

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
ELHÚNYT TAGJAI FÖLÖTT TARTOTT  
EMLÉKBESZÉDEK.

SZERKESZTI A FŐTITKÁR.

---

XIV. KÖTET. — 2. SZÁM.

---

EMLÉKBESZÉD  
SIR WILLIAM THOMSON, LORD KELVIN

K. TAG FÖLÖTT

FRÖHLICH IZIDOR

R. TAGTÓL

(Olvastott a M. Tud. Akadémia 1909. márczius 29-iki összes ülésében.)

ARCZKÉPPEL ÉS EGY HASONMÁSSAL.

---

Ára 1 korona.

---

BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA.

1909.



# EMLÉKBESZÉDEK

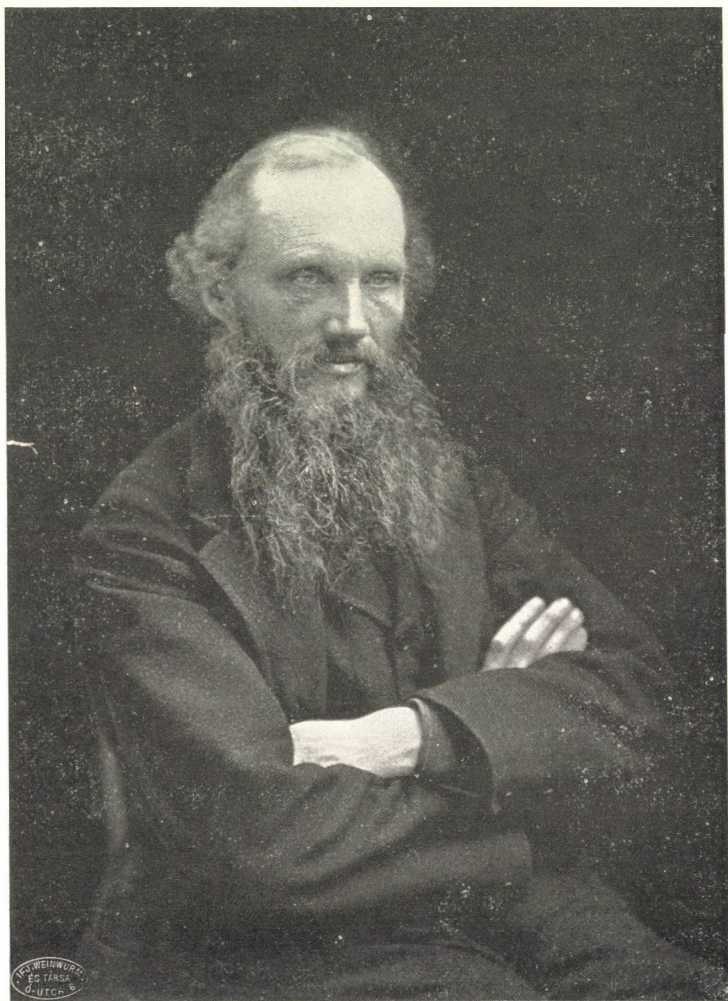
## A M. T. AKADÉMIA ELHUNYT TAGJAIRÓL.

- I. kötet.
- |  |                 |
|--|-----------------|
| I. Korponay János l. t.-ről. <i>Kápolnai Pauer István</i> l. tagtól      | — ker. 20 fill. |
| II. Suhayda János lev. tagról. Dr. <i>Konek Sándor</i> r. tagtól ...     | — > 20 >        |
| III. Morócz István lev. tagról. <i>Galgóczy Károly</i> lev. tagtól ...   | — > 20 >        |
| IV. Révész Imre l. tagról. <i>Ballagi Mór</i> r. tagtól ... .. .         | — > 40 >        |
| V. Broca Pál külső tagról. <i>Lenhossék József</i> r. tagtól ... ..      | — > 60 >        |
| VI. Asbóth Lajos lev. tagról. <i>Kápolnai Pauer István</i> lev. tagtól   | — > 20 >        |
| VII. Ami Boué külső tagról. Dr. <i>Szabó József</i> r. tagtól ... ..     | — > 20 >        |
| VIII. Fabritius Károly lev. tagról. <i>Kozma Ferencz</i> lev. tagtól ... | — > 80 >        |
| IX. Jerney János emlékezete. <i>Gyárfás István</i> lev. tagtól ... ..    | — > 40 >        |
| X. Mihályi Károly lev. tagról. <i>Domanovszky Endre</i> lev. tagtól      | — > 20 >        |
- II. kötet.
- |  |          |
|--|----------|
| I. Molnár Aladár levelező tagról. <i>Tanárky Gedeon</i> l. tagtól        | — > 40 > |
| II. Árkosi Benkő Dániel lev. tagról. <i>Galgóczy Károly</i> lev. tagtól  | — > 20 > |
| III. Mailáth Gy. emlékezete. Gr. <i>Szécsen Antal</i> t. tagtól ... ..   | — > 20 > |
| IV. Charles Róbert Darwin k. tagról. <i>Margó Tivadar</i> r. tagtól      | — > 80 > |
| V. Wöhler Frigyes k. tagról. <i>Nendtvich Károly</i> l. tagtól ... ..    | — > 20 > |
| VI. Érkövy Adolf l. tagról. <i>Galgóczy Károly</i> l. tagtól ... ..      | — > 20 > |
| VII. Zsivora György l. tagról. <i>Tóth Lőrincz</i> rendes tagtól ... ..  | — > 40 > |
| VIII. Fenzl Ede k. tagról. Dr. <i>Haynold Lajos</i> igazg. és t. tagtól  | — > 60 > |
| IX. Sainte-Claire Deville Henrik k. t.-ről. <i>Than Károly</i> r. tagtól | — > 60 > |
| X. Mignet Ferencz k. tagról. <i>Trefort Ágoston</i> igazg. tagtól ...    | — > 20 > |
- III. kötet.
- |   |          |
|---|----------|
| I. Tarczay Lajos rendes tagról. <i>Török József</i> r. tagtól ... ..      | — > 20 > |
| II. Thiers Lajos Adolf k. tagról. <i>Trefort Ágoston</i> t. tagtól        | — > 20 > |
| III. Lönnrot I. k. tagról. <i>Hunfalvy Pál</i> r. tagtól ... .. .         | — > 40 > |
| IV. Baintner János l. tagról. <i>Apáthy István</i> r. tagtól ... ..       | — > 20 > |
| V. Guizot Ferencz k. tagról. <i>Trefort Ágoston</i> t. tagtól ... ..      | — > 20 > |
| VI. Horváth Cyrill tiszt. tagról. Dr. <i>Pauer Imre</i> tiszt. tagtól     | — > 20 > |
| VII. Davis József Bernát k. tagról. <i>Lenhossék József</i> rendes tagtól | — > 40 > |
| VIII. Vandrák A. lev. tagról. <i>Vécsey Tamás</i> lev. tagtól ... ..      | — > 40 > |
| IX. Konek Sándor r. tagról. <i>Kautz Gyula</i> r. tagtól ... ..           | — > 20 > |
| X. Kruesz Krizosztom t. tagról. <i>Hollósy Jusztinán</i> lev. tagtól      | — > 40 > |
- IV. kötet.
- |   |          |
|---|----------|
| I. Zsoldos Ign. r. tagról. <i>Tóth Lőrincz</i> r. tagtól ... .. .       | — > 60 > |
| II. Benfey Tivadar k. tagról. <i>Budenz József</i> r. tagtól ... ..     | — > 20 > |
| III. Frankenburg Adolf l. tagról. <i>Vadnai Károly</i> l. tagtól ... .. | — > 40 > |
| IV. Tárkányi Béla József t. tagról. <i>Szvoreényi József</i> t. tagtól  | — > 60 > |
| V. Dr. Henle Jakab k. tagról. Dr. <i>Mihalkovics Géza</i> r. tagtól     | — > 20 > |
| VI. Pompéry János l. tagról. <i>Joannovics György</i> t. tagtól ... ..  | — > 20 > |
| VII. Gyárfás István l. tagról. <i>Szilágyi Sándor</i> r. tagtól ... ..  | — > 20 > |
| VIII. Kovács Pál lev. tagról. <i>Vadnai Károly</i> r. tagtól ... ..     | — > 20 > |
| IX. Ladányi Gedeon l. tagról. <i>Szabó Károly</i> r. tagtól ... ..      | — > 20 > |
| X. Korizmic László t. tagról. <i>Galgóczy Károly</i> lev. tagtól ...    | — > 20 > |









Yours very truly  
William Thomson

W. THOMSON ARCZKÉPE ÉS SAJÁTKEZŰ ALÁÍRÁSÁNAK LENYOMATA,  
AZ 1877-İK ÉVBŐL, THOMSON 54-İK ÉLETÉVÉBŐL.



EMLÉKBESZÉD  
SIR WILLIAM THOMSON, LORD KELVIN K. T.  
FÖLÖTT.

FRÖHLICH IZIDOR r. tagtól.

(Olvasta a M. T. Akadémia 1909. évi márczius 30-án tartott összes  
ülésén.)

Mélyen tisztelt Akadémia !

Kegyeletes, szép szokása Akadémiánknak, hogy elköltözött tagjai emlékezetét összes ülése színe előtt eleveníti fel és emlékbeszéd kiadásával örökíti meg.

Nem teszi és nem is teheti azonban ezt meg teljesen egyformán belső és külső tagjaira nézve : mert míg magának a tudománynak hazája nincs, lévén hona az emberiséglakta egész világ, addig minden egyes tudósnak megvan a maga szűkebb vagy tágabb hazája és e körülmény nem közömbös tényező e kegyeletes kötelesség teljesítésénél.

Hazája szülte a tudóst ; ez élteti, táplálja ; ennek népe között folynak le élete napjai, ennek levegőjét szívja, ennek talajába vert gyökereiből meríti munkaerejét, ezzel éri el sikereit s majdan ennek hantja fedi be pihenésre tért testét.

Mikor e díszes helyen hazai tagtársainkról emlékszünk meg, kikkel gyakran sok esztendőn át egy helyen éltünk, egy testületben működünk, kikkel a legtöbbször őszinte barátság és kölcsönös nagybecsülés fűzött össze : önkéntelenül érvényesülnek azok a benső személyes érzelmeink is, melyekkel még életében iránta viseltettünk ; és működése azon részének méltatására



vagyunk hajlandók súlyt helyezni, mely első sorban a hazai tudományosság és a hazai irodalom emelésére fordult.

Kissé más nézőpontból tekinthetjük a külső tagtársainkról szóló megemlékezést: a személyes érintkezésből származható egyéni érzelmek általában véve sokkal csekélyebb mértékben, vagy néha egyáltalában nem járulhatnak elköltözött társunk képe megalkotásához. Talán jobban domborodnak ki egyéniségének tárgyi sajátosságai, talán élesebben körvonalozhatók tudományos működésének cselekedetei; talán feszélyezés nélkül ítélhetjük ezeket meg és értékelhetjük igazi becük szerint a tudományszak egészének keretében.

Szabadjon e szerint ily álláspontról megemlékezni hírneves néhai külső tagtársunkról, az elmúlt évszázad egyik legjelentékenyebb természettudósáról, *Sir William Thomsonról*, vagy miként később, Nagybritannia peer-jei közé emelése után nevezték, *Lord Kelvinről*, kit az angol nyelvű nemzetek félszázadon át első physikusuknak vallottak s kit az elmúlt két évtizedben méltán az egész világ első physikusának tartott.

Engedje meg a mélyen tisztelt Akadémia, hogy még hozzátehessem, hogy e méltatás megalkotásához azon személyes érintkezéseim emlékei is járultak, melyekben szerencsém volt részeseülni. Ilyen kedvező alkalmak voltak az 1882. és 1884-ik évben Párisban tartott nemzetközi elektromossági kongresszusok, melyeken mint a hazai kormány képviselője részt vettem; főleg azonban *Thomson-Kelvin* egyetemi tanári pályája ötvenedik éve betöltése alkalmából 1896. évi június hó 15., 16., 17-ik napjain Glasgowban tartott nagyszabású jubileumi ünnepélyek, melyeken a mélyen tisztelt Akadémia és a budapesti egyetem képviselőjében és nevében szerencsés voltam az ünnepelt férfit üdvözölhetni.

Szabadjon még jelezni, hogy ezen, minden résztvevőnek felejthetetlen jubileumi napok lefolyásáról az 1896. év őszén e helyről szerencsém volt jelentést tennem, melynek szövege még az ugyanazon évi Akadémiai Értesítőben jelent meg.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> M. T. Akadémia Értesítője. VII. kötete, 662 lap, 1896.

Ugyanerről a jubileumról tartottam előadást a Matematikai és Fizikai Társulat 1896. évi december hó 10 én tartott ülésén; v. ö. Matematikai és Fizikai Lapok V. kötete, 315—324 ll. Budapest, 1896.



## I.

*Lord Kelvin*ről, vagy, mely néven őt az idősebb nemzedék jobban ismeri, *Sir William Thomson*ról sokáig az a tévhit uralkodott, hogy skót származású ; de a dolog nincs így. Bár eredetileg skót származású, családja több nemzedéken át Írországbán, a *Down County*-ban lévő *Ballynahinch* helység közelében fekvő kis földbirtokán élt. Itt született *Lord Kelvin* atyja, *James Thomson*, ki 1786-tól 1849-ig élt. Mielőtt ez elérte az angoloknál a »teens«-nek nevezett éveit, ugyanis a 13-iktól a 19-ik évig terjedő kort, oly feltűnő jeleit adta a tanulmányok iránt, különösen pedig a matematikai természetű tárgyak iránt való képességének, hogy atyja indítatva érezte magát őt a környék legjobb iskolájába, *Ballykine* tanodájába járatni. Itt oly gyors előmenetelt tanúsított, hogy még mint serdülő ifjú tanítójának segédje lett és így állandó keresetre tett szert. Ámde a magasabb tudományos kiképzés iránt oly ellenállhatatlan vágyat érzett, hogy azt, adott igen szerény körülményei között is, bár nagy lemondás árán ki kellett elégítenie.

Ugyanis a nevezett *Ballykine* helységben öt évig tanítóskodván, minden év tavaszán, nyarán és ősze első részén át tanítói kötelességét teljesítette s az ez alatt megtakarított filléreit arra fordította, hogy évenként késő ősszel Skóciába áthajózzon, hogy a telet a glasgowi egyetemen tölthesse ; tavasszal pedig mindig visszatért iskolájába. Ezen időben, ugyanis a tizenkilencedik évszázad első tizedében, az Írlandból Skóciába való hajózás elég körülményes és terhes volt ; s a tudományért égő fiatal tanulóknak ezen utazásai közben felmerült élményei, valamint az *Ayrshire*-i tengerparttól, melyen ily utasok hajója rendszeren kikötött, egészen *Glasgow* városáig gyalog megtett hosszú útjában átélt viszontagságai, a későbbi években gyakran szolgáltatnak alkalmat derült visszaemlékezésekre a családi körben.

