

**VEKERDI LÁSZLÓ:
AZ AKADÉMIAI KUTATÁS FŐBB IRÁNYAI
A DUALIZMUS KORÁBAN**

**Digitalizálták a Magyar Tudománytörténeti Intézet munkatársai,
Gazda István vezetésével.**

A jegyzetekben használt rövidítések:

AÉm = Értekezések a matematikai tudományok köréből

AÉterm = Értekezések a természettudományok köréből

AkÉ = Akadémiai Értesítő

AkÉmto = Magyar akadémiai értesítő. Új folyam. A matematikai és természettudományi osztályok közlönye.

AL MB i = Akadémiai Levéltár, a Matematikai és Természettudományi Bizottság iratai

AL Mo jkv = Akadémiai Levéltár, a III. Osztály jegyzőkönyvei

AL Mo z jkv = Akadémiai Levéltár, a III. Osztály zárt üléseinek jegyzőkönyvei

AL Moi = Akadémiai Levéltár, a III. Osztály iratai

Magy. Orv. Termvizsg. Nagygy. Munk. = Magyar Orvosok és Természetvizsgálók ... Nagygyűlésének Munkálatai

Mat. Lapok = Matematikai Lapok

Math. Phys. Lapok = Matematikai és Fizikai Lapok

Math. Termmt. Közl. = Matematikai és Természettudományi Közlemények vonatkozólag a hazai viszonyokra

MatTÉ = Matematikai és Természettudományi Értesítő

MNBer = Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn

MTA ÉvK. = Magyar Tudományos Akadémia Évkönyvei

MTA B CsK = MTA V. Osztálya Biológiai Csoportjának Közleményei

MTA B OK = MTA Biológiai Tudományok Osztályának Közleményei

MTA BA OK = MTA Biológiai és Agrártudományi Osztálya Biológiai Alosztályának Közleményei

MüLpk = Műegyetemi Lapok

RAL = Régi Akadémiai Levéltár

Term. tud. Közlöny = Természettudományi Közlöny

Ttár = Tudománytár

Tud. Gyűjt. = Tudományos Gyűjtemény

ÚjMM = Új Magyar Múzeum

E hosszú korszak tudománytörténetét a matematika és a természettudományok tételeibe s teljesítőképességébe vetett föltétlen hittől az alapelvek kétségbevonásáig és teljes újrafogalmazásáig terjedő fejlődés jellemzi. Természetesen a szellemi, anyagi és társadalmi klímától függően a különböző szaktudományokban országok, sőt majdnem egyetemek szerint különbözött a nagy szekuláris mozgás sebessége, mértéke, ingadozása, úgyhogy ugyanazon témák variációiból hallatlanul bonyolult és teljességgel áttekinthetetlen mozaik keletkezett, melynek egy-egy darabja egészen kis felfedezések vagy elméletek lökésére is

kaleidoszkópszerűen újramezhető, s lényegében mégis azonos maradt. A XIX. századi klasszikus tudomány így a nagy felfedezések ellenére is stabilis rendszer volt, éles ellentétben a romantika és a XX. század természettudományaival. A honi tudomány fejlődésében, melynek ez a fél évszázad egyik nagy korszaka, a klasszikus tudomány konzervatív jellege majdnem mindig érvényesült, sőt a korszak vége felé sok területen még fokozódott is.

A 70-es és 80-as évek honi iskolaalapító akademikuskai általában a 60-as és kora 70-es években alakították ki tudományos világnézetük alapjait; sokan a konkrét vizsgálatok szintjét is akkori problémákhoz, megoldásokhoz és módszerekhez igazították, s tértek azokhoz újra meg újra vissza, illetve vezették oda vissza tanítványaikat.

Szabó József abban a korban már ritka sokoldalúságot és átfogóképességet igénylő tudományos tevékenységgel indult. A Természettudományi Társulat pályázatára – hosszú évekig – készülő s végül az Akadémia koszorúzott pályaműveként megjelenő *Pest-Buda környékének földtani leírása* (1858), valamint Békés és Csanád Megye geológiai viszonyainak és talajneveinek – a Magyar Gazdasági Egyesület megbízásából készült – ismertetése¹ a kisebb tájegységeket gondosan megkülönböztető és a feladatot nem tudományszakok, hanem a tényleges viszonyok felől megközelítő, a részletek konkrét gazdagságát – egészen a népi elnevezések sokaságáig – felismerő és megmutató tükör; az a fajta geológiai-geográfiai remekelés, mely – a honi földtani térképezésre való közvetlen hatásán² túl – tanítványain, Inkey Bélán és Lóczy Lajoson keresztül egyrészt (Eduard Suess hatalmas sodrású, nagy általános elveket görgető impresszio-nisztikus tablóinak hatásával keresztezve) Cholnoky Jenő és Princz Gyula geomorfológiai kutatásaihoz, és az ő közvetítésükkel Bulla Béla egzakt fizikai és klimatológiai megalapozottságú modern földtörténeti geográfiájához vezetett, másrészt pedig lerakta a honi talajtérképezés, és a közettani, ásványtani, kémiai, vízrajzi és időjárás tényezőkre egyaránt figyelő tudományos talajtan alapjait.³

Amikor Szabó József kutatásai kibontakoztak, a geológiában az ősi „vulkanizmus” – „neptunizmus” vita James Hall kőzetformáló kísérletei nyomán lassacskán az eruptív-metamorfotikus üledékes petrográfiában (B. Cotta, 1862) egyenlítőddött ki, a Lyell-féle „uniformizmus” szellemének megfelelően mindenestre valahogy úgy, hogy bár a nagyméretű „lávaömléseket” nem a földtörténet legkorábbi korszakaira osztották ki, az újabbakban mégis sokkal erősebben hangsúlyozták a víz erodáló és üledékképző hatásainak váltakozásait, melyek a földkéreg gyűrődéseit és vetődéseit, zsugorodás, illetve oldalnyomás következtében keletkező emelkedéseit és süllyedéseit követték. S annál is inkább az utóbbi irányba tendáltak a vizsgálatok, mert az üledékes kőzetek egymásfeletti rétegeiben tömegével találtak mindenféle (a különböző rétegekre többé-kevésbé) jellegzetes megkövült növényi és állati maradványokat, illetőleg a rétegek – mint a szén, a kréta s bizonyos márgafajták esetében – magukból a megkövült élőlényekből képződtek.

A bécsi Birodalmi Földtani Intézet s az egyetemen Eduard Suess és iskolája – mindkettő a kor leghíresebb geológiai műhelyeihez tartozott – elsősorban a (Friedrich Albert által 1834-ben) „triász” néven összefoglalt réteg-hármas (tarka homokkő-kagylós mészkő-keuper) stratigráfiai, tektonikus és orogenetikus különlegességeit kutatta az Alpok területén. Ebben a kiváló bécsi iskolában s a triász-vitákon nevelkedett nagy geológussá Böckh János, aki a Magyar Földtani Intézet munkatársaként a Mecsek triász-vonatkozásait fogja leírni, s elhelyezni bennük a vulkáni eredetű képződményeket.

Szabó József ellenben a selmeci Bányász-Akadémián végzett, s a Nagy-Alföldön és közvetlenebb-távolibb peremhegységeiben végzett vizsgálatait során nőtt geológussá. S itt

¹ Szabó József: Békés- és Csanádmegye. Geológiai viszonyok és talajnevek ismertetése, egy színezett földtani térképpel. Pest, 1861.

² Fülöp József: A földtani térképezés története, helyzete és feladatai Magyarországon. MTA Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának Közleményei, 2 (1968) 27–45.

³ Ballenegger Róbert és Finály István: A magyar talajtani kutatás története 1944-ig. Bp. 1963. 22–25.

egészen más hegyképző és üledékképző változások vezettek a jelen felszíni alakulatokhoz, mint az Alpokban. A (másodkornak is az alján elhelyezkedő) triáznál sokkal fiatalabb, harmad- és negyedkori folyamatok eredményei láthatók itt mindenféle; a harmadkori vulkánosság egymást követő fázisainak és negyedkori jelenségeknek a nyomai. És az utóbbiakat hozzánk még a ténylegesnél is lényegesen közelebbinek képzelte Szabó; úgy gondolta, hogy a Nagy-Alföldet borító hatalmas „édestenger” valósággal – geológiai léptékben mérve – ma, a bronzkori ember szeme láttára zúdult le a Vaskapun át az Európa dél-keleti részén keletkezett hatalmas süllyedésbe. Az akkori geológiai időmeghatározás nagy bizonytalanságára jellemző, hogy épp fordítva járt el, mint mi: az ember nyomait használta a földtani képletek betájolására. Úgy vélte, hogy mivel az Alföldön számos bronzkori lelet bukkant fel de (azidáig) egyetlen kőkori sem, a tenger csak a bronzkor elején hagyhatta szabadon a földet. A negyedkor szélhordta, finom, glaciális porából felhalmozódó lösz is vízi eredetűnek vélte: szerinte úgy keletkezett, hogy a feltöltődő síkságon már csak a legfinomabb port tudták szállítani s lerakni a mindinkább meglassuló folyók. Alattuk azonban durvább homok, méglegjobb meg egyenesen vulkáni eredetű kavics foglal helyet, ami az utolsó lávaömlés, a „bazalt tódulási korszakának” végére kialakult, a korábnál nagyobb szintkülönbségekre utal.⁴

