaknak pedig vörösre kellene megjelenüek – a fentebb tapasztalt kísérleti megfigyeléseink szerint. Ezzel egybehangzik a II. kísérletnek Baumgartner által adott leírása is (cikkünk 1. részének elején), amely szerint a sima gyantafelület pozitívan feltöltött részeit a kénpor, a negatíván feltöltötteket pedig míniumpor fedi be, ha bizonyos magasságból mínium- és kén-

már negatív töltést szállítottunk a csőre. A rézcsövet eltávolítva a fólia egész felületére mínium- és kénpor keverékét szórtuk egy teaszűrő segítségével. Ezt a mozzanatot örökíti meg a 16. ábra. Megfigyelhetők a kialakuló Lichtenberg-ábrák, de még a teaszűrőt elhagyó, leszálló por is.

16. ábra. Mínium- és kénpor keverékének szórásakor alakulnak ki a Lichtenberg-ábrák.



17. ábra. Lichtenberg-ábrák a fölösleges mínium- és kénpor keverékének eltávolítása előtt (föül) és lefújás után (alul).



por keveréket szítalunk rá, amint a *18. ábrán* látható.

Felhívnam a figyelmét azon a kollegáknak, érdeklődőknek, akik esetleg kedvet kaptak a Lichtenberg-ábrák előhozására, hogy nem szükséges pecsétviasszal, gyantával bajlódniuk, próbálkozzanak inkább különféle fóliákkal, sőt fóliák helyett CD- vagy DVD-lemezekkel; finom porként kézenfekvő a kénpor használata, míniumot csak végső esetben és vigyázva használjanak, mert mérgező.



18. ábra. Lichtenberg-ábrák fémtányérra öntött zöldes színű spanyolviaszon, kén- és míniumporral.