Fényes tanulói pályája befejeztével 1812-ben nyerte el a magister artium (M. A.) fokát. Nemsokára ezután, 1814-ben főtanítói kinevezést kapott a belfasti Royal Academical Institution azon iskolájához, melyben az aritmetikát, a könyvvitelt és a geographiát tanították. De már a következő évben, 1815-ben,



ugyanezen intézmény kollégiumában a matematika professora lett, sőt 1829-ben ugyanez az ő almater-e a tiszteleti doctor juris utriusque fokkal tüntette ki.

*Belfaston* történt letelepedése után rövid idővel, 1817-ben James *Thomson* tanár nőül vette *Margaretet*, *William Gardiner* glasgowi lakosnak legidősebb leányát; ez már 1830-ban, tizenhárom évi házasság után meghalt, férjének négy fiút és három leányt hagyva hátra. A legidősebb fiú James *Thomson* junior született 1822-ben, meghalt 1892-ben; ez később a glasgowi egyetemen az alkalmazott mechanika tanára lett; a második fiú, *William*, 1824. évi június hó 26-án született, meghalt 1907. évi deczember hó 17-én; belőle lett a későbbi Lord *Kelvin*.

Maga az idősebb James *Thomson* tanár az évek folyamán nagy energiája és határozottsága, valamint a matematikai tanokban való nagy járatossága és ügyessége, végre pedig oktató képessége folytán oly széles körű és alapos hírre tett szert, hogy az 1832-ik évben a glasgowi egyetem a matematika tanszékére hívta meg, a melyen 1849-ben bekövetkezett haláláig igen sikeresen működött. Tanítványai nagyon szerették, nemcsak jeles tanári ügyességénél fogva, hanem főleg azért, mert bennük a matematikai tanulmányok iránt nagy lelkesedést tudott kelteni. Az akkor úgynevezett elemi és felsőbb mennyiségtan keretébe tartozó számos problémák megfejtésének új, tökéletesített eljárásait fedezte fel és matematikai tankönyvei sok éven át mintaszerűek voltak.

## II.

A kis *William* csak nyolcz éves volt, mikor a *Thomson* család Glasgowba költözött; bátyját *Jamest*, és őt édes atyja eleinte maga oktatta; de már az 1834-ik év november havában, mikor e szerint az idősebb fiú tizenkét, a fiatalabbik csak tíz éves volt, atyjuk őket, a skót egyetemek sajátos szervezetével összhangzásban, a glasgowi egyetembe beiktatta; ennek anyakönyve ezen évre szólólag a következő adatot tartalmazza:

»Guilielmus *Thomson*, filius natus secundus Jacobi, Matheseos Professoris in Academia Glasguensi.«



E rendkívül fiatal egyetemi tanuló, atyjának gondos vezetése alatt, családjának tudományos és művelt izlésű légkörében hat esztendőn át folytatta tanulmányait ezen egyetem osztályai-ban és már mielőtt tizenegy éves lett volna, két osztály-díjat nyert el, és miként Angliában mondják, *facile princeps* lett a matematikában, a physikában és az astronomiában. Kortársai emlegették, hogy nagyon különös látvány volt, mikor a fiatal *Thomson*, az a tizenkét éves fiú, kit az osztályterem padjaiban a többi, sokkal nagyobb és idősebb osztálytársai jóformán teljesen elfödtek, mindnyájukat messze túlszárnyalta a vezető tanár által feltett matematikai feladványok megfejtése körül kimutatott ügyességében. Az 1839/40. tanév végén ő nyerte el az egyetem érmét a Föld alakjáról írt legjobb dolgozatával. Azontúl még csak egy éven át maradt ott mint egyetemi hallgató; de tudományos fokot ott nem kívánt elnyerni; az akkori időkben ugyanis a skót egyetemi hallgatók graduálása kivételes eset volt, nem pedig, mint jelenleg, szabály.

És míg a későbbi évek folyamán számos nagybritanniai és más egyetem tisztelte meg önmagát és őt tiszteletbeli egyetemi fokok adományozásával, addig ő a glasgowi egyetem részéről, melyben legfiatalabb éveit mint kiváló tanuló töltötte s melyhez nemsokára mint tanár visszakerült, ötven éven át semmiféle rendes vagy tiszteletbeli ily fokot nem nyert. Végre, glasgowi egyetemi tanársága ötvenedik éve befejeztével saját egyeteme a *doctor juris utriusque honoris causa* fok adományozásával tüntette ki, mely czímet már ennek előtte az edinburghi, a dublini, a montreali, a bolognai, a columbiai és más egyetemek részéről nyerte.

Glasgowban végzett tanulmányai után *William Thomson* tizenhét éves korában a cambridgei egyetemet látogatta, ott a St. Peter College-be lépve. Nem soká volt ott, mikor már híre járt, hogy e College falai között a legmagasabb tudományos képességet mutató fiatal ember él, kit az illetékes szakkörök a jövő tudománya egy kiválasztott fáklyavivőjének tekintenek. Cambridgei tartózkodásának már első évében kezdett matematikai és physikai tárgyú dolgozatokat közzétenni, melyek eredetieknek és igen becseseknek mutatkoztak.

Azonban a cambridgei tanulók élete nem szokott kizárólagosan komoly tanulmányozásból állani; *Thomson* elég józanul,



önként és lelkesedéssel vett részt azokban az atletikai gyakorlatokban és egyéb egészséges testedző szórakozásokban, melyek már régóta jellemző vonását képezik különösen a két régi angol egyetemnek, Cambridgenek és Oxfordnak. S valóban oly ügyes volt az evezésben, hogy ő nyerte el a »Colquhoun skulls«-nak (ejtsd kohun szkölsz) nevezett elsőbbséget. A korcsolyázást is nagyon kedvelte, de a jégen őt ért kissé komolyabb baleset folytán azt nemcsak abba kellett hagynia, hanem élethossziglan kis sántikálásban szenvedett. Annál nagyobb kedvvel űzte a vitorlázást, a hajózást, melyet későbbi éveiben, saját »*Lalla Roukh*«-nak nevezett yacht-ján, különösen a nyári időszakban nagy előszere-ttel folytatott. De a művészeteket és a zenét sem hanyagolta el, lévén ő ezen időben elnöke a cambridgei tanuló-ság tagjaiból alakult »Musical Society«-nek.

Kétségtelen, hogy az a figyelem, melyet ő e fiatal tanuló-i éveiben testgyakorlataira és saját edzésére fordított, eredményében nagymértékben hozzájárult szervezetének erősítéséhez és annak a kitünő, tartós egészségnek megalapításához, melynek oly sokáig örvendhetett, mely őt későbbi, épen olyan fáradságos, mint eredménydús matematikai és physikai kutatásaiban olyanira támogatta.

Épen betöltötte huszonegyedik évét, azaz angol törvény szerint nagykorú lett, mikor a cambridgei egyetemen töltött négy évi tanfolyamot befejezte és a záró versenyvizsgálatokon, az úgynevezett »Cambridge Mathematical Tripos-Examination«-ban második nyertes lett, bár igen könnyen lehetett volna első nyertes. Ugyanis, miként az egyetemi vizsgálati felügyelő bizottság kijelentette, a tényleges első nyertes, *Stephen Parkinson*, nem is volt érdemes rá, hogy *Thomson*nak irónjait hegyezze; s valóban *Parkinson* pályája abban állott, hogy a theologiai doctori fok elnyerése után a cambridgei St. Johns College tutora, felügyelője lett és néhány mechanikai és optikai tárgyú tankönyvet írt.

*William Thomson* azért nem lett első nyertes, mert nem engedett magának elegendő időt a kitűzött feladatok megoldására és az ilyenekben való gyakorlására. Ámde már akkor is köz-tudomású volt róla, hogy ő cambridgei tanuló éveiben ritka tehetségét főleg a matematikai physika fontos problémái vizsgálata-ra fordította, melyeknek azután közzétett eredményei a



brit és az európai szakköröket a legnagyobb mértékben érdekelték. Az ő akkori tutora, felügyelője, Mr. *Hopkins*, atyjához fordult, kérve őt, bírja reá fiát, hogy legalább egy időre hagyja abba önálló kutatásait és szenteljen némi időt a vizsgákra való előkészülésnek. Bár e fontos körülmény elég nyomós megkísérlését képezte annak, hogy atyja közbenjárását érvényesítse, ez mégis igen bölcsen azt felelte, hogy e tekintetben fiára nem kíván befolyást gyakorolni.

Mindazonáltal a fiatal *Thomson* nemsokára helyet cserélt *Parkinsonnal* annál a sokkal komolyabb versenyvizsgálatnál, melynek »Smith's Prize-Examination« a neve; ugyanazon évben Cambridgeben a magister artium (M. A.) fokot nyerte el és a St. Peter College-nek Fellow-ja, társa lett. —

Azonban *Thomsonnak* tudásvágya és a tágasabb tapasztalatszerzésre irányított kívánsága még korántsem volt kielégítve. Akkoriban, a múlt évszázad első felében, a physikai tanok haladása igen sokat köszönhetett a francia tudománynak. A *Newton* iránt érzett kegyelet, mely majdnem az istenítéssel határos lett, az angol egyetemeken nagy mértékben akadályozta az e téren való haladást; Németország csak kezdetén állott a természet-tudományok fejlesztésének, mely ma már oly nagy méreteket öltött. Francia tudományos inspiráció volt tehát az, melyből *Thomson* táplálékot kívánt meríteni gondolatvilága részére, Páris felé vágyott a lelke további haladás végett. Bár teljes négy esztendő-t töltött Cambridge-ben, környezete mégsem tette őt annyira elfogulttá, hogy nem tudta volna értékelni a kísérleti vizsgálatok rendkívüli fontosságát s hogy nem tudta volna belátni, hogy ezek képezik összes reális tudásunk alapját. Ilyeneket tanulni Párisba ment.

Itt *Fourier* és *Fresnel*, *Ampère* és *Arago*, *Biot* és *Regnault* művei, elköltözött és élő szellemei reá tanították, hogyan kelljen a kísérleti tapasztalatszerzést s a vele járó *inductiót*, a matematikai levezetéssel, a *deductióval* egybevetni, kombinálni, és így a természet rejtett törvényeit felismerni. Ők voltak *Newton* igazi tanítványai; de nem azok, kik mint *Aristoteles* hivatásos követői inkább a traditiót követték, mint mesterük élő példáját; kik inkább bíztak az író tollban és a papirosban, mint az élő természetben, reális vizsgálataik szakadatlanul változó tárgyában.



Amde már ezen időtájt a természetphilosophiáról való fel-fogás is lassanként átváltozni kezdett; maga a philosophia fejlődésében szemlátomást megakadt, mert kizárólagosan philologiai és theologiai képzettségű férfiak kezében maradt s a természet-tudományok hatalmas fejlődéséből nem vett még át újéletet. Ennek ismét az volt a folyománya, hogy a természettudományi képzettségű közönség a speculativ természetphilosophiai vizsgálódásokat csak akkor volt hajlandó figyelemre érdemesíteni, ha oly férfiakról származtak, kik önálló, leleményes és jelentékeny kísérleti vizsgálódásokkal kimutatták, hogy szilárdan állanak a tényleges tapasztalati igazság talaján és ennek értékét helyesen megítélni képesek.

*Thomson*, ki a *Newton*-féle »*Philosophia Naturalis*« kísérleti módszereinek haladásával kívánt megismerkedni, Párisban különösen *Regnault* laboratoriumában dolgozott, melyben akkor a physikai állandók klasszikus kísérleti meghatározásai folytak. Ezen időtájt ugyanis angol laboratoriumok nem állottak az egyetemi tanulók rendelkezésére; *Thomson*nak köszönheti a nagybritanniai oktatás, hogy a hallgatók részére ily gyakorlati tanfolyamok szerveztettek a brit egyetemeken, mely újítás, angol ítéletek szerint, évszázadok óta a legnagyobb haladás a nevelés módszereiben.

Ez a haladás az utolsó években fokozódott azzal, hogy a középiskolákba is hozták be az ily gyakorlati oktatást; ezt nálunk is kezdik.

A Párisban töltött egy esztendővel forma szerint befejeződött *Thomson* életének szorosán így nevezett nevelési szaka. Ő ilyformán, saját tapasztalatai alapján, három nagy, de egymástól teljesen különböző jellegű egyetem szellemét ismerte meg: ugyanis a *glasgow*-i, a *cambridge*-i és a *paris*-i egyetemét. Ezzel az ő tanulmányi menete egyesítette a német hallgatóét az angol tanulóéval; mert míg az előbbi felkeresi a hírneves tanárokat, bárhol is találja őket, addig az utóbbit inkább vonzza az egyetemi közösség szelleme mint a valamely kimagasló tudós által várható szellemi gerjesztés.

E közben *William Thomson*-nak első alma mater-én, a *glasgow*i egyetemen megüresedett a természettan (vagy mint angol nyelven nevezik, a »*Natural Philosophy*«) tanszéke; ő is volt a pályá-



zók és a jelöltek között; és különösen a volt cambridgei híres tanára G. G. Stokes erélyes ajánlása folytán, e versenyben Thomson lett a győztes, a mi a tudományra nézve megbecsülhetetlen szerencsét jelentett. A glasgowi egyetem tanácsa, daczára annak, hogy a kinevezendő jelölt akkor még csak huszonkét éves volt, Skóthon egyik legfontosabb tanszéke ily módon való betöltésénél épen úgy mutatta ki nagy bölcsességét, mint az igazi tehetség iránt való nagy elismerését.

Szerencsésnek mondható ily választás, mikor valamely főiskola még egészen fiatalkorú, de feltétlenül nagyképességű erőt biztosít magának; ilyenekből igen valószínűleg válhatnak elsőrangú tudósok; fényes példát mutatnak erre nézve J. L. Lagrange, a ki a XVIII. század vége felé Torinóban (Turinban) és Justus Liebig, ki a múlt évszázad első felében Giessenben szintén ily korán nyertek el tanszéket.

Ki írhatná le atyjának érzelmeit, mikor fia, még jóformán zsenge ifjúkorában, ugyanazon egyetemnek physikai tanszékébe lépett, a melyen atyja a matematikai tanszéket betöltötte? De sajnos, ezen egyidejű működés öröme csak rövid ideig tartott: atyja 1849-ben meghalt. Később James Thomson, William bátyja ugyanezen egyetemen az alkalmazott mechanika tanára lett.