Amikor Szabó kezdette volt vizsgálni hazánk trachit- és bazaltvidékeit, igen tökéletlenek voltak még az efféle kőzetek megismerésére szolgáló módszerek. Hiszen csak 1841-ben született meg a (biológiában is csakhamar igen nagy jövőjű) polarizációs mikroszkóp, és 1858-ban alkalmazta először Henry Clifton Sorby kőzettani célokra, s a módszer csak a 60-as évek vége felé kezdett elterjedni. Szabó azonban – a nálunk akkor már legendás hírű Bunsen lángfestési vizsgálataiból kiindulva – kidolgozta lángkísérleti módszerét,⁵ „melynek az eruptív kőzetek mikrográfiai beosztásánál vezérszereppel bíró földpátok meghatározásánál kiváló szerep jutott s oly megbízhatónak nyilvánult, hogy nemcsak maga a megállapító dr. Szabó József alkalmazta nevezetesen hazánk trachitjainak megvizsgálásánál, de mondható, hogy nincsen ma már magyarországi petrográf, aki ide vágó vizsgálatainál nem e módszert használná” –írja Szabó *Geológia*-jának akadémiai nagydíjra való ajánlásában Böckh János.⁶ Igazában azonban csak ma tudjuk, mennyire „ravasz” volt Szabó módszere: kémiai természete ellenére ugyanúgy viselkedett, mint a polarizációs mikroszkóp: nem a kőzetek kémiai összetételét, hanem legfontosabb ásványtani jellemzőit adta meg. És épp ez a szempont a magmás kőzetan területén „a rendszerezés döntő tényezője”.⁷

⁴ Szabó József: Egy continentális emelkedés és süllyedésről Európa dél-keleti részén. Előadta a Magyar Tudományos Akadémia köz ülésében, december 22. 1861. Évk., 10 (1862) 6. sz. A dolgozatot ma persze a Szabó munkáira jellemző pontos „természet-földrajzi” megfigyelések, geológiai összefüggések fölismerése miatt becsülik, mint a Duna jobbfeleli löszpartjának leírása, a vaskapui Duna-teraszok fölismerése (Vadász Elemér: Szabó József. Bp. 1970.). Nem tagadható azonban az akkori ismeretek alapján szükségképpen téves, de fantáziamozgató kép ereje sem, mely Szabót a földtörténet Suesshez hasonlítható termékeny „álmodójának” mutatja. S ha szakembernek ez nem is hangzik „dicséretként”, ez az a klíma, melyben a tudományos Alföld-kutatás megindult, s ez nem maradt hatástalan Eötvös Loránd hatalmas „álmára” az Alföld mélyének „megismeréséről”.

⁵ Szabó József r. tag „A kőzetek földpátjai meghatározásának egy általa megállapított új módjáról” tart előadást. AkÉ 5 (1871) 213–214.

⁶ Böckh János: Vélemény az 1882–1888 időközben a geológia terén megjelent ama munkákról, melyek az 1869-ben a természettudományokra eső nagyjuttalom és Marczibányi-mellékjuttalom odaitélése szempontjából tekintetbe veendő. Al Moi 1889. március 26.

⁷ Ezzel a módszerrel állapította meg Szabó, „hogy a friss és módosult vulkanitok genetikailag különböző sorozatot jelentenek”. A Trachit is – mint egyéb hasonló kőzet – normál és módosult állapotban fordul elő. A normál állapotban a kőzetképző ásványok változatlanok, a módosult lényege – trachitok esetében – a fekete ásványok hidratációja és chloitosodása. „A Földpátokra nézve a mikrochemia tesz nagyobb szolgálatot, míg a fekete ásványokra nézve a mikroszkop dönt, és így a Biotittrachitok ketté választása csak a földpátmeghatározás alapján lett keresztülvive, valamint a Piroxenttrachitok mindegyike ismét a mikroszkop által lett vékony csiszolatokon megállapítva.” (Szabó József: Selmecz geológiai viszonyainak előzetes ismertetése. AÉterm, 15

Erősen hasonlít Szabó József pályájához az első „kiegyezései generáció” másik nagy tudósáé, Than Károlyé. Than is végigküzdötte – mégpedig katonaként – a szabadságharcot, ő is szenvedett a megtorlástól, s az ő elindításában is fontos az osztrák tudományos élet szerepe. A bécsi egyetem bölcsészkarán végzett, s már egyetemista korában segédkezett a kémiaprofesszor, Joseph Redtenbacher laboratóriumában. Redtenbacher Wöhler és Liebig tanítványa volt; világos, módszeresen gondolkozó elme, aki jól ismerte a modern kémiai kísérleti technikát és – mint kora annyi közép-európai kémikusa – módfelett tisztelte a német egyetemi tudományt. Legjobb tanítványait Heidelbergbe küldötte tanulni Bunsenhez, ahol azután mesterekké váltak ásványvízelemzésben és gázanalízisben.⁸

Természetesen Than is Heidelbergbe zárandokolt Redtenbachertől, ő is kiválóan megtanulta az analitikát, és egész életében szorgalmasan elemezte az ásványvizeket és a gázokat. Elsajátította még Bunsen néhány standard metodikáját, elsősorban a spektrálanalízist és a jégkalorimetriát. De eme tiszteletreméltó egzakt és pozitív problémák mellett mindig megőrzött magában valami „spekulatív” hajlamot, s egy életen keresztül töprengett a vegyérték – kora fizikai tudásának szintjén, ma már tudjuk, megfeythetetlen – titkain. És ezekben az álmaiban nem mindig bunsenien és nem is induktíven gondolkozott, hanem szerves kémiai inspirációjú molekuláris modellekben.⁹ Ez a vegyérték szemlélet segítette Thant legnagyobb vagy legalábbis legismertebb kémiai felfedezéséhez, a „szénéleg kénege” (karbonil-szulfid) szintéziséhez. Szabadváry Ferenc Than-monográfiájában nyomon követte, milyen fontos szerepet játszott ez a vegyület a honi kémia történetében, egész a modern fizikai-kémia vizsgálatok korszakáig, az egyszerű kémiai reakciók törvényszerűségeinek feltárásában,¹⁰ s Than korai vegyérték-képe így a ma is virágzó honi reakciókinetikai kutatás egyik forrása lett. Maga Than később elhagyta a kémiai affinitás egyszerű molekuláris modelljeit; nem haladt tovább Kekulé, Frankland, Crum Brown erőteljes szerkezeti szimbolikájának útján. Mint a honi természettudomány minden kisebb-nagyobb képviselőjére, Thanra is ránehezült Hermann Helmholtz lassanként kultikussá fokozódó tisztelete,¹¹ s a kémiai affinitás egyszerű molekuláris képe alámerült a helmholtzi erélytan retorikai rafinériáiban.

Ez a helmholtzi légkör nem kedvezett a szerves kémiai vizsgálatoknak. Than – s nyomában a magyar kémia fővonala – eltért a század második felében világszerte hatalmasan

(1885) 3. sz.) Kémiai módszere tehát a mikroszkóppal azonos dimenzióban dolgozott. Ennek a szemléletnek köszönhető, hogy „adott terület vulkanitjait genetikailag egységes magmás területből vezette le, mai kifejezéssel, gravitációs differenciációs termékül”. (Szádeczky-Kardoss Elemér: Szabó József az ásvány és közettudós. Földtani Közlöny, 19 (1961) 251–263.

⁸ Ernst Ludwig – Redtenbacher leghűbb tanítványa és utóda a bécsi egyetemen – is megvizsgálta a Monarchia számtalan ásványvizét és írt egy igen tekintélyes könyvet *Beitragen zur Gasanalyse* (1872) címen. (Lesky, E.: *Die wiener medizinische Schule im 19. Jahrhundert*. Graz-Köln. 1965. 522–523.

⁹ Than Károly: *Az elméleti vegytan földadaráról és jelen állapotáról*. AkÉmtó 1 (1860) 262–286. Uő.: *Az újabb vegytan irányelveiről*. Uo. 2 (1860–61) 243–285. Nagy mesterétől, Bunsentől persze ő is átvette a kémiai affinitás szerves és szervetlen vegyületeknél azonososságának az elvét. De míg Bunsen az affinitást a tömegtől, halmazállapottól, hőtartalomtól és elektromosságtól függő specifikus, és adott esetben a bonyolult függések ellenére is állandó, azaz „megőrződő” erőnek tartotta, Than kezdetben a szerves kémiai típus-elmélet képviselőinek – Charles Frédéric Gerhardt, Auguste Laurent, Alexander William Williamson, s mindenekelőtt a „mocsárgáz-típust” (azaz a négyvegyértékű szénatom elméletét) kidolgozó Kekulé – kétségkívül primitív, de operatív szempontból hallatlanul termékeny, és a jövő szempontjából fundamentális molekuláris modelljeiben gondolkodott. V. ö. Rick Gusztáv: *A vegyérték tanának rövid történeti fejlődése 1875-ig*. MűLpk 3 (1878) 129–172. Rick Gusztáv Than tanítványa volt, s a cikk teljesen a korai Than-klimát tükrözi. Azért is igen érdekes, mert Thant az első kémikusok egyikének mutatja, akik megértették Mengyelejev felfedezésének mély elméleti jelentőségét.

¹⁰ Szabadváry Ferenc: *Than Károly*. Bp. 1970. 88–90.

¹¹ König Gyula: *Helmholtz és a jelenkori német tudományosság*. AkÉ 6 (1895) 356–361.

föllendülő szerves kutatásoktól;¹² s az Akadémiától és a nagy pesti tudományos centrumtól távol, Kolozsvárott Fabinyi Rudolf – Than első tanítványainak egyike – sohasem tudta a kellő anyagi és erkölcsi támogatást megszerezni kiváló preparatív iskolájának. Budapesten csak a századfordulón kezdett megváltozni a helyzet, elsősorban az erősödő mezőgazdasági igények hatására, de nyilván nem függetlenül attól sem, hogy ekkorra a helmholtzi energetika uralmát nálunk is kikezdte már a kritika racionális sava.

A tudományos irányok meghatározásában és fiatal tehetségek útnak indításában Szabó és Than mellett az első generációban legnagyobb szerep Balogh Kálmánnak s Margó Tivadarnak jutott. Egyikük sem volt Thanhoz vagy Szabóhoz fogható kutatólángelme, nevükhöz nem fűződik kiemelkedő felfedezés vagy szellemes elmélet emléke. Elsőrendű szakemberek voltak, akik éles szemmel figyelték a szakma fejlődésvonalait, s idejében jó irányba tudták terelni tanítványaikat. S nem csupán elviselni, segíteni is tudták azokat, akik csakhamar fölübük kerekedtek eredmények és hírnév dolgában. Önélkülük aligha képzelhető el a századforduló–századelő eleven orvosi–biológiai kutatómunkája hazánkban.