E kinevezés óta, ugyanis 1846 óta, egészen 1899-ig, azaz ötvenhárom éven át, töltötte be az említett tanszéket; ez idő alatt a glasgowi egyetem, épen ezen tanára miatt, gyakran képezte más angol egyetemek irígysége tárgyát, de ezek sohasem voltak képesek őt annak a köteléknek feloldására készíteni, mely őt első alma materével fűzte össze. Így árasztott ő világra szóló hírt és fényt Glasgowra, egyetemére és egész Britanniára.

E hivatalba lépésétől kezdve életének a nyilvánosság előtt lefolyó pályája legegyszerűbben követhető és jellemezhető azon fényes cselekmények szakadatlan lánczolatával, a melyeket törhetetlen munkaerővel és munkakedvvel létesített. Így szerzett érdemeit az illetékes fórumok beláthatatlan sorozata legfényesebb kitüntetéseivel szünet nélkül elismerte.

Igy a nagybritanniai és a külföldi egyetemek, tudós társaságok, akadémiák és bármily néven nevezendő ily tudományos testületek, majdnem kivétel nélkül tisztelték meg magukat is



és *Thomson* is azzal, hogy őt tiszteleti doktori czímmel, tiszteleti tagsággal tüntették ki vagy külföldi tagjaik sorába iktatták. Az Institut de France külső tagja lett 1877-ben; Akadémiánk 1873-ban választotta külső tagjának.

Hazájában pedig 1890-ben érte társai részéről a legnagyobb megtiszteltetés, melyet egy tudós társaitól nyerhet: ugyanis ebben az évben az ősrégi angol tudós társaság, a Royal Society elnökévé választották, mely minőségében *Sir Isaac Newton* egyik utódja lett; őelőtte 1885-től 1890-ig a nagyhírű *G. G. Stokes*, a cambridgei egyetemen a matematikának *Lucasian* professora volt elnök. *William Thomson* szintén öt évig viselte e tisztséget.

De a művelt világ kormányai is elhalmozták kitüntetésekkel; így 1884-ben a porosz Pour le Mérite rend lovagja lett, 1891-ben a francia Légion d'Honneur nagytisztje; hazájában pedig 1866-ban a Baronet címet nyervén, ezóta *Sir William Thomson* néven ismerték; 1892-ben Nagybritannia *peer*-jei közé emelték *Baron Kelvin of Largs* névvel; e czímben *Kelvin* annak a folyócskának a neve, mely a glasgowi egyetemet vivő *Gilmore* halom alját körülfolylja, míg *Largs* a *Glasgow* közelségében, Skóthton nyugati partján lévő az a helység, melyben *Thomson* kedvencz nyaralóhelye volt. 1902-ben az angol Order of Merit úgynevezett Original Member-e lett és ugyanebben az évben Nagybritannia Privy Councillor-a (valóságos belső titkos tanácsosa). Végre 1904-től kezdve haláláig a glasgowi egyetem Kancellárja.

*William Thomson* két izben nősült meg: először 1852-ben, huszonnyolcz éves korában vette el *Miss Margaret Crum*-ot, *Walter Crum*, *thornliebank*-i esquire leányát, ki többnyire szenvedő egészséggel lévén, 1870-ben meghalt. Másodszor 1874-ben, ötven éves korában elvette *Miss Frances Anna Blandy*-t, *Charles R. Blandy*, *Madeira*-szigeti esquire leányát, ki férje sikerei tetőpontját is élhette át és őt is túlélte. Mindkét házassága gyermektelen maradt.

Szabadjon e helyen *Thomson* személyiségének fiatalkori külső megjelenése és megnyilatkozása, jellemzése czéljából röviden érintenem *Thomson*nak az 1855-ik évben *Helmholtz*-zal történt első találkozását. *Helmholtz* ugyanis, akkor az élettannak tanára a königsbergi egyetemen, meghívást kapott a bonni egyetemhez, az anatomia és physiologia tanárául, de számos nagyfontosságú



physikai kutatásai folytán a matematikusok és physikusok körében már akkor is nagy tekintélynek örvendett. Königsbergi tevékenységének épen utolsó napjaiban volt, mikor Kreuznachból *Thomson*tól kapott felszólítást, hogy a »British Association for Advancement of Science«-nek ugyanezen év szeptemberében tartandó gyűlésén vegyen részt, mert, miként *Thomson* hozzáteszi, ő *Helmholtz* jelenlétét, mint a gyűlés egyik legnevezetesebb eseményét tekintené; de nem csak azért, hanem saját magáért is kívánja ezt és a legnagyobb örömmel várja az alkalmat, hogy *Helmholtz*-zal a már rég megkívánt személyes ismeretséget köthesse meg, különösen a mióta az 1847-ik évben megjelent: »Über die Erhaltung der Kraft« című világhírű dolgozatát olvasta.

*Helmholtz*, ki ekkortájt amúgy is Anglia látogatására készült, Bingenen át Kreuznachba utazott és *William Thomson*nal való találkozásáról, ki reá rendkívül jelentékeny benyomást tett, az 1855-ik évi augusztus hó 6-iki keltezéssel a következőket írja nevének:

»Azt vártam, hogy őbenne, ki Európának egyik legelső matematikai physikusa, nálam valamivel idősebb férfiút fogok találni <sup>1)</sup> és nem kevésbé lepődtem meg, mikor igen fiatalos külsejű, egészen világos-szőke, leányias arcú ifjú lépett elém. Ő már szobát bérelt az ő szomszédságában számomra és így podgyászatot a fogadóból is oda kellett vitetnem. Neje miatt tartózkodik Kreuznachban, ki még ezen estén rövid időre mutatkozott is, egy nagyon kedves és szellemes fiatal nő, de rendkívül szenvedő állapotban van. *Thomson* túlszárnyalja mindazokat a tudományos nagyságokat, kikkel eddig megismerkedtem, éles elméjével, szellemének tisztaságával, átlátszóságával és mozgékony-ságával, olyannyira, hogy én magam is mellette időnként kissé tompaelméjűnek éreztem magamat. Minthogy tegnap még korántsem beszélünk meg mindent, a mi megbeszélni való volt, remény-lem, meg fogod engedni, hogy még a mai napon is maradjak Kreuznachban.«

<sup>1)</sup> Itt tévedett *Helmholtz*; ugyanis, míg ő 1821. évi augusztus hó 31-én született, addig, mint a szövegben is jeleztem, *William Thomson* 1824. évi június hó 26-án született; ez utóbbi e szerint majdnem három évvel fiatalabb volt mint *Helmholtz*.



E naptól kezdve a legbensőbb barátság és a legnagyobb kölcsönös tisztelet és nagyrabecsülés fűzte egymáshoz e két nagy bűvárt negyven esztendőn át, míg *Helmholtz*nak 1894-ben bekövetkezett halála őket elválasztotta.

### III.

Reátérek *Sir William Thomson*, *Lord Kelvin* tudományos és gyakorlati működése rövid körvonalozására.

E tevékenység az 1841-ik évben, tizenhét éves korában megjelent első, a hővezetésre vonatkozó matematikai közleményétől kezdve egészen az 1907-ik évig, halála éveig terjed: hatvanhat évig állott a tudomány szolgálatában és találóan mondhatjuk, hogy a fizikai disciplinának a múlt évszázad közepétől megindult rendkívüli fellendülése és majdnem beláthatatlan gyarapodása senkinek sem köszönhet többet mint ő neki. Az ő munkásságának története nagyrészt a természettannak e korszakba eső története is.

De őszintén már eleve kell jeleznem, hogy rövid emlékbeszédben lehetetlen *Thomson-Kelvin* sokoldalú és messze szétágazó tevékenységét még közelítőleg is méltatni; teljes tudatában vagyok annak, hogy a következő méltatási kísérletem csak nagyon tökéletlen és hézagos lehet. Ezért csak általános körvonalaiiban törekszem azt előtűntetni, helylyel-közzel kiemelve szellemének azon alkotásait is, melyekkel az emberiség általános művelődése fejlesztéséhez közvetlenül is, jelentékeny mértékben hozzájárult.

Végig tekintve tudományos cselekményeinek szakadatlan sorozatán, tevékenységének egy jól kiemelkedő, általános jellemvonása jelentkezik, ugyanis az a ritka képessége, hogy a tiszta tudományt a gyakorlattal tudta mindig egyesíteni, azt gyakorlati szempontból értékesíteni.

Tehetségének ezen két oldala egyszersmind alkalmas alapjául szolgálhat tevékenysége felosztásának; nevezetesen ő egyrészt a matematika és a fizika számos különböző ágaiban a legnagyobb fontossággal bíró dolgozatokat létesített, másrészt nagyszámú, gyakorlati célzatú találmányt gondolt ki és való-



sított meg, melyek az emberi munkát e világon jelentékenyen könnyítették.

De semmiképen sem kell gondolnunk, hogy tevékenységének ez a két iránya egymástól független volt; ellenkezőleg, az ő gyakorlati felfedezései és találmányai épen a leghaladottabb, a legmélyebb elméletnek kifolyásai voltak. Élő példája volt ő annak a bizonyítására, mennyire szükséges az elmélet arra nézve hogy a gyakorlatban a lehető legnagyobb haladást lehessen megtenni. Mert, ha úgy akarnánk haladni, hogy egymásután az esetlegesség szerint kiválasztott kombinációkat próbáljuk ki és közülök a legalkalmasabbat tartanók meg: bizonyára haladnánk, de csak igen lassan; ámde egészen bizonyos az, hogy alaposan felülmulnának bennünket azok, kik azon felfogás alapján cselekednek, hogy a legmagasabb tudományos képzettség sokkal gyorsabban fog haladáshoz vezetni, felhasználva az emberi elme értelmi hatalmát az oly csoportosításoknak előre való kiválasztásában, melyeknek kipróbálása sikeresnek látszik. Így volt az *William Thomson*nak a távirósodronyokon átküldött jelek továbbterjedése elméletével, melyről alább fogunk még említést tenni, mely nélkül sok évi kísérleti tapogatódzásba került volna a szükséges jel-felfogó készülékeket ily távirásra alkalmassá tenni.

E helyen talán jelezhetjük *Thomson-Kelvin* írásmódját, irányát, valamint munkáinak szerkezeti sajátosságait. Irodalmi termékeinek erre vonatkozó tulajdonságai semmiképen sem egységesek. Míg számos dolgozatában, különösen azokban, melyek az elektrosztatikára és a mágnesség tanára vonatkoznak, szerzőjük szabatossága és logikai egymásutánja legnagyobbbrészt mintaszerű, addig más közleményeinek egymásra következő részei nem mutatják mindig azt az egymással való elválaszthatatlan kapcsolatot, azt a gondos kidolgozást, mely a francia tudományos-irodalmi termékeket oly előnyösen jellemzi és őket könnyen olvashatókká teszi.

*Thomson-Kelvin*-nek jóformán sohasem volt elég ideje formailag tökéletes értekezéseket készíteni; ritka az olyan dolgozata, melynek formája és tartalma kielégítik azt az olvasót, kinek főleg logikai érdekei vannak. Mindazonáltal az ő közleményei mindig alkalmasak voltak reá, hogy a tudományos kielégítetlenséget felköltse és az olvasót arra ösztönözzék, hogy



inkább újabb bepillantást szerezzen és nyerjen a valóság bonyolódott problémáiba, mintsem kizárólagosan logikai tökéletességet és szabatoságot a már biztosított tudás anyagában. Minden így megtett lépés a további haladásra indított.

A közlésnek ez a folyós jellege s gyakran a meghatározott súlypontnak ily hiánya nagy akadályt gördített *Thomson* és *Tait*nek alább említendő kézikönyve általánosabb elterjedése és főleg elismerése elé az oly olvasóknál, kik bizonyítást és teteles igazságokat kerestek és e helyett főleg a jelenségeknek egész sorára nézve inkább a legbehatóbb megvizsgálást és az új eszmék egész láncolatának ébresztését találták.

De másrészt semmi sem járulhat jobban a fizikai eszmevilág és a fizikai tapasztalat haladásához, mint az új vonatkozások lehetőségét mutató, csábító kilátásoknak az az egészséges szellemi légköre, mely a fizikai felfedezések vezető férfiai munkáit átjárja. Alig találhatunk az idetartozó irodalomban jellemzőbb példát, mint *Thomson* talán legnagyobb tanítványának, vagy miként nevezik, az elektromosságtan *Newton*-ának, *James Clerk Maxwell*-nek világhírű »*Treatise on Electricity and Magnetism*« című művét, mely a mult század utolsó negyede folyamán az elektromosságra és a mágnességre és ezeknek a fényjelenségekkel való kapcsolatára vonatkozó felfogásainkat teljesen megváltoztatta és igen nagyszámú, fontos új tapasztalati tények felfedezésére hatalmas indítással szolgált.

Ilyen körülmények között, tekintve a tudomány igazi élő forrásait, a tanári vezetés még fokozódottabb mértékben vált szükségessé és maga a tudomány inkább a folytonosan fejlődő és tökéletesedő ismeretek tana lüktető formájában jelentkezik, mint a befejezett és biztosan felismert tények rendezett összesége, megkristályosodott gyűjteménye alakjában.

*Thomson-Kelvin*-nek matematikai és általános természet-tudományi munkálatainak a létezését itt csak jelezzük; az előbbieket az elméleti fizikai problémákkal kapcsolatosak, az utóbbiak a kosmogoniára, a geológiára, az általános fizikára és a hajózásra vonatkoznak; ezekkel itt nem foglalkozunk, mert mégis sokkal kisebb fontosságúak, mint azok, melyek a kvantitatív fizika keretébe tartoznak.

Ezeket nyugszik tevékenységének főszülya; ezeket a követ-



kező fejezetekbe csoportosíthatni: Általános mechanika, rugalmasságtan, hydrodynamika, thermodynamika, az elektromosság és a mágnesség tana. A fényjelenségek eleinte kevésbé képezték kutatásai tárgyát; csak 1884-től kezdve, a baltimore-i egyetemen ez év október havában tartott előadási cyklusa után húsz esztendőn át legbehatóbban foglalkozott e nagy tárgykörrel.