A közös sors nagyjából nekik is ugyanazt mérte ki, mint Thannak és Szabónak. A forradalom, az osztrák politikai elnyomás és tudományos serkentés kettőssége, a német tudományos iskolák tündöklése azonos tudományos-kutatói világnézetet formált ki bennük is. S végül ők is, mint az első tudományos generáció majd minden nagy alakja, életük végéig megőrizték magukban a francia, illetve az angol tudomány iránti szeretetüket, a német iránti bámulat mellett; s mihelyt alkalom adódott – mint Margónak Darwin, Baloghnak Claude Bernard és Pasteur esetében – sohasem mulasztották el tanítványaik látóköreit – s ezentúl a szélesebb körű tudományos érdeklődést – a németnél nyugatibb irányba tágítani. Mindketten Johann Nepomuk Czermak tanítványai voltak, s a fiziológiai mikroszkópia cseh mesterétől Pesten elsajátított új irányt és módszereket Margó még Ernst Brücke bécsi intézetében is tökéletesítette. Brücke bizonyos tekintetben maga is Johann Nepomuk Czermak ötletes „tanítványának” tekinthető (így pl. ő konstruálta meg azt a Czermak-kitalálta eszközt, mellyel azután megalapozta az experimentális hangfiziológiát), s mindenesetre még Czermáknál is határozottabban érvényesítette a „tisza” mikroszópizálással szemben a mikroszkóp alkalmazását fiziológiai-kórtani kérdések vizsgálatában.¹³ Ezt a fiziológiai mikroszkópi irányt Brücke – ahogyan ma mondanák – „biokémiai” orientációjú élettannal kombinálta, s mesteri metodikájával megalapozta a magyar biológiában máig nagy szerepet játszó izomélettani kutatásokat.

Margó legismertebb – s a honi folytatás szempontjából igen fontos – vizsgálatai „Az izomidegek végződéséről”¹⁴ közvetlenül ehhez a problematikához (és metodikához) csatlakoznak. Végkövetkeztetésképpen – ha nem is mindig kifogástalan alapon – máig érvényes megállapításhoz jut, „miszerint a kérdéses rostok, szemcsék és magvak egy sajátos végkészületet képeznek, mely készülék közbenjárásának tulajdonítható valószínűleg az idegek izomállományaira hatása”.

Brücke hatása alatt áll Margó másik izomtani kutatási iránya is, mely közvetlen, s mai következményei szempontjából tán még jelentősebb volt az előbbinél. Brücke intézetében és tanácsára Margó azt az akkoriban erősen vitatott problémát kezdte vizsgálni, vannak-e harántcsíkolt izmok a puhatestűekben.¹⁵ A rostok finomszerkezeti kutatását – véglények

¹² Érdekes, hogy a prioritásra egyébként erősen érzékeny Than (betegsége esetén levélben küldte be a 80-as–90-es években új felfedezéseit az Akadémia üléseire a prioritás biztosítása végett) hagyta feledésbe merülni egy igen fontos szerves kémiai fölfedezését, a cukor glicerinnél kiinduló szintézisét. (Előmunkálatok a cukor mesterséges szintéziséhez. AkÉ 6 (1872) 14. sz.), ami azután 15–20 év múlva Emil Fischer nevével vonult be a kémia történetébe.

¹³ E. Lesky i. m. 264–266.

¹⁴ MTA Évk., 10 (1862) 6. sz.

¹⁵ A kérdést „Czermak jóvoltából a sarkítási készlettel” tanulmányozhatta, s először írta le magyar nyelven „mikép az egyes kettősen törő (vagy anizotrop) husszemcsék, keresztbe állított hasábok között kék színt vesznek

körében – tanítványa, Entz Géza folytatta,¹⁶ s mestere és a növénytan azonos szellemű professzora, Jurányi Lajos funkcionális mikroszkópi szemléletében felnöve s módszereit tökéletesítve,¹⁷ a véglénytan néhány fontos jelenségét fedezte föl s írta le, köztük – a kolozsvári *Értesítő* első évfolyamában (1876) – a nevezetes alga-protózoon együttélést. Entz kolozsvári s később pesti intézetében a véglénytan eleven műhelye alakult ki, s a híres nápolyi zoológiai állomással (ahol a magyaroknak külön kutatóosztala volt) állandó érintkezésben Entz Géza s tanítványai – köztük elsősorban fia, ifj. Entz Géza – korszerűen és nemzetközi elismerést kiérdemelve művelték a századfordulón s a századelőn rohamosan fejlődő új diszciplína finomszerkezeti, rendszertani és ökológiai irányait. A Balaton modern ökológiai kutatása pedig – ifj. Entz Géza és Sebestyén Olga munkásságával – napjainkig meghosszabbítja a Margó Tivadar, Jurányi Lajos és id. Entz Géza által megalapozott szemlélet erővonalait.

Entz Géza mikroszkópos biológiában betöltött szerepéhez hasonlítható a Balogh-tanítvány, Hőgyes Endre jelentősége a honi mikrobiológia megalapozásában. Hőgyes eleinte kisebb mikrobiológiai vizsgálatok mellett, Balogh Kálmán vesefiziológiai és elsősorban központi idegrendszeri kutatásaihoz¹⁸ csatlakozott, s a modern érzékszerv és agy-fiziológia (Mach, Hering, Ferrier, Flourens) eredményeit Claude Bernard komplex rendszerszemléletével rendezve egymást kiegészítő kísérletek hálójává, mintaszerű precizitást és ötletességet egyesítő vizsgálatok sorozatában tárta fel a szemmozgató agyidegek s a központi idegrendszer egyéb részeinek funkcionális összefüggéseit.¹⁹

Pasteur veszettség elleni szérumának világszenzációjára azonban ő is – mint annyi sok kutató Európa-szerte – a csodálatos új irány lelkes hívévé vált, s a 80-as évek közepétől intenzív és igen gondosan megtervezett kísérletsorozatba kezdett az életmentő eljárás meghonosítására, és honi körülményekhez való alkalmazására.²⁰ Kísérleteinek, illetve terveinek jelentőségét a Bizottság jókor felismerte,²¹ s – elsősorban Balogh Kálmán sürgetésére²² – állandóan segítette. S ez a támogatás a 80-as évek közepén Kolozsvárról Pestre került (s az akkorra már újra megmerevedett Egyetemen még egyszerű helyiséggondokkal is küszködő) professzor munkáját lényegesen megkönnyítette, ha ugyan nem egyenesen ez tette lehetővé. Hőgyes részletes akadémiai beszámolóit²³ pedig a nem lankadó érdeklődést tanúsítják vizsgálatai iránt, amit ő úgy „hálált” meg, hogy Pasteur eredeti eljárását lényegesen tökéletesítette. S az eredmények óriási gyakorlati jelentősége segített elterjeszteni a honi medicinában azt a – nálunk elsősorban Balogh és Hőgyes által képviselt – Claude Bernard-i szemléletet, miszerint „rövid pár évi szabatos és kitartó kísérletezés gyorsabb és hatásosabb eszközökkel látja el a gyógyító tudományt, mint évtizedeknek vagy évszázadoknak pusztán a véletlenre hagyott, halomra gyűjtött empiriája”.²⁴

fel az alatt, míg az egyes fénytörésű (vagy izotrop) közállomány a selenitlemezke által előidézett láttérnek vörös színében mutatkozik.” (A puhányok izomrostjairól. MTA Évk., 10 (1861) 4. sz.)

¹⁶ Entz Géza: A Vorticellinák rugalmas és összehúzódó elemei. AÉterm, 21 (1891) 3. sz.

¹⁷ Uő: Rhizidium Euglenae Alex. Braun. A Chytridium-félék ismeretéhez. AkÉ 6 (1872) 69

¹⁸ Balogh Kálmán: Az agy féltekéinek és a kis agynak működéséről. AkÉ 10 (1876) 5. sz.

¹⁹ Hőgyes Endre: Az associált szemmozgások idegmechanizmusáról. AÉterm 10 (1880) 18. sz., 11 (1881) 1. sz., 14 (1885) 9. sz.

²⁰ Uő: A veszettség gyógyításáról. Kísérleti és statisztikai tanulmány, tekintettel különösen a Pasteur-féle prophylacticus gyógyításra. AÉterm 18 (1888) 5. sz.

²¹ AL MB i 1886. április 10. Hőgyes E. segélykérelme. (1000 Ft-ot kért.)

²² AL MB i 1886. április 12. Balogh K. jelentése. „Ez – t. i. a segély folyósítása – annál nagyobb fontosságú, mert Pasteur tnr. a beoltáshoz szükségelt fix virust kezéből nem adja ki, minélfogva, ha nálunk beoltásokat akarunk tenni, a virust itt kell előállítanunk. Hőgyes tanár pedig bir azon készütséggel, hogy a beoltásokhoz megkívánható fix virust, ha a kísérletekhez elegendő költséggel rendelkezik, előállítja; sőt azon lehetőség is megvan, hogy kísérletei közben ama virus előállításának módját tökéletesitse.”

²³ Hőgyes Endre: A veszettség elterjedéséről és gyógyításáról Magyarországon. AkÉ 11 (1900) 105–126.

²⁴ Uő: A budapesti Pasteur-intézet első félévi statistikája. AkÉ 1 (1890) 690–694.