A nevezett disciplinák mindegyikében mélyre nyuló nyomokat hagyott, gyakran teljes átváltozásokat létesített; ezen tudományos irodalmi működését igen találóan jellemezte egyik legilletéke-sebb kritikusa, ugyanis épen ismét H. *Helmholtz*, mikor 1885-ben a »*Nature*« című igen tekintélyes és nagyon elterjedt angol heti közlönyben: »Report on Sir *William Thomson's* Mathematical and Physical Papers, Vol. I. and II.« címén angol nyelven ismertette meg *Thomson* összegyűjtött értekezéseinek első két kötetét. Jelezve *Michael Faraday*-nak, a halhatatlan angol kísérleti és felfedező physikusnak *Thomson*-ra gyakorolt behatását, *Helmholtz* így folytatja: »Az ő különös érdeme abban a módszerben áll, melylyel a matematikai physika problémáit tárgyalja. Nagy állhatatossággal járt el abban, hogy a matematikai elméletet megtisztítsa az oly feltevészerű felvételektől, hypothetikus praemissáktól, melyek nem képezik a tények szabatos kifejezéseit. Ezen úton haladva, igen sokat tett annak a régi, de természetellenes elkülönítésnek megszüntetése körül, mely a matematikai és kísérleti physika között oly sokáig fennállott, és igen sokat ért el a tekintetben, hogy az elméleti természettan a jelenségek törvényeinek szabatos és hű kifejezője legyen. Ő egyszersmind kiváló matematikus is; azonban az a képesség, a mely a valóságos tényeket a matematikai egyenletek nyelvére tudja lefordítani és megfordítva, sokkal ritkább, mint az, mely adott matematikai probléma megfejtésére alkalmas; s a jelzett tekintetben *William Thomson* valóban kiváló és eredeti.«

Hozzáteszszük még, hogy épen az a törekvése, hogy a problémák matematikai tárgyalásával egyszerűen a megfigyelhető, a tapasztalatnak alávethető folyamatok törvényeit fejezze ki, arra vezette, hogy a természetben fellépő különböző jellegű jelenség-csoportok közötti analogiákat sokkal pontosabban észrevegye és kidomborítsa, mint az abban az esetben lehetséges, ha az összehasonlítás bonyolítva lenne a jelenségek belső mechanismusának



értelmezésére felvett, egymástól teljesen eltérő hypothetikus eszmék által.

Jellemzők reá nézve az ő matematikai eljárásai: ő ezekben a természettudósnak egy hatalmas, és jó kezelés mellett biztos segédeszközét látja; ha valamely problémával foglalkozik, el van tökéltve, hogy azt bármi módon is, de megoldja; nem hagyja azt azért abba, mert fáradságos megközelítésekre és bonyodalmas sorokra vezet. Nagyon tud örülni, ha a megoldás elegáns módszerekkel sikerül, mint például az elektromos képek elméletében; de ha szükséges, kéznél tartott törő-kalapács-szerű eljárásokat alkalmaz, hogy az eredményt nyerhesse. Az ő matematikája a megfejtés céljából van, nem pedig a megfejtés a matematika kedvéért. Különösen pedig ő volt egyike azoknak, kik a physikai vizsgálat azon módszereit fejtették ki, melyek az energia megmaradása elvétől függenek; és bizonyára az ő hatalmas példaadásának is köszönheti ez az eljárás oly nagy elterjedtségét.

Hiszen a jelen nemzedék, mely az energia megmaradása elve légkörében nőtt fel, alig tudja megérteni a tudomány állását *William Thomson* tanárságának kezdetén. Mielőtt a hő és az energia egyenértékűségét felismerték, mikor az erőket még mint konservatív és nem konservatív erőket különböztették meg; mikor a világot még betöltötték finom folyadékokkal, effluviuumokkal és egyéb, valóknak vélt sajátságú dolgokkal: majdnem lehetetlennek látszott az anyagi jelenségek általános, összefoglaló tárgyalását, még kevésbé magyarázatát várni.

#### IV.

Szabadjon most *Thomson-Kelvin* ténykedését a fent említett tudományos területeken röviden, de összefoglalóan, jeleznem.

1. *Az általános mechanika*, sőt az egész elméleti physika tanítása akkoriban Britanniában, a mult évszázad közepéig, nagy részt olyanok kezében volt, kik képzettségük és ízlésük szerint tiszta matematikusok voltak. Az általuk használt egyenletek physikai alapja reájuk nézve nem bírt nagy fontossággal. Ők teljesen megelégedtek azzal a gondolattal, hogy szerintük a positiv és



a negatív elektromos és mágnességi folyadékok létezését biztosra lehetett venni; nekik nem okozott nehézséget e folyadékok felvett sajátágaiból egyenleteket levezetni, s azért kevés érdekük volt abban a kérdésben, vajjon e sajátágok valóban léteznek-e? Az oly alapvető tanban, milyen az elemi dinamika, akkoriban nem látták szükségesnek, megkülönböztetést tenni a gyorsulásnak tisztán kinematikai fogalma és a nehézségi erő között; ez mutatja, mily gondatlanok voltak akkor a matematikai physikusok annak az alapnak megvetésénél, melyre azután mennyiség-tani fejtegetéseiket reáépítették. *Thomson* és vele együtt *P. G. Tait*, az edinburghi egyetemen a természettan tanára, egy igen nagy terjedelemben tervezett »Natural Philosophy« (elméleti természettan) című munka létesítését határozták el; ennek első és egyetlen kötete első kiadása 1867-ben egy részben, második kiadása 1879-ben és 1883-ban két részben, mint igen jelentékeny mechanikai kézikönyv jelent meg. E műnek matematikai szempontból egyszerűbb fokú, kivonatos kiadása »Elements of Natural Philosophy« címén több kiadásban látott napvilágot.

Ezzel a nevezetes tudományos-irodalmi cselekedettel valamint élőszóval való tanításukkal, tanítványok nevelésével, és tudományos befolyásukkal *Thomson* és *Tait* kiemelték a brit természet-tant a jelzett igen sajnálatos helyzetéből. A szerzők ugyanis hangsúlyozták azt, hogy az elméleti természettannak kísérleti alappal kell bírnia, valamint kell, hogy határozott és tiszta terminológiája legyen. Nagyszabású művük homlokozatán jeligéül használják *Fourier*nek, a nagy francia matematikusnak azt a nevezetes kijelentését, melylyel a »Théorie analytique de la Chaleur« (a hő analitikai elmélete) című, 1822-ben Párisban megjelent világhírű műve bevezetését kezdi: »Les causes primordiales ne nous sont point connues, mais elles sont assujetties à des lois simples et constantes, que l'on peut découvrir par l'observation, et dont l'étude est l'objet de la philosophie naturelle.« (Az alap-okok előttünk ismeretlenek, de alá vannak vetve egyszerű törvényeknek, melyek a megfigyelés által felfedezhetők; ezeknek tanulmányozása képezi az elméleti physika tárgyát.)

A szerzők művük tartalmát, a mennyire ez csak lehetséges volt, nem matematikai nyelven tárgyalták, mert, miként elő-



szavukban kiemelik, »semmisem lehet végzetesebb a tudomány fejlődésére nézve, mint a matematikai symbolumokban való túlságos bizalom; ugyanis a fiatal olvasó és a tanuló nagyon is hajlandó reá, hogy a dolog könnyebb végét fogja és hogy így a formulát, ne pedig a tényt tekintse physikai valóságnak«. Sőt, a matematikának a physikai tudományokban való, előbb már jelzett szerepére nézve (l. a 16. lapot) munkájuk első kiadásában kiegészítőleg még hozzáteszik: »Mathematikai természetű nehézségeket sem felkeresni, sem elkerülni nem fogunk.«

Hogy milyen sikert értek el szerzők e művükkel hazájukban, ezt ennek első része második kiadása előszavában jelzik, hol örömmel állapítják meg azt, hogy az első kiadása óta, azaz tizenkét év alatt megjelent angol nyelvű elemi mechanikai tan- és kézikönyvek mennyire megváltoztatott, ugyanis a *Newton*-féle tapasztalati alapon készültek.

De lényeges szerepe volt e könyvnek a francia és a német tudományos felfogás megváltoztatásában is; első kiadását *G. Wertheim* fordította németre; ennek első része 1871-ben jelent meg s *Helmholtz* kísérte rövid előszóval. Ebben *William Thomson*nak, mint a világ egyik legélesebb elméjű és legleleményesebb gondolkodójának, a természettudományi világ háláját fejezi ki, mert arra vállalkozott, hogy olvasóit saját gondolatai műhelyébe bevezesse és maga szétgombolyítsa azokat a vezető fonalakat, melyek segítségével neki sikerült az ellenszegülő és bonyolódott anyagot rendezni és fölötte uralkodni. Jelzi továbbá, hogy e műben a szerzők, a matematikai módszerek eleganciájával szemben, a physikai összefüggésre helyezik a fősúlyt. Majd hozzát teszi *Helmholtz*: »Ha majdan a tudomány tökéletes leend, akkor a matematikai és a physikai consequentiák talán egybe fognak esni.« Szabadjon erre megjegyeznem, hogy a tudomány fejlődésének jelenlegi állapotában e czéltől talán távolabban vagyunk, mint valaha.

A kötet második részének német fordítása csak három évvel később, 1874-ben jelent meg, egy külön előszóval, melyet »Kritisches« czímen szintén *Helmholtz* írt, főleg azon heves és kevésbé indokolt támadások visszautasítása végett, melyeket az akkoriban igen jó tudományos hírnevű *Friedrich Zöllner*, az astrophysika elmés megalapítója, *Thomson* és *Helmholtz* ellen azért intézett, mert *Wilhelm Weber*nek a mozgó elektromosságok egymásra való



hatásának föltevészerű törvényét veszedelmes speculatióknak minősítették. A jelzett előszó azután külön »Induction und Deduction« czímen jelent meg, és az akkor egymással küzdő ellentétes tudományos felfogások harcának egy nevezetes történeti okmányát képezi. De *Zöllner*nek nemsokára ezután szemlátomást észrevehetővé lett betegsége megmagyarázta támadásai modorát, miért is e helyen e tárgyról nem kell tovább szólnunk.

Szabadjon itt megjegyezni, hogy *William Thomson*nak az a törekvése, mely ugyanis a mechanika tanításának alapos reformálását czélozta, hazánkban is élénk visszhangra talált; így a múlt évszázad hetvenes évei elején t. tagtársunk *Szily Kálmán*, akkor műegyetemi tanár, mechanikai előadásaiiban többször hívta fel hallgatói figyelmét e műre; a jelen sorok írója is, úgy előadásaiiban, valamint a M. T. Akadémia által kiadott elméleti physikájának eddig megjelent köteteiben, különösen dynamikájában sok helyütt mutatja *Thomson* hatalmas szelleme észrevehető nyomait.

Maga a *Thomson* és *Tait*-féle mű teljesen elütő jellegű az addig szokásban volt jobb mechanikai kézikönyvektől, és pedig nemcsak a már fent jelzett tárgyalási modoránál fogva, hanem azért is, mert úgy az egyszerű, mint a legbonyolódottabb új problémák hosszú sorozata nyert benne megfejtést.

Ennek az általános mechanika területébe eső tevékenységének ide tartozó kiegészítéseképen említhetjük fel azt, hogy *Thomson* volt az, ki mintegy újra felfedezte nagy honfitársának, *G. Green*-nak már 1828-ban Nottinghamban megjelent, de a szakkörök által teljesen észrevétlenül maradt matematikai-physikai dolgozatait a potenciál-elmélet tárgyairól. Ő gondoskodott róla, hogy ezek, az 1850. évtől kezdve újra és pedig a *Crelle*-féle »Journal für reine und angewandte Mathematik« hasábjain közöltessenek, miáltal a *Green*ről nevezett matematikai tételek a potenciál-elmélet klasszikus közkinésévé váltak.

2. A *Thomson* mívelte második nagy terület a tulajdonképeni rugalmasság-elmélet volt. Egyik kritikus kortársa azt mondja e téren kifejtett működéséről, hogy ebben is nyilatkozik meg eszméinek az a termékenysége és lángelméjének az a számos jele, melyek *William Thomson*t az akkori angol physikai tudomány



vezetőjévé és jellemző képviselőjévé tették. Így a szilárd testek rugalmasságának általa nyújtott tárgyalási módja nagy mértékben befolyásolta a rugalmassággal foglalkozók brit iskoláját. Ő volt az, ki az aethernek addig felvett egyszerű rugalmassági szerkezetét el nem fogadva, ennek úgynevezett quasi-rugalmassági elméletét dolgozta ki, melyben a rugalmassági erők mint forgó, örvénylő részecskék gyostatikus viselkedésének eredményei lépnek fel; ő dolgozta ki a thermo-rugalmasság egész elméletét. Mindezeknél fontosabbak azok a vizsgálatai, melyeket a rugalmasság elmélete alapján a Föld alakja azon elváltozásai megállapítására végzett, melyeket egyrészt a Nap és a Hold vonzása létesít, másrészt azon befolyás kipuhatolására, melyet a Föld kérgének rugalmassága az ár-apályra, a praecessióra (a nap-éj egyenlősége vonalának előnyomulására) és a nutatióra a (Föld forgási tengelyének ingadozására) kifejt. Ezen fontos téren ő valóságos úttörő; ő nem habozik, azokat a tapasztalati eredményeket, melyeket kisméretű laboratóriumi kísérletek nyújtottak, Földünk óriási testére alkalmazni és fölhasználva az általa oly könnyen kezelt mély matematikai módszerek hatalmát, előállítja a mondott kosmikus problémák általános eredményeit, melyek szerint a Föld igen valószínűleg oly merev, mint az acél; továbbá, hogy a hosszú szakaszú ár-apályok és a rövid tartamú nutatiók további megfigyelései alkalmasak lesznek Földünk merevségének pontosabb meghatározására.

E rugalmasságtani vizsgálatai valamint számos tanítványának, így különösen a cambridgei egyetem tanárának, G. H. Darwinnak idetartozó kosmikus kutatásai az előbb jelzett Thomson és Tait-féle kézikönyv második részébe bele vannak olvasztva.

3. A folyadékok mechanikája tanának, a *hydrodynamiká*-nak, első kezdetei az ókorba nyúlnak vissza; mindazonáltal csak a múlt évszázad közepétől kezdve örvendhetett mint egész disciplina rendszeres, szélesebb körű, beható kimívelésnek.

H. Helmholtz 1858-ban az örvénylő vagy forgatagos folyadékmozgások nevezetes elméletével, mely matematikai és physikai tekintetben egyaránt fontos és jelentékeny haladást jelentett, a hydrodynamika új fejezetét nyitotta meg. Az elmélet továbbfejtése igen sokat köszönhet Thomson-nak, ki nemcsak az örvénylő



foliadékmozgás néhány rendkívül fontos, általános tételét állapította meg, hanem tovább menve, ezen az alapon fejtette ki a már fent érintett forgatagos atom termékeny hypothesisét ; s bár ő az ily atomoknak nem volt hajlandó anyagi létezését tulajdonítani, ezt az elméletet mégis mint igen jól használható, úgynevezett dolgozó hypothesisit sikeresen tudta értékesíteni.