Balogh Kálmán akadémiai székfoglalója „Az izom-idegek végződéséről”²⁵ szolt, akár a Margó Tivadaré; de már ezt az új, korszerű szemléletet képviseli. Precíz módszertani bevezetése az akkoriban szédületes gyorsan fejlődő mikroszkópi metodika tökéletes ismeretét mutatja; elsőrendű ábráiból pedig magukból is világosan látszik, hogy Balogh a Margó cikke óta eltelt néhány esztendő alatt teljesen kiküszöbölte kollégája bizonytalanságait, és pontos képet alkotott magának az izom idegvégkészülékeiről. 16 évvel később, akadémiai székfoglalójában Thanhoffer Lajos lényegében nem is tesz egyebet, mint az addigra lényegesen fejlettebb mikroszkópi módszerekkel megerősíti – s lényegesen finomítja – Margó és Balogh eredményeit.²⁶ Thanhoffer eredetileg Jendrassik Jenő tanítványa, illetve asszisztense volt, de kutatómunkájában szívvel-lélekkel a Czermak-Brücke-Margó-Balogh-féle fiziológiai mikroszkópiához csatlakozott. Nem is bocsátotta meg Jendrassik ezt az „árulást”, s volt tanítványa székfoglalóját egy gunyoros hangú és prioritást követelő kis monográfiává dagadt glosszában támadta meg.²⁷ A támadásra Thanhoffer válaszolt,²⁸ s az Akadémia ezzel az ügyet lezárta, nem zárhatta le azonban a vitát, mely a kétféle szemléletet, a fiziológiai-embriológiai mikroszkópia és a Jendrassik által végletesen s harcosan képviselt Ludwigiánus mechanikus fiziológia között tovább folyt.

A magyar kutatás „alapító atyái” között úgylehet Jendrassik Jenő szerepe volt a legkülönösebb. Sokoldalú képzettsége és széles körű elméleti tudása ellenére kutatásaiban fölöttébb egyoldalú volt; a nagyok között ő az egyedüli dogmatikus. Sorsa a többiekhez hasonlított, de ő mindnyájuknál hosszabb időt töltött Bécsben, ahol már 1847-ben beiratkozott az orvosi egyetemre, s diplomája megszerzése után is ott maradt, Carl Ludwig intézetében, egészen 1857-ig, amikor kinevezték a kolozsvári orvos-sebészi tanintézetbe az élettan tanárának (ahol egyébként akkortájt Balogh és Margó is tanítottak). Noha Jendrassik egyetemi hallgató korában bejárt Brücke intézetébe, életre szóló élménye a Carl Ludwig mellett eltöltött idő maradt. Carl Ludwig egyáltalában nem csak „tudománytörténeti” személyiség. Még ma is azzal kezdődik a legtöbb élettan-könyv, hogy ecseteli a nagy Ludwig jelentőségét az „experimentális fiziológia” megteremtésében. Ez alatt ma már többnyire azt értik, hogy Ludwig – Helmholtz-cal és Du Bois Reymonddal együtt – ismerte föl s hangsúlyozta először a kvantitatív (ha csak lehet fizikai és kémiai folyamatokra redukálható) összefüggések óriási jelentőségét az életjelenségek tanulmányozásában. Ez a sommás megállapítás azonban így nem egészen igaz: a redukcionista fiziológia „szentháromsága” csupán a lehangosabb, első semmiképp sem volt a kvantitatív megkövetelésében. S még fontosabb, hogy a kortársaknak az „experimentális módszer” nem is a kvantitatívást jelentette elsősorban, hanem az „oknyomozást”, a „kauzális-elv” végső diadalát. Az induktív gondolkozást mozgató arisztoteliánus logika (a „minden mozgót mozgat valami” mintájára működő) „minden dolgot okoz valami” szemlélet el sem tudta képzelni a statisztikus törvények alapjául szolgáló „kauzális tehetetlenséget”, s mert egy idő után kezdett mind nehezebbé válni releváns okok találása, részben a Du Bois Reymond-féle „ignorabimus” ölébe hanyatlott, részben mesterségesen szerkesztett olyan „okozatokat”, amikhez azután nagy dicsőséggel fedezte föl az előre beléjük tervezett okokat. Ludwig fiziológiája, miután föltárt és leírt az élő szervezetben néhány nagy és imponáló kauzális törvényszerűséget, bonyolult mechanikus vagy elektromos regisztráló készülékei és matematikai formulái birtokában igen gyakran csábult az utóbbi útra, mesterségesen előidézett jelenségek végtelen variációit varázsolva elő az élő anyag hihetetlen plaszticitásából. Nem nevezhető persze értéktelennek ez a mesterséges szituációk tömegét termelő kísérleti dömping sem, a baj csak az volt, hogy az

²⁵ Balogh Kálmán: Az izom-idegek végződéséről. AkÉmtó 6 (1865–1866) 153–178.

²⁶ Thanhoffer Lajos: Adatok a harántcsikú izmok szerkezete- és idegvégződéséhez. AÉterm 11 (1881) 13. sz.

²⁷ Jendrassik Jenő: Helyreigazító észrevételek Thanhoffer Lajos urnak e című székfoglaló értekezéséhez: „Adatok a harántcsikú izmok szerkezete és idegvégződéséhez”. AÉterm 12 (1882) 4. sz.

²⁸ Helyreigazító észrevételek Jendrassik Jenő ur „Helyreigazító” című „észrevételeire”. AÉterm 12 (1882) 9. sz.

„experimentalisták” a kor divatos filozófiájába takaródzva többnyire mély megvetéssel tekintettek a mikroszkópjaik fölé görnyedő vagy épp a terepen „tücsköt-bogarat” gyűjtő „naturalistákra”. Érthető, hogy az utóbbiak is nekivadultak, s olyan sűrű rendszertani szőrözésekbe sülyedtek, hogy orruk se látszott ki belőle. Hát még a biológia!

Jendrassik izommechanikai vizsgálatai – ezt ma már minden objektív szemlélő megállapíthatja – többnyire a ludwigianus experimentális fiziológia eme hanyatló fázisába tartoztak. S mert Szabóhoz, Thanhoz, Margóhoz, Baloghhoz hasonlóan ő is nagy és igen tudatos iskolaformáló egyéniség volt, a magyar orvos-élettani kutatásokban erősen elszaporodtak – s nem kis mértékben épp az Akadémia támogatásával – a formális, jobbadán a mutatós experimentális technika kedvéért végzett vizsgálatok. Az ilyen vizsgálatok eredeténél, felfejtve a tanítvány-tanári kapcsolatok sorozatát, rendszerint Jendrassik Jenő egyik közvetlen tanítványára bukkanunk.²⁹ Jendrassik és iskolája az irány csúcsteljesítményének az izomösszehúzódnás „hullámelméletét” tartotta, amit közvetlenül a mester halála után Fröhlich Izidor öntött³⁰ egzakt matematikai formába.

Az említettek persze itt csak példaként szolgálnak,³¹ épp ebből a szempontból kell azonban kissé részletesebben foglalkozni azzal a „második generációval”, akikkel az alapító atyák igen hamar – úgyszólván Akadémia-szervező munkájuk kezdetén – kiegészítették kollégiumukat. Ezek az ifjak többnyire nem voltak közvetlen tanítványaik; nem tartoztak az „iskolájukba”, de nemcsak szervezeti, hanem szakmai s világnézeti kérdésekben is nagyjából olyan nézeteket vallottak, ahová ők meglelt korukra hosszú politikai s tudományos tapasztalataik alapján jutottak el. Így azután mikor a 80-as években az első generáció lassacskán kihull, vagy kezd visszavonulni az aktív irányítástól, a helyükre lépő egykori fiatalok folytatják a régi szervezeti és tudományos irányokat, s fiatalabbak lévén, bizonyos fokig alkalmazkodni is tudnak – a régi vonal lényegének megőrzése mellett – az újabb kor megváltozott követelményeihez. De nem volt meg bennük az előző generáció bölcsessége: nem tudták időben kiegészíteni szervezetüket megfelelő ifjakkal, s nem tudtak idejében visszavonulni.

²⁹ De a helmholtzianus-ludwigianus szemlélet nem korlátozódott még szélsőséges formáiban sem Jendrassik iskolájára, harcos képviselője volt egy másik befolyásos akadémikus, Klein Gyula, aki székfoglalójában hirdette, hogy „Du Bois Raymond »ignorabimus«-ára »progrediamus« jelszóval válaszolunk!” (A modern növénytan törekvései. AÉterm 19 (1889) 4. sz.) A baj csak az, hogy Darwintól Nægeli felé „haladt”. S a Ludwig-Jendrassik-féle biológia szelleme még a két világháború közötti korban is erősen hat, az Akadémia nagy áldozatok árán kiadott folyóirataiban sok papírt vesznek el Kövessi Ferenc selmeci, ill. soproni professzor hosszú dolgozatai a növekedés „hullámelméletéről”.

³⁰ Regéczy Nagy Imre: Vizsgálatok az izomrángás lefolyásának különböző behatásokra beálló módosulatairól, a Jendrassik összehúzódnási elméletének alapján. AÉterm 21 (1891) 1. sz. – Fröhlich Izidor: Együttesen lengő elemi mágnesek kölcsönös vonzása és taszítása. AÉM 14 (1889–1891) 5. sz.

³¹ Hisz még ilyen futólagos felsorolásból sem szabadna kihagyni a honi természettudomány (akadémikus) „alapító atyái” közül Sztoczek József, Kruspér István, Jedlik Ányos, Lenhossék József, Krenner József, Hazslinszky Frigyes, Frivaldszky János s mindenekelőtt Hunyadi Jenő munkásságát. „Midőn Hunyady működését megkezdette – írja róla König – matematikai szaktudomány Magyarországon nem létezett. Egy század munkája volt itt pótlendő, e század alatt a matematika a tudományok történetében példátlan sikerrel gazdagítja tartalmát, terjeszti határait, új ismeretani szempontokat szerez és a matematikai physika új korszakának alapjait teremti meg. Mind ebből nálunk semmi; csak néhány elavult, gyöngé tankönyv még inkább elgyöngült átdolgozása, melyeknek nyelvezete se nem nemzetközi, se nem magyar.” (König Gyula: Hunyady Jenő emlékezete 1838–1889. AkÉ 2 (1891) 1–9.) És hosszan kellene írni Jurányi Lajosról, aki a növényélettan területén végezte el ugyanazt az alapító munkát, amit Hunyady a matematikai felsőoktatásban, s ő is, mint Hunyady, szakterületén nemzetközileg ismert és értékelt eredményeket ért el. (Green, J. R.: A history of botany 1860–1900. New York, 1967. – Cop. 1909. – 237., 239.) Azonban ők – bármily kiválóak is a maguk szakmájában s fontos is szerepük a tudományuk meghonosításában – mint akadémikusok nem képviselnek a fenntiektől lényegesen különböző tudománypolitikai szempontokat, s az említettek esetében könnyebb volt bemutatni a többé-kevésbé közös elveket. S ez a rövid összefoglaló többre nem törekedhet.

Együtt öregedtek meg nemcsak az első generáció első tanítványaival – akiknek „tudományszociológiai helyzete” végig érezhetően alacsonyabb maradt az övékéénél – hanem saját tanítványaik idősebbjeivel is. S mert többnyire kiváló szellemi – s gyakran testi – képességű, kitűnően képzett férfiak voltak, óriási emberi s szakmai tekintélyre tettek szert, amivel ők ugyan soha tudatosan vissza nem éltek (vagy legalábbis nagyon ritkán), ami azonban mégis valósággal „kanonizálta” az általuk vallott – szakmai s szervezeti – elveket. S ők az előző generációval ellentétben (tán azért is, mert ők ifjúkoruktól kezdve rendszeresen képzett szakemberek voltak) az egyszer megtalált tudományos irányuk mellett végig kitartottak. Közvetlen tanítványaiktól eltekintve senkitől sem kívánták, hogy az általuk kijelölt irányba haladjon; azonban kezükben összpontosulván az elődeik által megteremtett csaknem egész egyetemi-akadémiai kutató-potenciál, a haladás anyagi és szellemi lehetőségét igen gyakran még a legtávolabbi vidéki városka főgimnáziumában vagy főreáljában is az határozta meg, hogy az ő kedvenc témáikon dolgozik-e az ember. Az ország tudományos tevékenysége így néhány fő irányba összpontosult, ami a szétszórtn dolgozó erők s az eredmények szempontjából tán kedvező volt, ám a láthatatlan szervezet büvköréből valamely új irányba kitörni csak a legnagyobb tehetségeknek sikerült, s egyre inkább csak úgy, hogy végleg távoztak az országból.

Az új generáció két kiemelkedő, mindenki mást elhomályosító géniusza Eötvös Loránd és König Gyula volt. Véletlen körülmények következtében (amik között nyilván a közönség örök matematika-utálata s Eötvös daliás termete is szerepelt) a köztudatban Eötvös neve sokkal elevenebben él, mint Königé; a valóságban azonban teljesen egyenrangú a hatásuk a honi tudomány fejlődésére, ha lehet a Königé egy fokkal tán még nagyobb. S ami fő, az egyik a másik nélkül teljességgel elképzelhetetlen.

Mindketten Heidelberg és Berlin neveltjei s lelkes csodálói voltak életük végeztéig, s mindketten olyan széles tudományos és társadalmi mezőben működtek, amilyenről egy heidelbergi vagy berlini professzor se mindig álmodhatott. Bunsen, Kirchhoff, Helmholtz, Weierstrass, Kronecker bámulatára nevelték a magyar diákokat akkor is, mikor – maguk sem vették tán észre – egyik-másik munkájuk vagy szemléletük némely vonása tán túlhaladta már az imádott mestereket. A tökéletes experimentális és matematikai szigorúság volt az ideáljuk, a pongyolaságot még akkor se tűrték, ha netán zsenialitást rejtett. Az ő ötletgazdagságuk és kivételes munkabírásuk persze állta a legnagyobb szigort is, de követőik elől gyakran elzárhatta a friss utak vad szépségeit, vagy esetleg arra csábította őket, hogy ötletek híján üresjáratú szigorúságokat alkossanak. Amit, kivált az öregedő és rettentően elfoglalt Eötvös már nem mindig tudott megkülönböztetni a releváns szigorúságtól.

Amikor König és Eötvös Heidelbergben tanult, Bunsen már megöregedett és leginkább a legendája élt belőle, meg a híres analitikai gyakorlatok a laborjában. Annál elevenebben élt azonban Heidelbergben, de Németország-szerte általában, két másik nagy professzor, Kirchhoff és Helmholtz szelleme. Kettejük közül Kirchhoff volt a mélyebb, de egyben merevebb elme. Ő öltöztette a newtoni fizikát abba az elegáns, szigorú és rém kényelmetlen differenciálegyenlet-uniformisba, amelyben azután moccanni is alig bírt mindaddig, míg Einstein a szabók hatáskörébe utalva az eleganciát, végleg ki nem szabadította belőle. Helmholtz energetikája pedig abban az irtózatosan „erély”-tisztelő világban épp akkortájt növekedett valóságos vallássá, mikor Eötvös és König Heidelbergben jártak. Az „erő és anyag” hitnek később is Helmholtz maradt szemükben roppant tisztelt és irtózatosan méltóságos prófétája.

Jártak azután mind a ketten másutt is, nemcsak Heidelbergben. Eötvös „Heidelbergből rövidebb időre Königsbergbe ment, ahová Franz Neumann-nak, az akkori idők egyik legnevesebb elméleti fizikusának híre vonzotta”.³² Itt, Neumann szemináriumában kezdett

³² Mikola Sándor: Életrajz. In: Bárány Eötvös Loránd élete és tudományos működése. Math. Phys. Lapok, 27 (1918) 257–283.

foglalkozni a felületi feszültséggel, s jutott eszébe a meghatározására szolgáló szellemes új módszer, amiért a professzora is megdicsérte. Mégsem érezhette túlságosan jól magát Königsbergben, hisz a Petermann-féle északsark-expedícióhoz akart csatlakozni, s csak végtelenül tisztelt apja tekintélye tartotta vissza.

Zemplén Jolán szerint „Eötvös Königsbergben – feltehetőleg – úgy érezte, hogy az ott űzött elméleti fizika meddő, kilátástalan, s megtanulni nagyon nehéz”.³³ Ez az ifjonti idegenkedése Neumann fizikájától (mely a Kirchhoff-féle fizika potenciálmélettel javított változata volt) nemcsak egész életére megmaradt, hanem kiterjedt az elméleti fizika csaknem minden formájára; így pl. „a maxwelli elektrodinamika mindvégig idegen maradt tőle”.³⁴ Pedig jól értett ő az elméleti megfontolásokhoz, hisz mindkét nagy alkotásában – de kivált a gravitációs potenciál különbségi grádienseit meghatározó módszerében – bőven alkalmazott elméleti fizikai, sőt nehéz matematikai levezetéseket és érveléseket. S egyébként is, mindig milyen nagy megértéssel követte Fröhlich Izidor nagyon nehéz teoretikus fejtegetéseit, melyek rendszerint igen bonyolult spekulációk segítségével igyekeztek védeni a klasszikus fizika egy-egy akkor már védhetetlenné vált területét! Vagy tán nem is annyira az elméleti fizikától idegenkedett, hanem a túlságosan új, forradalmi felfedezésektől, melyek pályája második felében felforgatták a klasszikus fizika egész világgképét, de amelyek senki által észre nem vett csirái ott növekedtek már indulásakor is Maxwell és Boltzmann elméleteiben? Zemplén Jolán „a klasszikus fizika utolsó nagy képviselője”-nek nevezi Eötvöst,³⁵ s csakugyan, mindkét nagy műve, a felületi feszültség törvényét leíró képlet és a földi nehézségi és mágneses tér piciny változásait föltáró módszer (és teória) a klasszikus fizika utolsó nagy alkotásaihoz tartozik, nemcsak téma, szemlélet szempontjából is. Épp ez a szemlélet az, ami közös a két, egymástól látszólag oly távoli témában. A XIX. századközepi fizika szelleme, mely egyértelmű és egyszeresen összefüggő oksági láncokkal fűzte a műszerein leolvasható paraméterek változásait a természet állandó „erői”-hez. Ezeket az egyirányú, egyszeres oksági láncokat nevezték ők jelenségeknek. S amikor Einstein letörte az oksági összefüggés „nyilát”, és a statisztikus megfontolások eltépték a láncokat, abban a pillanatban a klasszikus fizika autochton fizikaként meghalt, de tovább élhetett alkalmazásaiban.

Az „Eötvös-inga” gazdag s olykor kalandos „utóélete” mutatja, hogy a nagy fizikus témaválasztása ebből a szempontból igen szerencsésnek mondható. De Eötvös lenyűgöző egyénisége s tudása mellett tán épp ez a szerencsés választás is hozzájárult, hogy a magyar fizika a századfordulón s a század elején lényegében „kihagyta” a soron következő nagy lépéseket, annak ellenére, hogy olyan fizikuslángelme is akadt Eötvös tanítványai közt, mint Zemplén Győző.

Ebből a szempontból König volt a szerencsésebb: az ő tanítványai – vagy inkább tanítványainak tanítványai – nemcsak lépést tartottak a matematika legmodernebb irányjaival, hanem sok területen egyenesen úttörő szerep jutott nekik.

König is Heidelbergben vált az egyetemi típusú kutatás lelkes hívévé, s ő is ugyanolyan eréllyel képviselte egész életében, mint Eötvös. Ő is Helmholtzot választotta eszményképül; az ő tudományos világgképét is a helmholtzi „energetikai kauzalisztika” determinálta. Heidelbergben kívül ő is járt másutt is; mikor oda került, már hallgatott Bécsben s Berlinben, s aztán még egy szemesztert töltött a berlini egyetemen. Berlinben Weierstrass és Kroneckert hallgatta, de Heidelbergben doktorált Leo Königsbergernél. Mindhárman a XIX. századi klasszikus matematika legklasszikusabb képviselőihez tartoztak. Weierstrass az analízis kérlelhetetlen szigorúságú aritmetikai megalapozását ültette el – tanítványain s tanítványai tanítványain keresztül – matematikusok egymást követő nemzedékeinek elméjében, s

³³ Zemplén Jolán – Egyed László: Eötvös Loránd. Bp. 1970. 40.