Nagyszámú hydrodynamikai vizsgálatai többek között az árapály jelenségeinek kutatására vezették és e téren dolgozva, nagyon megkönnyítette az árapály-táblázatok számítását az ő árapály-kalkuláló gépével, melynek az az elve, hogy a *Fourier*-féle trigonometriai sor tagjainak összegét mechanikai segéd-eszközökkel is lehet képezni. Evvel a géppel az egy egész esztendőre szóló árapályokat négy óra alatt lehet kiszámítani, a mi ezek szerint e jelenségeknek előre való megállapítását rendkívüli mértékben könnyítette ; minthogy pedig ezen gép a segítségével nyert eredményt még graphikailag is, görbe alakjában szolgáltatja, egyszersmind felvilágosít a várható mindenkori vízállás mértékéről.

Folytatva ez árapály-számoló gép megszerkesztésénél alkalmazott megfontolásait és felhasználva jónevű bátyjának *James*-nek, a glasgowi egyetemen az alkalmazott mechanika tanárának egy sajátyszerű mechanismusa felfedezését : csakhamar sikerült neki az oly gépek egész sorozatát megszerkeszteni, melyek nagyszámú, különböző differentiális egyenletek megoldásainak számbeli kiértékesítésére alkalmasak ; sőt végre kimutatta, hogyan szolgálhat ily szerkezet bármily rendű differentiális egyenlet megoldásának kiszámítására. Fölötte érdekes, mondja egyik biographusa, *Fitzgerald*, azt látni, miként szerkeszthetők az ily terjedelmes matematikai számítások végzésére alkalmas gépek ; ezek nem mindennapi mértékben mutatják feltalálójuk lángelméjét. A felszínesen ítélő hajlandó volna azt gondolni, hogy arra, mit egy élettelen gép képes végezni, nem szükséges értelem ; ámde az ily bíráló nem ismeri fel azt az összehasonlíthatatlanul magasabb fokú értelmi képességet, mely ily gép megszerkesztéséhez szükséges.

4. A hőjelenségek mechanikájában, vagy miként helyesen és röviden nevezik, a *thermodynamiká*-ban, *William Thomson* működés-



désének kezdete egy időbe esik J. P. Joule, R. Mayer, H. Helmholtz, G. Hirn és R. Clausius tevékenységével, mely munkálatoknak a hőtan új korszakát, az általános energetika pedig keletkezését köszönheti. Thomsonnak erre vonatkozó érdeklődése igaz impulsusát Joulenak az 1843-ik évben megkezdett klasszikus kísérleti dolgozatai adták, melyek a hő-mechanikai egyenértéke tapasztalati úton való meghatározását eredményezték; ezek által a természettudósok figyelme ismét Rumford és Davy munkái felé fordult, melyek alapján a nevezett két kutató már a múlt évszázad elején a hőnek anyagi voltát lehetetlennek nyilvánították.

Thomson még igen fiatal korában, 1847-ben, a »British Association for Advancement of Science«-nek Oxfordban tartott összejövetelén ismerkedett meg Joule-lal, ki ott egyik legfontosabb kísérleti eredményét terjesztette elő, melyet Thomson eleinte hajlandó volt helytelennek tekinteni és ugyanazon előadó ülésen azonnal megczáfolni; de mihamarább mindinkább meggyőződött helyességéről; és azóta, Joulenak 1889-ben bekövetkezett haláláig, szakadatlan, benső barátság fűzte össze a két nagy kísérletezőt. Ugyanebben az évben, 1847-ben jelent meg a fiatal Helmholtz-nak világhírűvé lett idetartozó értekezése »Über die Erhaltung der Kraft«, mely az energia megmaradása elvét sokféle, változatos jelenségeken törekedett bizonyítani;<sup>1)</sup> e dolgozatot W. Thomson a legnagyobb érdeklődéssel olvasta; ez képezte egyszersmind, miként már fent (l. a 11. lapot) jeleztem, a Helmholtz és Thomson között 1855-ben kötött benső barátság kiinduló pontját.

Mindezek a munkálatok a hő tárgyában a leggyökeresebb felfogásbeli változást idézték elő: rövid időn belül az addig jóformán kizárólagosan használt és elterjedt kalorikus hypothesis teljesen leszorult a felszínről. Joule nevezetes kísérletei, melyek kortársai legnagyobb részének eleinte csak mosolygását provokálták, mégis egynehány, kevés megértőre találtak; köztük volt William Thomson is, ki az energiák egyenértékűségének és átváltásainak igazi jelentését helyesen felfogva, azt a fizikai tudományoknak jóformán minden zúgára a legnagyobb sikerrel alkalmazta és mintegy reákenyszerítette a brit tudományra.

<sup>1)</sup> Magyarra fordította: »Az erő megmaradásáról« címén Szekeres Kálmán. Matematikai és Fizikai Lapok, hatodik kötet, 309—376. ll., Budapest, 1897.



Maga Sadi *Carnot*: »Réflexions sur la puissance motrice du Feu« című, 1824-ben Párisban megjelent nevezetes, idejét messze megelőző munkájában <sup>1)</sup> még megtartotta a hő átalakíthatatlansága elvét; de ennek daczára, helyes meggondolások segélyével, a tapasztalattal egyező alaptételhez jutott, melyet *Carnot* elvének neveznek. Később maga *Carnot* is észrevette, hogy a hő természetére vonatkozó felfogása nem állhat meg és ezen szempontból kísérte meg, az új tapasztalatokat előbbi műve fejtegetéseivel összeegyeztetni; de erre vonatkozó iratai csak sokkal később, akkor láttak napvilágot, mikor a kérdés már teljesen tisztázva volt. Ugyanis *R. Clausius* és *W. Thomson*, a múlt évszázad ötvenes éveiben *Carnot* elvével behatóan foglalkozva, azt kizárólagosan tapasztalati alapokra törekedtek fektetni, s mint a thermodynamika második tételét vezették be a tudományba.

Igy alakult ki a jelen thermodynamika két alaptétele, mely most az energia tétele és az entropia tétele néven az általános hőtan két tartóoszlopát képezi. Ezeket mint a tapasztalat pontos kifejezőit kell elfogadnunk, mert sok ezer meg ezer megfigyelésből és kísérletezésből leszűrt ismereteink mindenben egyeznek e tételekkel. Ezek az elmúlt évszázad physikai haladásának legnagyobb vívmányai közé tartoznak és a lehető legnagyobb mérvű általánosításokat jelentik, melyeket a tudomány ismer.

Az új tannak egyik legegyszerűbb, de egyszersmind legnevezetesebb alkalmazása a víz fagyáspontjának a nyomás növekedésével való alábbszállásának vizsgálata volt; *William Thomson* ezt az eredményt a két alaptételből elméletileg vezette le, míg bátyja, ki mint már jeleztük, a glasgowi egyetemen az alkalmazott mechanika tanára volt, az előre jóslott eredményt kísérletileg igazolta.

A második föltételből *Thomson*, épen úgy mint *Clausius*, de tőle függetlenül, egy nevezetes következtetést vont le; ez annak a körülménynek a kifolyása, hogy a természetben végbemenő folyamatok közül egyáltalában nincsenek olyanok, melyek, miként azt kifejezni szokás, szigoruan megfordíthatók; ugyanis minden természeti folyamat többé-kevésbé súrlódással és ez ismét melegkifejléssel jár, a mi e szerint azt jelenti, hogy a mechanikai

<sup>1)</sup> Magyarra fordította »Elmélkedés a tűz mozgató ereje és a gépek felett« czímen és jegyzetekkel ellátta *Lukács László*. Matematikai és Physikai Lapok hatodik kötet, 245—307. ll., Budapest, 1897.



energia egy része átalakul *nem* hasznosítható energiává, azaz szétszóródik, bár nem vész el. Alkalmazva az energia szétszórása jelzett tényét naprendszerünk hőállapotára, ez, a szokásos kifejezési mód szerint azt jelenti, hogy e rendszer entropiája maximumot elérni törekszik. Más szóval, hogy a mennyire azt jelenleg megítélni képesek vagyunk, naprendszerünk igen hosszú idő múlva végre hideg és élettelen lesz, olyan, a milyenek most a Holdat látjuk.

Ezeket a nevezetes következtetéseket *Helmholtz* is érinti 1854. évi február hó 7-én tartott: »Über die Wechselwirkung der Naturkräfte« című híres előadásában, melyben a Nap kisugárzott melege pótlásának forrását saját összehúzódásában találja. *Helmholtz*, jelezve *Thomson*-nak fent ismertetett következtetéseit, megjegyzi, hogy ezek csak akkor érvényesek, ha *Carnot* elve általánosságban véve helyesnek bizonyúl; de hozzáteszi, hogy jelenleg kevés kilátás van reá, hogy helytelennek bizonyúljon. De mindenesetre, így folytatja, csodálnunk kell *Thomson* éleselműségét, ki egy régóta ismert kis matematikai formula betűiből, melyek csak a testek hőmennyiségét, térfogatát és nyomását jelentik, képes volt felismerni az oly folyományokat, melyek a világegyetemet, bár rendkívül hosszú idő múlva, örökös halállal fenyegetik.

Hőtani munkáiról szólva, lehetetlen fel nem említeni azt a nevezetes tevékenységét, melyet Földünk kora kipuhatólása körül kifejtett; mely ellentétbe hozta a mult évszázad közepe táján uralkodott földtani felfogásokkal. Ugyanis akkoriban erős reakció keletkezett az ellen a felfogás ellen, mely szerint a Föld geologiai története a földtani, kosmikus katastrophák sorozatából állana; ezen ellenhatás a másik szélsőséghez vezetett, ugyanis azon alaptalan hiedelemhez, mintha a föld története a szakadatlan egyenletes fejlődés képét mutatná. E nézet követői, az akkor úgynevezett uniformitáriusok, hivatkozva a tizennyolczadik évszázad híres csillagászaire, azt állították, hogy gyakorlatilag lehetetlen a Föld elmúlt fejlődésének időbeli határt szabni, az oly körülmények fennállása feltevésénél, a milyenek jelenleg érvényesek; de különösen hangsúlyozták, hogy az astronomiai elméletek, megfigyelések és számítások szerint semmi ok nem látszik fenforogni az ellen, hogy naprendszerünk már végtelen idő óta úgy létezett, a mint az jelenleg létezik. *William Thomson* az 1844-ik évtől kezdve



éber figyelemmel kísérte ennek az iskolának fejlődését és elhatalmasodását; végre az 1862-ik évben megtörte a hallgatást, kijelentve, hogy ez iskola tanai a physika törvényeivel ellenkeznek. Három évvel-, és azután hat évvel utóbb ismételte e tudományos támadásait és újra kijelentette, hogy a brit geológia nagy reformra szorul. Alapul véve azokat a tapasztalatokat, melyek a Nap melege keletkezésére, továbbá a Föld belső melegére és a Föld kihülésére vonatkoznak, mérlegelve továbbá az árapály folytán a Föld tengelykörüli forgásában beállott lassulását: *Thomson* Földünk lehetséges korára nézve határértékeket törekedett szabni.

Idetartozó első vizsgálatai szerint ez a kor nem lehetett kisebb mint húsz millió év és nem lehetett nagyobb mint négyszáz millió év; későbbi dolgozataiban ezt az időtartamot húsz és negyven millió év között állapította meg.

Ezek a kijelentései a szakgeológusok, a palaeontologusok és a biologusok körében élénk mozgalmat keltettek és mélyreható befolyást gyakoroltak a modern geologia speculativ részére; s bár teljes kiegyenlítés még napjainkig sem létesülhetett, mégis még azok is, kik *Thomson* bizonyítékait czáfolni törekszenek, elismerik, hogy ő a modern geologia haladásának jelentékeny szolgálatot tett; és belátják, hogy Földünknek, bár igen hosszú, de mégis véges kora van s hogy a Nap is egykor el fog halni.

5. Mikor most reátérek *Thomson-Kelvinnek* az *elektromosság és a mágnesség* terén kifejtett munkássága jellemzésére, valóban zavarban lehetnék, hogy az idetartozó, majdnem beláthatatlan számú, fontosabbnál fontosabb tudományos és gyakorlati cselekedetei közül melyeket szemeljem ki e szűk keretben való felemlítésre.

A múlt évszázad közepe táján az elektromossági mérések körül még igen nagy önkényességek és ingadozások mutatkoztak; az egyszerűbb mágnességi mérésekre vonatkozólag *Gauss* klasszikus munkája<sup>1)</sup> mutatta meg az utat, miképen kelljen a mágnességi erőket a közönséges mechanikai erők módjára mérni. Az elektro-

1) »Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata«, Göttingen (1832), megjelent 1836. »A földi mágneses erő intenzitása abszolút egységekben« címén magyarra fordította és jegyzetekkel ellátta *Tanql Károly*. Matematikai és Physikai Lapok, hatodik kötet, 377—431. ll. Budapest, 1897.



dinamikában *Wilhelm Weber* tett ilyenmő kezdeményező lépéseket az annak idejében oly híressé vált »Elektrodynamische Maassbestimmungen« címő kísérleti kutatásaival és *G. Kirchoff* végzett egy inkább kvalitatív jellegő mérést, mely az indukciónál szereplő természeti állandó meghatározását czélozta.

De az elektromosság és a mágnesség tanainak egymással oly szorosan összefüggő valamennyi területeire kiterjedő, egységes, összefoglaló és következetesen keresztülvitt egység-rendszerek és mérési módszerek hiányoztak. *William Thomson* kezdeményezésére a »British Association for Advancement of Science« már 1861-ben a legjelesebb angol physikusokból álló bizottságot küldött ki azzal az utasítással, hogy az elektromossági és a mágnességi mérések egész rendszerére nézve az alapegységeket úgy elméletileg állapítsa meg, mint azután gyakorlatilag, kísérletileg határozza meg. Ennek a bizottságnak beható, évtizedekig tartó munkája eredménye a nevezett egységeknek az a rendszere volt, melyet az 1881-ik, az 1882-ik és az 1884-ik évben Párisban tartott nemzetközi kongresszusok, a bennük résztvett angol tagoknak, különösen *Thomson*nak, szívós és hatásos pártfogása folytán elfogadtak, mely rendszer később, alapjában véve csekély módosítással, a világ összes művelt államaiban törvénytényé vagy törvényerejű szabályrendeletté vált. Vannak hozzáértők, kik úgy vélekednek, hogy ebbeli közreműködésével *Thomson* az emberiségnek a legnagyobb szolgálatot tette.

Illetékes bíráló honfitársai e nagy területen kifejtett tevékenységét a következő három csoportba foglalják :

- a) Az elektromosság és a mágnesség matematikai elmélete.
- b) Az elektrosztatikai mérésekre, szikrákra és a légköri elektromosságra vonatkozó kísérletek és készülékek.
- c) A mágnességi inductióra vonatkozó problémák fejtegetése.

Ide tartozó főbb értekezéseiben mindenütt megszabadítani törekszik az elméletet a felesleges és káros, áradozó kifejtésektől és kifejezésektől ; mindenütt a fogalmakat a legszabatosabban határozva meg, legtöbbször mintaszerű fejtegetéseket nyújt.