³⁴ i. m. 51.

³⁵ i. m. 52.

legjobbjaikkal megértette, hogy ezen az alapon milyen nehéz eljárásokká bonyolíthatók viszonylag egyszerűnek vélt matematikai fogalmak, mint például a függvények folytonossága és differenciálhatósága, vagy akár maga a függvény fogalma is. A weierstrassi szigor újra exkluzív, egész embert – s életet – követelő foglalkozássá „Euklidesizálta” a matematikát, ahová nem vezet „királyi út”, s amihez nem elég egy kis tanulás meg a jó vitézi rezolúció, mint még Vállas Antal, Győry Sándor, Vész János Ármin és Petzval Ottó idejében.

A másik nagy berlini, Leopold Kronecker az algebrának s a számelméletnek szolgált azzal, amivel Weierstrass az analízisnek: szigorúan „aritmetizálta” őket. Rájuk is fért, mert mindkettő – de kivált az algebra – kezdett a század közepén erősen elkócosodni; különféle intuitív megfontolásokat, analógiákat, geometriai érveléseket, sőt ábrákat alkalmazni. Kronecker azután alaposan exorcizálta őket. Száműzött mindent, ami nem volt egyértelműen összefüggésbe hozható az egész számokkal, illetve (valamilyen alkalmasan választott axiómarendszer közvetítésével) a közönséges egész számok mintájára teremtett algebrai „egészekkel”. Az algebra az egyenletpolinomok viselkedésének vizsgálatára redukálódott az algebrai egészek és algebrai mennyiségek tartományában.

Leo Königsberger nem volt a két óriáshoz hasonlítható matematikai géniusz, de hatalmas matematikai műveltsége volt, és kitűnően ismerte a kortárs-kutatás fontosabb fejlődési vonalait, s mint egy roppant tekintélyes matematikai folyóirat szerkesztője, nem kevésbé hatott az irányukra. Königsbergert a bécsi matematikai iskolához hasonlóan – amely a század utolsó negyedében a kor legkiválóbb matematikai műhelyeihez tartozott – erősen foglalkoztatták a differenciálegyenlet-rendszerek és a variációszámítás összefüggései, s Heidelbergben az irány egyik centrumát teremtette meg.

König nemcsak rangosan képviselte hazánkban mindhárom klasszikus irányt, hanem fundamentális felfedezésekkel is gazdagította. Kivált az algebra és számelmélet körébe vágó alkotásai fontosak, melyeket össze is foglalt *Az algebrai mennyiségek általános elméletének alapvonalai* című, 1903-ban megjelent művében. A könyvet a III. Osztály már a következő évben akadémiai nagydíjra terjesztette föl, s a bíráló bizottság (Fröhlich Izidor elnöklete alatt Liphay Sándor, Kövesligethy Radó, Kürschák József és Rados Ignác) jelentéséből jól megérthető ma is a mű jelentősége, és megismerhető jellege: „Mindjárt az első fejezetben a *holid és orthoid tartományok* finom fogalomalkotásaival találkozunk. König a számelmélet, algebra, függvénytan és geometria számos tárgyalásában ismétlődő gondolatmenetnek mintegy logikai tartalmát abstrahálván, a holid és orthoid tartományokkal oly fogalomkört teremtett, mely egyrészt számot vet avval a követeléssel, hogy a tartományban az ismétléseket lehetőleg kerüljük, másrészt pedig az algebra és a geometria közötti ellentét megszüntetésével e két tudományágat magasabb egységbe foglalja és ily módon egységes fejlesztésükre új messzeterjedő kilátást nyújt.”³⁶

Szenácssy Barna König-monográfiájában néhány fogalom meggyőző megfeleltetésével megmutatta, hogy König fogalomalkotása lényegében a mai absztrakt algebra struktúráinak

³⁶ „Nem kevésbé értékes – folytatja a jelentés – és alkalmazásai tekintetében messzeható segédeszköznek bizonyult a resultans fogalmának azon szerencsés általánosítása, melyet König fedezett fel és resolvens formának nevezett. E fogalomalkotás nemcsak az eliminatio-elméletnek, hanem egyszersmind az algebrai mennyiségek arithmetikai elméletének felépítésére is új, az eddiginél tetemesen messzebb vezető utat mutatott. Az eliminatio-elméletben Könignek sikerült még ama kivételes eseteket is elintéznie, melyek Kronecker híres Festschrift-je után is mint nyílt kérdések fennmaradtak. Továbbá a resolvensforma felhasználásával a szerző a függvényrendszer függvénydeterminánsával kapcsolatos kérdéseket tisztán algebrai úton tárgyalhatta. Hasonlóképpen a resolvens forma segítségével történik annak a legáltalánosabb lineár diophantikus egyenletrendszernek megoldása, melyben mind az együtthatók, mind pedig az ismeretlenek n határozatlanok formái. A diophantikus egyenletrendszerek elméletének alkalmazásai: az osztórendszerek aequivalentia-kérdéseinek végleges elintézése, és az egész algebrai mennyiségek elméletének eddig még csak meg sem közelített általánosságú kifejtése.” (Jelentés az 1904. évi nagydíjról és a Marczibányi mellékjutalomról. RAL 296:1904 és AkÉ 15 (1904) 312–314.)

felel meg.³⁷ A mai matematikus és a matematikatörténész helyesen és szükségképpen a mai struktúráinkat ismeri föl Kőnig úttörő művében. A kortársak – s köztük maga Kőnig – azonban nem így látták: nekik épp az új diszciplína körvonalazása hiányzott még, az a Steinitz-i tett, mely – 1910-ben – a sok különféle matematikai képződményt egy absztrakt struktúra típusaiként interpretálta, s a matematikát a különféle mennyiségek elméletéből a struktúrák tudományává változtatta. Ebben a művében Kőnig sem lépte át a forradalmi határt, itt ő is – akár a fizikában Eötvös – megmaradt a klasszikus matematika nagy képviselőjének.

Kőnig azonban ekkor már elindult az új, forradalmi fejlődés útján,³⁸ mely széttörni készült a klasszikus matematika paradigmáit; a századelő Akadémiáján viszont a mindig is meglévő „klasszikus” szellem mindinkább kezdett „konzervatívva” merevedni. S ebben a folyamatban valószínűleg nem kicsiny szerep jutott az Akadémia századfordulói titkáranak, Szily Kálmánnak.

Szily Kálmán szívvel-lélekkel az Eötvös-Kőnig generációhoz csatlakozott, noha évtizeddel idősebb volt náluk, s kora, élményei, bécsi egyetemi évei, többé-kevésbé „autodidakta” képeztetése szerint inkább az „alapító” Szabó-Thán-Balogh-Margó-Jurányi generációhoz tartozhatott volna. De egyrészt ő is Heidelbergben és Berlinben alakította ki tudományos világnézetét Helmholtz, Kirchhoff, Bunsen hatására (Heidelbergben alig valamivel Eötvösök előtt, a 60-as évek közepén tanult, Wartha Vincével egyidőben), másrészt tudományszervezői munkásságában is teljesen a második generáció gyakorlatát és koncepcióját képviselte, mely lassanként az Akadémia III. Osztályát, az állandó Matematikai és Természettudományi Bizottságot, a Természettudományi Társulatot, az egyetemi-főiskolai s a „nyúlványaként” elképzelt középiskolai tanári kutatómunkát, sőt végül a Nemzeti Múzeum természettudományi vizsgálatainak jó részét is egyetlen közös, néhány vezető akadémikus – és nem az Akadémia! – által koordinált és irányított szervezetté integrálta. Sőt, valószínűleg épp ő volt az, akinek az oroszlátrész jutott ennek a tudományszervezési praxisnak a kialakításában.

Tudományos eredmények tekintetében Szily ma mégcsak nem is hasonlítható két nagy kollégájához. A maga korában azonban egyike volt az itthon leginkább megbecsült férfiaknak, és a külföldön is ismert – és elismert – néhány magyar tudósak. Bécsben és Heidelbergben elég jól elsajátította a mechanika akkori matematikai módszereit – mindenekelőtt a variációs számítást és a differenciálegyenletek elméletének elemeit –, Zürichben pedig Rudolph Clausiusnál a klasszikus fenomenologikus termodinamikát.

A hőre vonatkozó korábbi felfedezéseket és megfontolásokat – elsősorban Sadi Carnot meglepő megfigyeléseit és elméletét a hő munkavégző képességéről – Clausius épp az idő tájt öntötte klasszikus formába, mikor Szily Zürichben s Heidelbergben járt. Clausius elképzelései – ellentétben Sadi Carnot alapvető felfedezésével – rohamosan népszerűekké váltak, messze szakkörökön túl, mert bár Clausius megfontolásai is nehezen érthetőek, ő teljesen a kauzális század szája íze szerint fogalmazott: megfordíthatatlan és egyértelmű összefüggést állapított

³⁷ „Tárgyát tekintve a munka – írja – főleg absztrakt algebra és algebrai számelmélet. Absztrakt algebra még e szónak mai értelmében is: a rendkívül széles látókörű, az elvont fogalomalkotások iránt vonzó matematikus világviszonylatban is úttörőnek tekinthető alkotása, és pedig abban a korban, midőn e diszciplínának a módszere még nem forrott ki, a tárgyköre még nem határolódott el.” (Szénássy Barna: Kőnig Gyula 1849–1913. Bp. 1965. 109.)