Ő fedezte fel azokat a gyönyörű analogiákat, melyek az elektromágnességi hatások és a folyadékok mozgása törvényeiben, valamint a hővezetés problémái kifejezéseiben és pedig akként



jelentkeznek, hogy az említett jelenségek differenciális egyenleteinek szerkezete ugyanaz, miáltal mindezeknek problémáknak tárgyalása nagy mértékben egységessé volt tehető. Tőle származik az elektromos képek módszere, vagy miként még nevezik, a »reciprok radii vectores« nevezetes eljárása, mely úgy az elektrostatikai egyensúly, mint a folyadékok stationárius mozgása fontos problémáinak egyik igen elegáns, hatalmas megfjtési eljárása.

Igen jelentékenyek azok a vizsgálatai is, melyeket körülbelül egyidejűleg G. *Kirchhoff*-fal a hosszú távírósodronyokon átküldött impulsus-szerű áramok továbbterjedési sebességére, az általuk létesített sajtyszerű jelekre nézve végzett. Ezeknek szigorú elméletén alapszik a tengeralatti táviratozásnak őáltala kigondolt és gyakorlatilag alkalmazott módszere, valamint a további ily táviratozás gyakorlata. Ugyancsak ide tartozik a leydeni palaczk kisülése hullámzatos jellegének elméleti úton is kimutatott felismerése és általában az ily kisülés lefolyása kielégítő elméletének első megállapítása. E nevezetes jelenség tulajdonképen alapjelensége a mult század végén oly híressé lett *H. Hertz*-féle elektromos rezgéseknek vagy hullámoknak és ezeknek folyományaképen a drótnélküli táviratozásnak.

Megvizsgálva az elektromos és a mágnességi hatásoknak és impulsusoknak a térben való továbbterjedése sajátságait, előkészítette az utat az elektromágnességi fényelmélet számára, mely *J. C. Maxwell*-nek, az elektromosság *Newton*-ának majdnem csodálatosnak mondható hatalmas egyenletrendszerében nyert kifejezést, a melyek a *H. Hertz* által adott végleges formában most már oly általános elterjedésnek örvendenek. Maga *Thomson* azonban, miként később említjük, az elektromágnességi fényelméletnek soha sem volt híve és arra törekedett, hogy a fényjelenségek legnagyobb csoportját, ugyanis azt, mely elektromossági és mágnességi vonatkozást nem mutat, kizárólagosan mechanikai úton magyarázza.

Az elektromosság és a mágnesség terén mutatkozik legfényesebben *Thomson-Kelvin*nek már többször jelzett ritka képessége, mely a legmélyebb elméleti betekintést egyesíti a legleleményesebb gyakorlati ügyességgel. Szélesebb értelmi körökben sokkal jobban ismerték őt gyakorlati találmányai, mint tudományos felfede-



zései révén. Ide tartozó fontos gyakorlati újításai az elektromos táviratozás, az elektromos mérések és a hajózás terén vannak.

Az elsőket illetőleg : vissza kell pillantanunk azokra az időkre, mikor a múlt század közepéig a földfölötti táviratozás oly jelentékeny haladást tett, hogy az addig ismert távolsági jelző közlekedési módszereket mind messze túlszárnyalta. Az akkori napilapok feltűnést keltő rovatokat hoztak ily felirattal »Villamos táviratok«. Manapság senki sem szól *elektromos* távirókról; hiszen más fajtájú távirók nincsenek is közhasználatban.

Az 1850-ik évtől kezdve a tengerentúli telegraphálás, azaz, a tengeralatti kábelek közvetítésével foganatosítandó táviratozás fontossága mindinkább érezhetővé lett; a kisebb tengeri csatornákön átfektetett kábelek eléggé beváltak, bár az elküldött jelek nem voltak előnyösek, ugyanis minden egyes átküldött rövid impulzus a megérkezés helyén csak bizonyos idő múlva jelent meg és pedig hosszabb hullám alakjában, melynek egészen le kellett folynia, hogy a következő impulsus jelét biztosan lehessen felismerni.

Szabadjon erre a világforgalom szempontjából oly fontos kérdésre kissé részletesebben reátérnem. *Michael Faraday* 1854-ben kísérletezett az akkor Harwich és La Haye (Hága) között fektetett aránylag rövid kábellel és azt találta, hogy a villamos jelzések jelentékenyen késtek. *William Thomson*, megvizsgálva a kérdést, azonnal észrevette, hogy a tenger vizétől körülvevett kábel mint hosszú elektrosztatikai sűrítő viselkedik, melynek töltése a villamos áramforrás energiakészletének jelentékeny részét felemészti; e vizsgálatai folyamán *Thomson*, biztos tapasztalaton nyugvó elméleti megfontolások alapján felállította a róla nevezett »négyzetek törvényét«. Ez azt mondja, hogy ugyanolyan szerkezetű, de különböző hosszúságú kábeleken át a jelek megérkezésének ideje a hosszúság négyzetével arányos; ezért várható volt, hogy egy transzatlantikus kábelen átküldött jelzés csak aránylag hosszú idő múlva jelentkezhetett a kábel másik végén.

Jellemző a táviratozás tárgyában akkortájt vallott felfogásokra, hogy a vérmes reményűek az ily tengerentúli táviratozás tervezetét gyakorlatiasnak és gyorsan keresztülvihetőnek gondolták, ellenben a phlegmatikusok egyenesen nevetségesnek tartották;



a tudomány emberei a vállalkozás sikerét általánosságban véve lehetségesnek vélték, míg a pénzügy emberei több mint kétesnek ítélték a terv jövedelmezőségét. Magának a tervnek megvalósítása épen a legutóbbi körülménytől, a remélhető jövedelmezőségétől függött; a jelek átküldésének várható lassúsága egyrészt növelte az aggodalmakat, ezenkívül a gyakorlati táviratozás emberei, így különösen *Whitehouse*, bár maga is lelkes híve volt a végleges sikernek, hevesen támadta meg *Thomsonnak* fent jelzett törvényét és saját kísérleteit közölte, melyek e törvénnyel teljesen ellentéteseknek látszottak. Hozzátette, ha *Thomson* törvénye helyes volna, az Amerikába való táviratozás egyszerűen lehetetlen lenne; kijelenti, hogy e törvényt csakis az iskolák fictiójának tekintheti, a physika egy elvének mesterséges és erőszakos reá-kényszerítésének, mely elv jó és helyes bizonyos körülmények között, de a mely a szóban forgó kérdésben egészen helytelenül van alkalmazva.

*Thomson*, erre felelve, törvényének a tengeralatti táviratozásra való alkalmazhatóságát védi és megállapítja, hogy a *Whitehouse* által idézett kísérletek épen az ő törvényét erősítik meg, melynek czáfolására felhozattak; s hogy daczára az ő törvénye helyességének a transatlantikus táviratozás lehetséges. Végre 1857-ben, különösen *Cyrus Field* buzgalma folytán, a szükséges pénzalapot előteremtették és Európa és Amerika között az első kábelt lefektették; a következő, 1858-ik évben a másodikat; könnyítette a munkát, hogy az angol kormány az »*Agamemnon*« nevű hadihajót bocsátotta az alakult társaságnak a kábelfektetés céljaira rendelkezésre.

E vállalatnak talán legnagyobb támasza *William Thomson* volt, lévén a sikereért felelős igazgatók egyike. Az 1858-ik évi augusztus hó 17-én haladt át az első távirat a kábelen: »Európa és Amerika távirati közlekedéssel íme egyesítve vannak. Dicsőség a magasságos mennyekben az Istennek és e Földön békesség és az emberekhez jóakarata.«<sup>1)</sup>

De ez az öröm nem tartott sokáig: a villamos jeleknek az ily hosszú kábelen való átküldése módszerei még nem voltak eléggé kitapasztalva; a táviróhivatalnokok a működés gyors-

1) Lukács evangéliomának 2-ik fejezete, 14. verse.



ságát magas feszültségű, nagy erősségű áramok alkalmazásával akarván fokozni, csakhamar tönkretették a kábelek szigetelését, melyek így rövid működés után hasznavehetetlenekké váltak. Mindkét vezeték így felmondván a szolgálatot: a világ csalatkozott reményeivel együtt rengeteg anyagi tőkék minden gyümölcsözés nélkül, sőt látszólag jóformán elveszve feküdtek az Atlanti oceán mélységes fenekén.

*Thomsonnak* csak most lett szabad a keze a továbbiakban; tudományos hírneve is forgott kockán a vállalatban, melynek sikereért ő maga vállalt felelősséget. Ő most saját eszméit akarta alkalmazni, melyek az addigi távirási eljárásokhoz képest teljes felfordulást létesítettek.

Először is le kellett győzni a már fent jelzett tökéletlenséget, mely abból állott, hogy a feladó állomáson feladott legrövidebb impulsus a távoli végállomáson hosszú hullám alakjában jelentkezvén: ennek lefolyását be kellett várni, hogy a következő jelet lehessen küldeni. *Thomson* az úgynevezett fékező- vagy zabola-rendszert alkalmazta; ugyanis nem várta be az érkező hullám teljes lefolyását, hanem a mint az első impulsus hullámának eleje észrevehető módon a végállomásra érkezett, azonnal megszüntette a küldő áramot, hogy rögtön küldhesse a következő jelet. Így a felfogó állomáson az egymás hátán jelentkező hullámrészekből alkotott összetett hullámjelzés érkezett meg, mely igen gyors távirást engedett meg.

Másodszor pedig, a helyett hogy mint addig erős és nagy feszültségű áramokat alkalmazna, inkább bízott a másik lehetőség kivitelében, ugyanis a jelet felfogó eszközök rendkívüli finomságában. Ezért mindenekelőtt a tükrös galvanometereknek azt a rendkívül érzékeny típusát szerkesztette, mely számos formájában *Thomson*-galvanometer néven hosszú időn át általános használatban volt. Ezeknek tüje tulajdonképpen néhány párhuzamos, igen rövid és vékony aczélmágneskéből állott; ezek ismét a finom selyemfonálon függő könnyű tükröcske hátára voltak ragasztva. Az egész függő szerkezet súlya a grammnak csak igen kis tört részével volt egyenlő; ezért rendkívül mozgékony és érzékeny volt; egy alkalmas fényforrás sugarait a függő tükrő visszaverte és így ez a fényforrás pontszerű vagy hasadákszerű képét vetette alkalmas ernyőre. A galvanometer tekercsén áthaladó bármily kicsiny



áram, vagy ennek legkisebb megváltozása a felfüggesztett tükör helyzetét is megváltoztatta s ez ismét a fényes folt helyzetváltozását vonta maga után; ilyformán ez az eszköz jeladásra alkalmas lett.<sup>1)</sup> A kábelen áthaladó hullámos áram a galvanometer sodronytekercsén is áthaladva: az említett módon létesítette a fényfolt hullámzó járását és ez képezte a távíró fényírását. Ily módon, gondos elméleti és kísérleti vizsgálódás és gyakorlati kipróbálás alapján, közel nyolcz évi szünetelés után, 1866-ban *William Thomson* a transatlantikus táviratozást nem csak lehetővé, biztossá és gyakorlatiassá tette, hanem az egész vállalatot jövedelmezővé is. A vállalat vezetősége *Thomson* ezen megbecsülhetetlen szolgálatait minden formában, anyagilag is elismerte, egy millió angol fontot rendelve neki tiszteletdíjúl.

De már 1870-ben *Thomson* elvileg módosította jelfelfogó készülékét: olyat gondolt ki, mely a megérkezett jeleket tényleg le is írja; tette ezt a róla nevezett »syphon-recorder«-jével. Ez lényegében véve nem más, mint oly galvanometer, melynek mozoghatóvá tett függő dróttekerce erős mágnes függélyes szárai közötti szűk, de igen intensiv mágnességi térben függélyes felfüggesztési tengelye körül lenghet; a kábel árama a tekercsen halad át, melyet a mágnes így egyensúlyi helyzetéből kitérít.<sup>2)</sup> Ezt az álló mágnest tetszés szerinti erősségben lehet alkalmazni; ezért hatását a mozogható tekercsre annyira lehetett fokozni hogy a tekercs egy téntát tartalmazó edényt volt képes vinni, melynek alsó végén lévő kis nyílásból, mint valamely író tollból folyó téntával a tekercs kényszerlengései hullámgörbójét az elhaladó papírszalagra lehetett iratni. A távíróhivatalnokok ezt a csodálatosan titokzatos hullámírást azonnal folyékonyan elolvassák.

Ezeket a sajtószertű syphon-recordereket teljes működésükben láthattuk 1896-ik év június hó 15-én, *Thomson-Kelvinnek* egye-

1) Ily *Thomson*-galvanometerek, úgy látszik, először az 1875-ik évben jutottak Budapestre, a budapesti egyetem physikai intézetébe s így bő alkalmunk volt érzékenységükről mint kényességükről saját tapasztalásunk alapján meggyőződni.

2) Ezt az elvi eljárást később *d'Arsonval* a közönséges használatú galvanometerekre alkalmazta úgy, hogy jelenleg a *Thomson*-féle érzékeny galvanometereknek hosszú időn át való majdnem kizárólagos használata után ezek a még érzékenyebb *d'Arsonval*-félék vannak közhasználatban.



temi tanársága ötvenedik évfordulója — már ennek az emlékbeszédnek elején említett — ünnepe első napján, mikor a szó szoros értelmében a világ minden részéből összesereglett tudósoknak többek között a glasgowi egyetem egyik termében bemutatták az ünnepelt által kigondolt és megszerkesztett eszközök egész sokaságát. Közöttük a nevezett távíró syphon-recorderek egész sorozata tűnt fel, melyek azonban a bevezetett valódi távíró-vezetékekbe voltak kapcsolva; ott szemünk láttára, saját-szerű hullámírásukkal írták le a világ minden tájékából jövő szerencsekívánatokat és üdvözléseket, míg a mellékteremben felállított küldő készülékekkel ezeket hálásan viszonzták. E meg számlálhatatlan sürgönyök közül mindenesetre a legérdekesebb és valóban meglepő volt az az üdvözlő távirat, melyet a jubileumot rendező bizottság küldött az egyik teremben lévő küldőkészülékkel az ünnepeltnek, ki egy szomszédos teremben várta az üdvözlés megérkezését. A sürgöny az előbbi teremből kiindulva a transatlantikus kábelén át New-Foundland, New-York, Chicago, San-Francisco, Los Angeles, New-Orleans, Florida, Washington, New-York és New-Foundland állomásokon át két és félpercz alatt körülbelül húszezer angol mértföldnyi, azaz harminczkétezer kilométernyi utat téve meg *Lord Kelvin*hez érkezett, kinek köszönő távirata ugyanazt az utat megfordított irányban futva meg, négy percz után érkezett vissza a rendező-bizottsághoz. Mily érzelmek hatották át őt, kinek ingeniuma lehetővé tette a csodához határos ezen bámulatos közlekedést?

De talán soká időztünk ennél a részletnél; szabadjon az elektromosság és a mágnesség keretébe tartozó eszközei közül még csak futólagosan felemlítenünk az ő absolut- és az ő quadrans-elektrométerét; az első valamely elektromos mennyiségnek és elektromos feszültségnek mechanikai erővel való mérésére szolgál; az utóbbi kisebb feszültségek pontos meghatározására alkalmas.

Ezekhez csatlakozik az elektromos áramok erősségének, feszültségének, munkavégzésének mérésére szolgáló, *Thomson-Kelvin* által szerkesztett készülékek egész sorozata, melyek eredetileg mind Glasgowban, *Thomson* tudományos tanácsadása, irányítása és felügyelete mellett, *James White* műhelyeiben készültek. Ez a cég, mely kezdetben igen szerényen indult meg, már 1896-ban



teljesen elfoglalt egy igen nagy házat és jóformán kizárólagosan *Thomson*-féle eszközöket készített, melyeknek egyszerű felsorolása már magában véve hosszú sorozatot nyújtana. Ily eszközök példányait minden elektromos telep, minden physikai, chemiai, physiologiai és elektrotechnikai intézet és laboratorium használja.

6. Fontos szolgálatot tett *W. Thomson* a hajózásnak is. A transatlantikus kábelek fektetése bonyolódott és kényes műveleteinél az ő jelenlétele, mint a felelős igazgatók egyikének a jelenlétele, a kábelt fektető hajón szükségesnek látszott; így gyakorlatilag ismerkedett meg a tengeri hajózás néhány eszköze oly tökéletlenségeivel, melyek sürgős orvoslásra szorultak.

Ilyen eszközök voltak a hajó-iránytű és a tengermélységmérő.

A hajónak mindig nagy vastömegei a hajó iránytűjére állandóan eltérítőleg hatnak és pedig sokszor igen nagy mértékben; ezt a zavaró hatást alkalmas mágnesek által ellensúlyozni kell; de az addig használatban volt irány-mágnesűk nehezek és nagyméretűek voltak, miért is a kompenzáló mágneseknek szintén nagyoknak és az iránytűtől jelentékeny távolságban lévőknek kellett lenniök. Ennek az volt a következménye, hogy az iránymágnes folytonos, kitartó lengésénél fogva egyrészt az iránymutatás bizonytalan és kényes, másrészt az ellensúlyozás, a hajó mágnességének kompenzálása kényelmetlen lett.

Számtalan szabadalmat vettek már e nehézségek elhárítására és a legkülönbözőbb tengeri iránytűk szerkesztésére; de hiába: ezek mind a mágnesek nagy méreteiben és nehéz voltukban keresték az irányítás állhatatosságának és biztosságának nyitját. Ezekkel szemben *Thomson* itt is alkalmazta a transatlantikus telegrafálásnál oly kitűnően bevált elvét: rendkívül könnyűvé tette a kompasz-lapot; tömegét gyűrű alakjában halmozta kerületére és kicsiny, könnyű párhuzamos mágnesűket erősített e lap aljára, közel középpontjához. Így az ő kompasz-lapja, mely körülbelül huszonöt centiméter átmérőjű, a kerületén lévő alumíniumgyűrűjével, nyolcz kis aczélmágnesével, felfüggesztő selyem szálaival és egyéb részleteivel együtt összesen átlagban csak



tizenöt grammot teszen ki, azaz tizenhétszer könnyebb volt, mint az addig használt legkönnyebb kompasz-lapok. Ekként egyesítette *Thomson* a kompasz forgó szerkezetének könnyűségét merevségével, hosszú lengési időtartamot kölcsönözve neki, a mi épen az irányítás biztosságát és állhatatosságát eredményezte; másrészt a hajó mágnessége hatásának kompenzálása kicsiny mágnesek segítségével könnyen és kényelmesen volt elérhető. Ez a szerkezet csakhamar nagy elterjedésnek örvendett; és bár az angol tengerészeti ministerium, az úgynevezett British Admiralty eleinte tudni sem akart róla, már 1896-ban megállapították, hogy egyetlen egy angol hadihajón sem használtak más hajó-iránytűt, mint a *Thomson*-kompaszt. —

Ugyanígy foglalkozott a tenger-mélységek mérése kérdésével: Addig ugyanis az ily mérések egyszerűen úgy történtek, hogy erős kötélén nehéz ólomsúlyt bocsátottak le a tenger fenekére és a leengedett kötél hossza volt így a tenger keresett mélységével egyenlő. Ez az eljárás, egyrészt a kötél nagy súlyánál és érdes felületénél fogva, másrészt a víz áramlásai zavaró hatásánál fogva kevésbé gyakorlatias volt; ezenkívül, ha valamire való, megbízható mérést kívántak végezni, a hajót a tenger közepén meg kellett állítani, mert különben, ha a hajó óránként még csak hat vagy hét kilométer sebességgel is haladt és a mélység még száz méteren alul is maradt: hat emberre volt szükség, hogy a kivetett súlyt fölhúzzák, s mindezek daczára a mérés eredménye nagyon bizonytalan volt.

*Thomson* az ő mélységmérő készülékét egészen más elvre alapította; ugyanis a kivetett súly legnagyobb mélységét a rajta lévő oly önjelző szerkezet mutatja, mely e mélységben a víznyomást méri; ezt leolvassák, ha a készülék ismét a hajó fedélzetén van; ehhez járul, hogy annak a fonálnak, melyen e készülék függ, elmés szerkezetű, automatikus felhúzása és legomolyítása egy egyszerű keretben megyen végbe. Az egész készülék legfeljebb tizenöt kilogramm súlyú, e szerint oly könnyű, hogy vékony aczélhúron leereszthető, melynek súlya kétszáz méterenként még egy kilogrammot sem teszen ki, úgy hogy az egész egy hajóinas által kezelhető. De talán legnevezetesebb előnye az, hogy a mélységmérést még akkor is épen oly biztosan lehet végezni, ha a hajó teljes menetben van, sőt, ha óránkénti sebessége húsznál több tengeri



mértföldet, azaz körülbelül harminczhét kilométert teszen ki; ez a tengerjáró hajókra nézve a legfontosabb, mert menetüket e miatt nem kell lassítaniok.

7. Már fent jeleztük, hogy *Thomson* fiatalabb éveiben alig foglalkozott a fénytán körébe tartozó tárgyakkal; ámde ez később teljesen megváltozott; élete utolsó két évtizedét majdnem kizárólagosan ily természetű vizsgálatoknak, kutatásoknak végzésére fordította, melyek tulajdonképen egy nevezetes előadási sorozatának könyv alakjában leendő végleges kiadásának szolgáltak.

*Thomson* ugyanis élete egyik legnagyobb megtiszteltetésének tekintette azt a felszólítást, melyet az északamerikai baltimorei Johns Hopkins egyetem részéről kapott, hogy ott az 1884-ik év őszén saját tárgyáról szabad előadási cyklust tartson. Ennek a felszólításnak engedve, *Thomson* a »British Association for Advancement of Science«-nek ugyanazon év nyarán a canadai Montreal városában tartott gyűlései után, október havában párját ritkító jellegű, sokak véleménye szerint egyszerűen páratlan előadási sorozatot tartott a molekuláris dinamikáról és a fény hullámelméletéről. Ez a sorozat azután: *William Thomson's »Baltimore-Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light«* czímen lett ismeretessé, vagyis inkább, melyet szélesebb szakkörökben szerettek volna közelebbről megismerni. Ugyanis, még az 1884-ik év decemberében ezen előadásoknak nem revideált könyvmatos kiadása jelent meg, melyet A. S. *Hathaway* szerkesztett, ki jelenleg az északamerikai köztársaság Indiana nevű államában levő Terre-Haute-ban, az ottani *Rose*-féle műszaki egyetemen a matematika tanára. Ez a rövid, jelentésszerű kiadvány mindenütt csak felelevenítette vagy legalább nagy mértékben fokozta az érdeklődést az aether és a sugárzás jelenségei iránt, a nélkül hogy ezt kielégíthette volna.

Ennek a húsz előadásból álló sorozatnak húsz hallgatója volt; ezek Európából, de főleg Amerika különböző helyeiről jött kész physika-tanárok voltak, kiket *Thomson*, akkori együttlétük, akkori közös tevékenységük és együttműködésük jellemzésére tréfásan együtthatóknak, *coefficienseknek* nevezett, mely elnevezés még évtizedekre reá is megmaradt. Az előadásoknak talán egyik legjellemzőbb vonása magának az előadónak készü-



letlenségében állott. Ugyanis amerikai physikus-társai nap-nap után új meg új, főleg a fény selectiv (kiválasztó) elnyelésére vonatkozó kísérleti és tapasztalati eredményeikkel ismertették őt meg, melyek addig előtte nagyrészt ismeretlenek voltak; és így e válogatott hallgatóság szeme előtt az a nevezetes jelenség játszódott le, miképen törekszik a század egyik legnagyobb tudományos szelleme a legújabb tudását a physikai értelmezés saját rendszerébe beleolvasztani, felhasználva kombináló képességének és az analogiáknak egész eleven tárházát. Talán soha sem látott napvilágot physikai tárgyalás és fejtegetés, mely oly eleven és egyszersmind oly merész lett volna; ezek az előadások a továbbiakban a többi kutatóknak e tárgyakra vonatkozó tudományos működését nagy mértékben befolyásolták. A »Baltimore Lectures« az elméleti optikát, melyet sokan egy főleg elvont matematikai egyenletek fejtegetését tartalmazó tannak véltek és vélnek, lényegesen átalakították és physikai meggondolásokon alapuló disciplinává törekedtek tenni, mely meggondolások a közönséges dynamikai felfogásokkal szoros kapcsolatban és velük analogiákban haladtak.

Ezeknek az előadásoknak további jellemzésére jegyezzük meg, hogy az 1896. évi június hó 16-án, *Thomson-Kelvin* tanársága ötvenedik évfordulója ünnepéye második napján, mikor a jubiláns az ő húsz baltimorei »koefficiens«-ének üdvözlő iratára szóval is felelt: nevezetes kijelentést tett. Ő ugyanis ezeket az előadásokat a francia »conférence« szóval jelelte, mely őszerinte és bizonyára minden elfogulatlan ítélő szerint, helyesebben fejezi ki igazi jellegüket, mint az angol »lecture« (előadás) szó. Mert úgy véli, hogy a tanár és hallgatósága közösen dolgozók, társ munkások, koefficiensek, mindegyikük hozzájárulván ahhoz, a mit a mindennapi összejöveteleknél végezni lehet. Ezért úgy érzi, hogy a tanárnak tanítványaival való minden egyes összejövetele inkább konferencia-jellegű, mint az előadott tanoknak a tanár által mintegy beöntése, melyet a hallgató talán helytelenül értett meg vagy nem jól fogadott be. A skót egyetemeken a konferenciának e francia eredetű eszméjét sikeresen lehetett alkalmazni. Úgy gondolom, így folytatja, nálunk a tanár bármely hallgatósága előtt hozzászókokott az élőszóval való kérdéshez és még gyakrabban, úgy reménylem, az eszmecseréhez; a tanár ugyanis észre-



veszi, mennyiben követi vagy mennyiben nem követi a hallgató az előadását; és a hallgató, mutatva azt, a mit tud és azt a mit nem tud, segítse így a tanárt igazi kötelessége teljesítésében. Végre, megköszönve e baltimorei koeficienseinek üdvözlését, hozzáteszi, hogy ők nagyon használtak neki az ő saját buzgó és szívós törekvésében — bár ez sikertelen, de mégis merész törekvés volt, — ugyanis felfedezni valami biztosat, véglegeset és világosat az aethernek, a fénynek és a kristályoknak igazi, benső természete felől.

*Thomson-Kelvin* maga is, ezeknek az előadásoknak tárgyával, tartalmuk megváltoztatásával, javításával és kiegészítésével az 1884-ik évtől kezdve, húsz évig foglalkozott; úgy látszik, tisztán tudományos munkája e két évtized alatt főleg ezeknek az előadásoknak végleges alakban való kiadására irányult, mely munka közben szeme előtt felmerültek mind azok a nagy nehézségek, melyek a modern fényelméletben és az általános aether-elméletben az utolsó évtizedekben felszínre kerültek; ezeket alább a szerző saját szavaival idézzük. Csak 1904-ben készült el ez előadásai kiadásával, melyek most, számos utólagos pótlással és tizenkét függelékkel, egy több mint hétszáz negyedrért oldalt kitevő kötetet töltenek meg.

Ennek előszavában *Lord Kelvin* ezeknek az előadásainak tárgyát és célzatát pontosan és pedig következőleg jelöli ki:

»Tárgyául választottam a fény hullámelméletét, inkább avval a célzattal, hogy hiányait hangsúlyozzam, mint avval a szándékkal, hogy a fiatalabb hallgatóknak bemutassam azt a csodálatos sikert, melylyel e szép elmélet mindazt megmagyarázta, a mit a fényről *A. Fresnel* és *Th. Young* előtti időkben tudtak s melylyel ez az elmélet az új ismeretek egész özönét eredményezte, mely a fizikai tudomány egész birodalmát fényesen gazdagította. Hallgatóim a fizikai tudományokban társtanáraink voltak, és kezdettől fogva éreztem, hogy összejöveteleink tulajdonképen koeficienseknek konferenciái voltak, inkább avval a törekvéssel, hogy a tudomány haladását előmozdítsuk, mint avval a szándékkal, hogy én tanártársaimat tanítsam. Teljes szabadsággal beszéltem, és soha legkisebb aggodalmam sem volt az iránt, hogy aláásom az aetherbe és fényt-adó hullámaiba vetett teljes hitüket; én beszélhettem előttük többek között a mi mathemati-



kánk tökéletlenségeiről, valamint hiányosságairól, és azokról a felette nagy nehézségekről, melyekkel jár, a ponderábilis anyag atomjai között az aether számára alkalmas működési teret, hatáskört találni. Mindnyájan éreztük, hogy nehézségekkel szálltunk szembe és hogy ezeket nem kerülhetjük ki és belőlük nem bontakozhatunk ki; hogy ezek fennállását megállapítottuk *avval a reménynyel, hogy őket megfejtjük, ha ez lehetséges*, de minden eshetőségre avval a határozott bizodalommal, hogy minden nehézség számára létezik egy magyarázat, bár nekünk nem fog soha sem sikerülni, hogy ezt megtaláljuk. « Jelzi a továbbiakban, hogy ő most, ugyanis 1904-ben, a húsz évvel előbb jelzett nehézségek alapjára talált. Úgy vélekedik, hogy a fény-aether jelenségeinek általánosabb tartományában minden dolog, mely nem mágnességi természetű, megmagyarázható a nélkül, hogy a szilárd-rugalmassági elméleten túl kellene mennünk; de nem magyarázható ezen az úton semmiféle mágnességi dolog. »Az úgynevezett elektromágnességi fényelmélet eddig még nem segített bennünket: de teljesen előttünk van az az óriási feladat, hogy találjunk az aether, a ponderábilis anyag és az elektromosság számára oly általános jellegű, mindent felölelő dynamikát, mely magában foglalná az elektrosztatikai erőt, a magnetosztatikai erőt, az elektromágnességet, az elektrochemiát és a fény hullámelméletét.»