³⁸ A heidelbergi nemzetközi matematikus kongresszuson elkövetett szerencsés „tévedése” folytán a halmazelmélet ún. Russell-féle paradoxának mélyértelmű – és a későbbiekben igen nagy hatású – újrafogalmazásához jutott, ami azután a matematika logikai alapjainak vizsgálatára, s egy fontos, már halála után megjelent könyv megírására készítette. Az Akadémia ekkor már késve követte az eszmék iramát, s legnagyobb osztálytitkáranak nehéz posztumusz művét jóformán csak fia, Kőnig Dénes értékelte igazán. Az Akadémia Kőnigben elsősorban az „alapító” látta s becsülte, ami persze szintén igaz volt. Ahogyan Eötvös megfogalmazta: „Világra szóló tudományos munkásságával, tanítói buzgóságával és termékenyítő erejével valóban ő rakta le az alapot, melyen hazánkban a matematikának erős vára épülhetett.” (Math. Phys. Lapok, 27 (1913) 427–428.) Kőnig Dénes: Kőnig Gyula utolsó művéről. Math. Phys. Lapok, 23 (1914) 291–302.)

meg a hő munkavégző képességének nagysága és egy meglehetősen titokzatos paraméter közt, melyet ugyan közvetlenül mérni nem lehetett, de két különböző hőmérsékletre tartozó értékét mindig ki lehetett számítani hőmennyiség-mérésekből, amiket épp akkortájt tökéletesítettek és népszerűsítettek szerte a világban – s kivált Németországban és méginkább a Monarchiában – a nagy Bunsen kalorimetrikus módszerei. Sadi Carnot fölfedezéséből ezáltal „jelenség” lett, örülhetett a kauzális század. Egyetlen csekélység rontotta az örömeiket: a titokzatos paramétert, amit Clausius „entrópiának” nevezett el, sehogysem sikerült mechanikusan értelmezni. Erre vállalkozott, megelőzve véle a nagy Helmholtzt, Szily Kálmán. Azt ígérte, hogy a termodinamika második főtételét, az entrópia-elvet, levezeti az elsőből, az energia megmaradásának elvéből. Meg kell hagyni, merész vállalkozás volt, kivált, ha azt is figyelembe vesszük, hogy a második főtétel az elsőből (vagy általában a klasszikus mechanikából) semmi áron le nem vezethető, s egy egészen új, a klasszikustól merőben eltérő „statisztikus” mechanikát kellett kidolgozni a kedvéért. El is kezdte már akkortájt ezt a munkát a szomszédos Bécsben a lángeszű Ludwig Boltzmann, azt azonban akkoriban még ő sem sejtette, hogy micsoda világrengető forradalmat indított el, s hogy egy egész új tudományt teremtett meg: a mikrofizikát.

„Mikrofizikai” modellhez érkezett végül Szily is, de nem statisztikushoz, hanem determinisztikushoz. Számtalan honi s külföldi folyóiratban közölt, egymástól többé-kevésbé eltérő megfogalmazásai közül legvilágosabb a *Műegyetemi Lapok* első kötetében megjelent változat, mely egyben a probléma történetét is vázolja.³⁹

Az egész levezetés nem egyéb a Carnot–Clausius-féle reverzibilis körfolyamat kisebb-nagyobb átöltöztetésénél, illetve „miniatürizálásánál”, Szily azonban nagyon komolyan vette munkáját, s a levezetés alapjául szolgáló fiktív „lüktetési időket” valóságosnak vélte; ki is számította például, hogy ha a hidrogén „lüktetési idejét” vesszük egységnek, akkor „az oxigén lüktetéseinek száma egyazon időben majdnem kétakkora, mint a hidrogéné”.

A probléma megfogalmazása, matematikai alakba öltöztetése, a megoldás módszere roppant jellemző a kor elméleti fizikájára; kivált nálunk, ahol Szily s munkatársai elegáns variációs módszereik magaslatáról nem egyszer elég élesen oktatták ki régibb módszerekkel dolgozó kollégáikat. Az Akadémia kiadványaiban például jókora helyet foglal el az a vita,⁴⁰

³⁹ Szily Kálmán: A hőelméletben előforduló mennyiségek dinamikai jelentéséről. *MűLpk* 1 (1876) 165–179. Eszerint a testek térfogata (s egyéb paraméterei) hőtani szempontból csak makroszkóposan tekinthetők változatlanoknak, a makroszkópos változatlanságon belül Szily feltételez valamely i periódussal történő „lüktetéseket” úgy, „hogy a térfogatváltozás középértéke egy teljes lüktetés alatt egyenlő a semmivel”. De ha a térfogat folytonos kis δv variációknak van alávetve, akkor a test a reá ható erők ellenében munkát végez, noha térfogatát a közönséges értelemben állandónak mondjuk. „Honnan veszi vagy hová fordítja a test ezen alternatív munka-végzésnél vagy munka-fogyasztásnál szereplő erélyt? Azzal egyrészt saját erélyét csökkentheti vagy szaporíthatja, másrészt pedig a környezetét. Nevezük a környezettől dt idő alatt vett erélymennyiséget $+\delta Q$ -nak, a test erélyéből ugyanazon idő alatt kölcsönvettét pedig $-\delta E$ -nek, úgy az erély megmaradása elvénél fogva

$$\delta W = \delta Q - \delta E,$$

s minthogy δW általában nem 0, következik, hogy általánosságban véve sem δQ sem δE nem tartozik 0 lenni.” Zérus tartozik azonban lenni δQ -nak és δE -nek egy-egy lüktetés i idejére vonatkoztatott középértéke. Az E , a test energiája kifejezhető a kinetikai és a potenciális energia összegeként, s most már csak azt kell megvizsgálni, mi történik, ha a lüktetés tartama megváltozik egy végtelen kicsit, i helyett $i + \delta i$ értékre, s a klasszikus mechanika legklasszikusabb variációs módszerével azonnal elővariálható a δQ -k és a kinetikai energiaváltozások egy teljes lüktetésre vonatkoztatott középértékéből egy olyan kifejezés, ami nem változik egy teljes változási kör leírása után, amikor a lüktetési periódus és a kinetikai energia egy teljes lüktetésre vonatkoztatott középértéke egyaránt pontosan eredeti értékét nyeri vissza, azaz ha a „Szily-körfolyamat” éppen „reverzibilis”.

⁴⁰ Martin Lajos: Az erőműtani csavarfelületről. *AkÉ* 5 (1871) 30–32., Szily Kálmán: A propeller felületről vonatkozással Martin Lajos értekezésére „Az erőműtani csavarfelületről”. *AkÉ* 7 (1873) 132–134., Martin Lajos: Az erőműtani csavarfelület elméletéről. *AkÉ* 8 (1874) 6–13., Uő: Előleges jelentés Réthy „Propeller és Peripeller stb” című értekezése tárgyában. *AkÉ* 11 (1877) 12–13., Réthy Mór: A propeller és peripeller felületek elméletéhez. *AÉM* 4 (1875–76) 8. sz., Martin Lajos: A változtatási hánylat alkalmazása a propeller-felület egyenletének lefejtésére. *AÉM* 5 (1877–78) 7. sz. – A vitában Szily és Réthy azzal vádolják Martint, hogy

amit az optimális propellerfelület meghatározása körül vívott Szily Kálmán és Réthy Mór a repülés egyik korai úttörőjével, Martin Lajos kolozsvári professzorral.

A múlt század második felében, a variációs számítás fénykorában, úgyszólván mindenütt zajlottak hasonló viták, s mint másutt, nálunk is a variációs-problémákkal egyenértékű differenciálegyenlet-rendszerek kutatásába torkollottak. A kolozsvári egyetemen Vályi Gyula,⁴¹ Budapesten pedig Kürschák József munkásságában vezetett azután ez az irány a század végén és a századfordulón igen értékes eredményekre, de foglalkozott vele König is, részben fizikai alkalmazással kapcsolatban.⁴²

A mechanika matematikai eljárásainak honi kompendiumát Fröhlich Izidor írta meg két kötetben,⁴³ mely a hozzá tartozó 'Mathematikai repertorium'-mal együtt – ha persze nem is tekinthető holmi XIX. századi magyar Courant–Hilbert-nek – hasznos szolgálatot hajtott a fizikai műveltség terjesztésében. Akárcsak Eötvös, König és Szily; Fröhlich is a német tudományosság neveltje volt, s mint nagy mesterei és mintaképei, Helmholtz és Kirchhoff, az elméleti fizikai munkát ő is csak úgy tartotta igazán értékesnek, ha saját kísérletekhez csatlakozott. Eleinte elektrodinamikai problémákkal, elsősorban az ellenállás egységének elektrodinamométerrel való meghatározásával foglalkozott,⁴⁴ mint az Akadémia „elektromos bizottság”-ának tagja, Eötvössel és Schuller Alajossal együtt.⁴⁵ Csakhamar rátalált azonban „saját” témájára, s attól kezdve semmi egyéb nem érdekelt. Fröhlich rendkívül konzervatív szellemű tudós volt,⁴⁶ úgyannyira, hogy egy hosszú és munkás életem át foglalkozva igen intenzíven a fénytannal egyik speciális területével, képes volt teljesen mellőzni Maxwell elméletét, és mindig Fresnel értelmében magyarázta a maga és népes tanítványi gárdája⁴⁷ által hangyaszorgalommal összehordott mérési adatokat.

eredménye téves, módszere pedig évszázados. Martin felháborodottan tiltakozik: „Mert a munka, melyet most 4 éve – írja AkÉ 1874 –, hogy az Akadémia elé terjesztettem, nem 1870-ben, sem 1860-ban, hanem oly időben keletkezett, amikor mostoha viszonyaim lehetetlenné tették azt, hogy Eulernek vagy másnak művét akár mi uton is megszerezsem. Egyébiránt vannak élő szemtanúk rá, kiknek szemeláttára a munka a semmiből teremtett.” Ami pedig a variációs számítást illeti, hát azt csakugyan nem alkalmazta, és pedig azért, mert jól ismerte azt „a szirtet, mely felé Szily ur rohant” (AkÉ 11 (1877) 64–65.), s nem akarta nyakát kockáztatni. – A vitában két generáció csap össze, a régi vágású 48-asok és a „modernekek”; az utóbbiak frissen megtanult (s csalhatatlannak vélt) módszereik magaslatáról, az előbbieket hazafiúi érdemeik tudományos területen is érvényesnek érzett piederestőljáról vívnak, s konzervativizmusban egymást mülják fölül.

⁴¹ Szénássy Barna: A magyarországi matematika története. Bp. 1970. 218–219., 276.

⁴² König Gyula: A Hamilton-féle rendszerek és az elsőrendű partialis differenciálegyenletek általános elmélete. AÉM 8 (1880–81) 10. sz.; Uő: A dinamika alapegyenleteinek jelentéséről. AÉM 14 (1887–89) 1. sz.

⁴³ Kinematika. Bp. 1892., Dynamika. Bp. 1896.

⁴⁴ Fröhlich Izor: Az elektromos abszolút ellenállás-egységnek dynamometrikus úton való meghatározásáról. MatTÉ 1 (1882–83) 92–144.

⁴⁵ RAL 964:1884, RAL 1150:1885. A szükséges műszereket részben külföldről hozatták, részben Süss Nándorral, a budapesti Mechanikai Tanműhely igazgatójával készítették. A Vallás- és Közoktatásügyi Minisztérium 1883-ra és 1884-re 3000–3000 Ft-ot utalványozott a műszerekre, a Bizottság pedig 1000 – 1000 Ft-ot, de Fröhlichék csak a Bizottság pénzét vették fel; a műszerek lassan készültek, az elektromos bizottság különösebben élénk működést sohasem fejtett ki.

⁴⁶ Épp úgy nem lelkesedett pl. az elektrodinamika Maxwell-féle elméletéért, mint Eötvös. Maxwell könyvét recenzeálva (amire a szomszédban Boltzmann elragadtatásában Faust szavait idézte: Egy isten írta tán e képletet) igyekszik is megmutatni, hogy az elektromágneses elmélet jó vezetők esetében „a tapasztalással egyenes ellentétben álló eredményekre vezet”. De úgy véli, hogy átlátszó szigetelő közegekben tán érvényes lehet, azért „teljesen elvetni vagy csak mellőzni is” nem tanácsos. (Fröhlich Izidor: Észrevételek Maxwell elektromágneses fényelméletéhez. MűLpk 1 (1876) 225–228.) Később azonban mintha maga sem tartotta volna meg saját tanácsát, mert ahol csak lehetett, mellőzte Maxwell elméletét, pedig egész életében optikával foglalkozott.

⁴⁷ Hosszú tanárságának évtizedei alatt úgyszólván minden később nevet szerzett fizikus, számtalan középiskolai fizikatanár szakdolgozatában – vagy gyakran később is – Fröhlich témájával bajlódott; akadt – pl. Selényi Pál – aki fontos felfedezésre jutott. (Kudrilla Ferencz: Ultramikroszkópos részecskék létesítette fényelhajlás polárosságáról. MatTÉ 31 (1913) 121–183., Rybár István: Vizsgálatok a fényvisszaverődés phasisváltozásairól. MatTÉ 32 (1914) 531–564., Selényi Pál: Adalékok az üvegrácson elhajlitott fény polárosságának elméletéhez. MatTÉ 29 (1911) 45–75., Uő.: A Wiener-féle reciprok interferencia jelenségekről. MatTÉ 29 (1911) 601–640.

Fröhlich Izidor ugyanis egész életében az elhajlított fény polározási állapotát tanulmányozta.⁴⁸ Vizsgálatait még az 1870-es években kezdte,⁴⁹ s legutolsó reprezentatív összefoglaló közleménye 1928-ban jelent meg.⁵⁰

Időközben sokszorosán beigazolódott a Maxwell-féle elektrodinamika – jó vezetőkben is –, megszületett és elhalt a mozgó testek Lorentz-féle elektrodinamikája; felfedezték a röntgensugárzást, a radioaktív sugárzást, az elektronsugárzást; a relativitáselmélet és a kvantumelmélet forradalmasította a fizikát, ám Fröhlichet és hű tanítványait mindez nem zavarta: szorgalmasan mérték az üvegrácson, a kormozott üveglapon, a lebegő szemcséken elhajlított fény polározási állapotát. „Fröhlich fél évszázados professzorságának ideje alatt – írja Marx professzor – a fizika eljut az elektromágneses tér megismerésétől a relativitáselméleten és atomelméleten át a kvantummechanikáig. Fröhlich dolgozószobájában azonban áll az idő. A fényt tanulmányozza, de hiába szól odakünn a rádió, ő még mindig nem veszi tudomásul, hogy a fény az elektromágneses tér hullámzása. A fényelhajlást úgy próbálja megérteni, hogy a fénynek – mint egy magában való objektumnak – más jelenségektől (elektromosságtól) független mozgástörvényeit kutatja. (...) Amikor 1920 táján egy kiváló német tudós meglátogatta Fröhlichet, és megkérdezte, mi a véleménye az új elméletről (természetesen az 1916-os Bohr-féle atomelméletre gondolva), Fröhlich azt felelte, hogy szerinte az elektromosság (1873-ban befejezett) Maxwell-féle elmélete megalapozatlan hipotézis.”⁵¹ Ezek után nem csodálkozhatunk, hogy Fröhlich az Akadémia 100 éves jubileumát ünneplő kötetben, 1926-ban tanítványa, Pogány Béla vékony fém-rétegek optikai tulajdonságaira vonatkozó vizsgálatait úgy értékeli, hogy azok alapján módosítani kell Planck „feltevéseit”.⁵² De hangsúlyozni kell, hogy mindezek ellenére Fröhlich a maga módján jó fizikus volt, akinek az iskolájában születhetett fontos felfedezés, mint pl. Selényi Pálé.

Fröhlich konzervatív egyénisége nemcsak a fizikában, az egész magyar tudományos életben éreztette hatását, hisz Eötvös, König, Szily után a századvégen a III. Osztály negyedik embere volt, s tekintélye és befolyása egyre növekedett az Osztályban és a Bizottságban egyaránt, már azelőtt, hogy König halála után (1913) osztálytitkárságra emelkedett. 1910-ben dicsérő jelentés alapján ő nyerte el az Akadémia nagyjutalmát, miután a megelőzőt, 1903-ban König Gyula kapta. „A szóbanforgó hét esztendő physikai kutatásai közül – véli a jelentés – mind a tudományos módszerek tökéletessége, mind az elért eredmények mennyisége és fontossága tekintetében messze kimagoslanak Fröhlich említett vizsgálatai.”⁵³

Fröhlich Izidor: Az elhajlított fény polárossági állapotának újabb, nevezetes törvényszerűségei. AkÉ 22 (1911) 336–340.)

⁴⁸ „A fény elhajlítására Fröhlich előbb üvegrácsokat, majd koromszemcséket használt, és nemcsak a legnagyobb részletességgel kísérletileg vizsgálta meg az elhajlított fény polározását, hanem előállította az optika differenciálegyenleteinek e polározási állapotokat leíró megoldásait is. Későbbi kísérleti vizsgálatait során minden kétséget kizáró kísérleti módon megállapította a fény longitudinális vektora létezését és optikai működését a fény teljes visszaverődése esetén, és kifejtette a fizikai optika nevezetes reciprocitási tételét. (...) Az általa fölfedezett törvényeket Fröhlich a polárlúp, az extinctiólúp, a cirkumaxiális, a parallel és az izogonális polározás törvényeinek nevezi.” Pogány Béla: A Magyar Tud. Akadémia hatása a fizikai tudományok fejlődésére az utolsó száz évben. In: A Magyar Tudományos Akadémia első évszázada. Bp. 1926. 143–152.

⁴⁹ Fröhlich Izidor: Az elhajlított fény intenzitásának kísérleti megvizsgálása. MűLpk 3 (1878) 33–43., Uő: Kritikai megjegyzések az elhajlított fény polározása elméletéhez. MatTÉ 2 (1883–84) 211–229.

⁵⁰ Uő.: Untersuchungen über den Polarisationszustand zerstreuter Lichtstrahlen, die von einer in sehr dünner Schicht zerstäubt berussten Glasebene dispergieren. MNBer 35 (1928) 1–104.

⁵¹ Marx György: Az elméleti fizika száz esztendeje a pesti egyetemen. Fizikai Szemle, 20 (1970) 116–123.

⁵² A Magyar Tudományos Akadémia első évszázada. Bp. 1926. 149.

⁵³ Jelentés a nagyjutalomról és a Marczibányi-mellékjutalomról. AkÉ 21 (1910) 260–265. – De már az induláskor melléje állt a dicséret: „Fröhlich észleletei – írta 1880-ban Réthy – a kérdést nem nagy számuk által vizslik előbbre, de igenis a bennök mutatkozó szabályosság, egyszerűség és az által, hogy visszaverve elhajlított fényen végeztek.” (A sarkított fényrengés elhajlító rács által való forgatásának magyarázata. Különös tekintettel Fröhlich észleleteire. AÉM 7 (1879–80) 16. sz.). És Zemplén Győző is nagy elismeréssel nyilatkozott Fröhlich vizsgálatairól és elméletéről Poincaré Tudomány és föltevés-ének fordításához írt kitűnő jegyzeteiben,

A rendkívül konzervatív Fröhlich tehát nem holmi akadályozó „negyedik kerék”-ként forgott az Akadémia mechanizmusában. Együtt fordult ő a többiekkel, s befolyásának növekedése azt jelzi, ahogyan a 80-as – 90-es évek – Pór Péter találó elnevezést kölcsönözve – „konzervatív reformtörekvései”⁵⁴ egyre inkább eltolódtak a reformtörekvésektől mentes konzervativizmus felé.

(Poincaré Henri: Tudomány és föltevés. Bp. 1908.) igaz, hogy „A fordítást és a magyarázó jegyzeteket átnézte Dr. Fröhlich Izidor”.

⁵⁴ Pór Péter: Konzervatív reformtörekvések a századforduló irodalmában. Bp. 1971.