Messeze vezetne, ha e kötet tartalma részletezésére reátérnénk: telve van ez újabb és legújabb vizsgálati anyaggal; és kétségtelen, hogy általa a fényjelenségek physikai alapjainak vizsgálatai sokirányú új táplálékot és impulsust fognak nyerni.

## V.

Daczára előrehaladott korának, sem tudományától, sem szeretett alma mater-étől nem akart megválni. Így Thomson, az 1891-ik évben tartott egy tanártestületi ülésen mondotta: »Én a glasgowi egyetemnek a jelen napig ötvenöt éven át voltam tanulója és reményem, hogy élethossziglan fogok ezen egyetem studense maradhatni.« Mikor 1899-ben tanári állásáról lemondott, nem szakította meg egyetemével való összeköttetését, hanem kérte az egyetemi tanácsot, hogy őt úgynevezett buvár-tanulónak



(research-student-nek) nevezze ki. Ilyformán neve élete végeig megmaradt ezen egyetem lajstromán és azok sorozatában, kik feljogosítva voltak, a physikai laboratoriumban tudományos vizsgálatokat végezni. Sőt, 1904-től kezdve haláláig, ezen egyetemnek köz-tiszteletben álló feje, kancellárja volt.

Még utolsó életéveiben is foglalkozott tudományos vizsgálódásokkal; gondolatai mindig visszaszálltak az anyagi dolgok keletkezése és rendeltetése rejtélyeinek kipuhatólása problémáira. Utolsó heteiben sokat elmélkedett Földünk messze multja története felett; és miként hátrahagyott iratai kiadásában olvasható leszen, világossággal és bizonyító erővel következtetett a tengerek és a szárazföldek régi korára, jelezve, hogy ez visszanyúlhat azokra az időkre, mikor a Hold Földünktől elszakadt.

A »British Association for Advancement of Science«-nek 1907-ik évi augusztus havában tartott összejövelel még tevékenyen vett részt és általában véve feltűnt az az elevenése és elmeélessége, melyet a tudományos kérdések megvitatása körül mutatott, daczára annak, hogy akkor már betöltötte nyolczvanharmadik életévét. De nem lehetne azt állítani, hogy e korban szeme nem homályosult kissé el és hogy testi ereje nem csökkent némileg; de szellemi képességeinek teljes birtokában maradt utolsó perczéig.

Egész szervezete azonban egy már kiélt élet közalgó befejezését jelezte; s mikor a Glasgow közelségében lévö Largs helységhez tartozó *Netherhall* nevü kedvencz nyaralójában kísérletek végzésével volt elfoglalva, ennek őszi időben hűvös folyosóján meghült és ez a csekély alkalmi ok elegendő volt reá, hogy szervezetét végzetes feloslása felé terelje, mely 1907. évi deczember hó 17-én következett be.

## VI.

Hiányos volna *Thomson-Kelvin*-ról szóló ez az egyszerü megemlékezésünk, ha legalább röviden nem tennénk róla mint emberről is említést.

Személyiségének kedves, szelíd, megnyerő modora mindenkinek, ki vele érintkezett, azonnal feltűnt; sem szellemi fölényét,



sem anyagi nagy bírását nem érezte a vele társalgóval, sőt ellenkezőleg, minden álmegalázkodás vagy túlszerénység nélkül mindenkivel úgy beszélt, mintha vele egyenlő szinten volna. E kedves sajátságát minden ismerőse tapasztalta, úgy hogy a közönséges nemzeti korlátozások reá nem igen voltak alkalmazhatók; tisztelték és becsülték őt a világon mindenütt, ahol a tudományos cselekedeteket értékelni tudják.

Igy hosszú időn át tudományában kimagasló, páratlan nemzetközi állást foglalt el, mint a saját korabeli physikusok nagyra-becsült feje. A hol ő nem teremthetett új tudományt, ott folyton inspirált új fölfedezést; mindenkor, mindenki által hozzáférhető lévén, mások munkái iránt is folyton élénk érdeklődést mutatott; mindig hajlandó volt tanulni, s minthogy szellemi képességei egészen élete végeig jóformán érintetlenül maradtak, az angol nyelvű világban ő több mint egy fél évszázadon át saját tudományában a legnagyobb gyakorlati és tudományos befolyást gyakorolta; míg ezen időszak második részében, különösen a német és francia physikusok közvetítése folytán, tudományának és alkalmazásainak elismerése nemzetközivé lett.

De ezen hosszú pályáján egyetlen egy eset sem fordult elő, melyben ő a maga részére, valamely szellemi cselekménye érdekében, prioritást követelt vagy állított volna; sőt inkább az volt a szokása, hogy mutassa, mennyit tanult kollégáitól és mennyit szándékozik még tőlük tanulni.

Várható volt ezek után, hogy a tudományos érintkezés tekintetében annyira kifogástalan férfiúnak egész jelleme csak összehangzásban lehetett értelme, szelleme magas színvonalú megnyilatkozásaival. Az életben kevés embernek a befolyása olyan, hogy csak arra a hatásra szorítkoznék, melyet értelmisége gyakorol; mindig sokkal jelentékenyebb az a hatása, melyet jelleme létesít; így *Thomson-Kelvin* élő példája, mint működő, oktató tanáré, mint a tudományos világ egyik vezetője igen mélyre menő befolyást mutatott fel. Az igazság megállapítása tárgyában és új igazságok felderítése iránt mindig kifejtett buzgó odaadása tanítványaiban sarkalta ugyanezt a lelkesedést és sokaknak a működését irányította.

Helyesen jegyzi meg egyik, már említett méltatója, *Fitzgerald*, hogy bármily nagy, de csak értelmi győzelemnél nagyobb



áldás az emberiségre nézve az, ha szellemi vezetői, kik követőiket értelmi kiválóságuknál fogva irányítják, egyszerismind oly vezetők, kiknek magas az erkölcsi felfogásuk; és ilyen volt *Thomson-Kelvin* is, kinek életeszményei egyszerismind a vele érintkezőknek az erkölcsi felfogását is magasra emelték. A mindennapi életben is törhetetlen híve lévén az igazságnak, minden cselekedetében őszinte volt; rokonszenvezett mindazokkal, kik útjába kerültek, és a lehetőség szerint segített rajtuk, ha szükségesnek mutatkozott. Nyílt és elfogulatlan a mások feletti ítélkezésében, gondos és szerető, ilyen volt a jelleme, melynél fogva tanítványai épen oly annyira szerették és tisztelték, mint megcsodálták; míg tanártársai, szélesebb körű szaktársai, továbbá azok a tudományos társulatok és testületek, melyeknek elnöke vagy tagja volt, a legőszintébb nagyrabecsüléssel és büszkeséggel tekintettek reá.<sup>1)</sup>

*Thomson-Kelvin* eszményeit a sok alkalommal elmondott beszédeiből, főleg azonban cselekményeiből ismerhetjük meg. Ha kérdezzük, mi az ő eszménye oly kincsről, melynek értékét szóval még közelítőleg sem lehet kifejezni, a felelete ez: »jóindulat, kedvesség, barátság, rokonérzület, buzdítás a további munkára.« Mi a boldogság ideális feltétele? »Barátaid között élj.« Kik azok, kik megtiszteltetését érdemelnek? »Azok, kik életüket fáradságok és veszélyek között folytatják, harczolva hazájukért, vagy küzdve, hogy a népességnek jót tegyenek, vagy önként dolgoznak népük

<sup>1)</sup> Mindazonáltal nem hagyhatjuk említés nélkül azt a sajátos tulajdonságát, hogy az igazság felkeresésében, munkái végzésében senki által nem zavartatta magát. Kis jegyzőkönyvét mindenüvé magával vitte s bárhol is, bármily környezetben is, ha felvillant egy neki feljegyzésre érdemesnek látszó gondolata, ezt azonnal rögzítette. Így említi *Helmholtz*, hogy egy ízben *Thomson* meghívására, nagyobb társasággal együtt, ennek yachtján tengeri kirándulásban vett részt: egyszerre csak fölkel *Thomson*, ott hagyta az összes vendégeit, hogy a hajó egy zugában serényen végezessen bejegyzéseket kis könyvecskéjébe. Hasonlót e sorok írója is tapasztalt, mikor 1896. évi június hó 16-án Lord *Kelvin* többekkel együtt őt is délután 1½ órai luncheon-ra hívta meg házához. A vendégek pontosan, kevéssel a jelzett idő előtt jelentek meg; *Lady Kelvin* fogadta őket és férje szobájába vezette, ki ott íróasztala mellett nyugodtan tovább dolgozott és vendégeiről tudomást sem vett. De a mint a falí óra a félkettőt ütötte: abba hagyta munkáját, felkelt, szívélyesen üdvözölt bennünket és fesztelen, kellemes társalgást kezdett.



közjóléteért. Jogosan érzünk hálát azok iránt, kik munkájuk természete szerint kötelességük iránt önzetlen odaadást tanúsítanak. De bizonyára mindazok is megérdemlik hálánkat, kik lelkesen és sikerrel dolgoznak az emberiség jóléteért, még akkor is, ha ezek oly csodálatosan vannak teremtve, hogy végrehajtva eszményi törekvéseiket, és jót téve másokkal, maguk is élénk élvezetet találnak munkájukban, mely így kétszeresen van megáldva: áldva azt, a ki ad és azt, ha ki elfogad.«

Igy lett ő részese oly tudományos pályának, mely csak igen ritkán, csak az áldott szellemeknek és ilyeneknek is csak rendkívül kedvező külső körülmények között juthat osztályrészül; egy szerencsés sors egészséges testi foglalatot adott rendkívüli szellemi képességeinek és ő céltudatosan edzé mind a kettőt, ezeket nemcsak a tiszta tudományos oktatás és buvárkodás, hanem az emberi közművelődés gyakorlati céljai szolgálatába is helyezte és evvel épen úgy a legnagyobb tudósok legelső sorában, valamint az emberiség igazi jóltevői sorában is minden időre foglalt helyet.

Mert valóban szelleme nagyszerű és hasznos eszmékkel gazdagított bennünket, úgy az elmúlt időkre, mint a jövőre nézve, úgy a mérhetetlen nagy, mint a mérhetetlen kicsiny dolgokban. Előmozdította a közművelődést, hozzájárulván a mindent átható aethernek hasznosításához, lehetővé téve a természeti erők számos megnyilatkozásának mennyiségi meghatározását, tanítva bennünket, hogyan kelljen a közlekedés jelenkori idegeit a tengerek mélységébe fektetni és az emberiség viláfgorgalma szükségleteire felhasználni. De mindenek felett élő példájával mutatta meg az emberi élet igazi, nemes eszményét; hozzájárult az emberiség egyesítéséhez, közelebb hozta a világ népeit az egész emberiség szövetségéhez.

Ily sikerdús élet az elismerés külső jeleinek egész özönét árasztotta a *Thomson-Kelvin* névre; teljes felsorolásuk jóformán lehetetlen; fent már kiemeltünk közülük néhányat; itt még csak azt jegyezzük meg, hogy tudományos férfiú által elérhető megtiszteltetés nem létezett, melyet el nem nyert volna, de volt számos oly megtiszteltetés is, melyben őelőtte tudós még nem részesült.

Ekként ő, mint a ki hosszú pályáját zajtalanul, de annál fényesebben, mint igazi szellemi hős futotta végig, mint a ki



tudományos, anyagi és erkölcsi tekintetben mindent, a mit mulandó ember korlátolt eszközeivel a felforgó mindenkori viszonyok között alkotni és elérni képes, létesített és elért, mint a ki mindazokat az elismeréseket aratta, melyek tudós-  
nak juthatnak osztályrészül; szóval, mint a ki minden tekintetben eredménydús életét leélve, ennek végéhez jut: így szállott ő sírba, mely földi maradványait zárhatja csak be, míg szelleme alkotásai minden időre fognak kihatni az emberiség életében.

## VII.

Szabadjon még röviden megemlékezni annak a megható végtisztességnek külső formáiról, melyek között nagy fiát örök nyugalomra kísérte a brit nemzet.

Mielőtt hamvait Skóciából Londonba szállították, 1907-ik évi december hó 22-én délután, egyidejűleg a volt nyári tartózkodó helyén Largsban, és a glasgowi egyetemnek *Bute*-hallnak nevezett legnagyobb termében, aulájában úgynevezett megemlékezési isteni tiszteletet tartottak, melyek szokatlanul nagy részvétel mellett folytak le.

A tulajdonképeni temetés a következő napon, december 23-án, Londonban egészen kivételes ünnepélyességgel ment végbe. Az angol király, a királyi herczegek képviseltették magukat; az európai, az amerikai és az ázsiai nagyhatalmak nagykövetei vagy ezek helyettesei, a brit birodalom és a külföldi tudományos világ megszámlálhatatlan képviselői képezték a család tagjain kívül a hagyományos szertartás szabályai szerint rendezett gyászmenetet, mely megható komoly ünnepélyességével jelezte a veszteség nagyságát.

*Thomson-Kelvin* hamvait a *Westminster-Abbey*-ba vitték, hogy a hozzá hasonló és méltó szellemóriások földi maradványai közepette helyeztessenek el. Ez apátsági épület vezetőségének csak elismerést érdemlő intézkedése folytán, a híres Royal Society volt elnöke, Lord *Kelvin* végleges nyughelyet talált az őt két évszázaddal e tisztségében megelőzőtt nagy honfitársa, a halhatatlan *Sir Isaac Newton* oldala mellett.

A források, melyekből ezen emlékbeszéd megszerkesztéséhez szükséges anyagot merítettem, főleg a következők:



1. *Sir William Thomson, Lord Kelvin* művei; különösen pedig: Reprint of Papers on Electrostatics and Magnetism, London, 1872; második kiadás 1883. — Mathematical and Physical Papers; I., II., III. kötet Cambridge 1882, 1884, 1890.; továbbá: Baltimore Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light, (authoritative edition.) London 1904. — Popular Lectures and Addresses (Constitution of Matter. Geology and General Physics. On Navigation.) Három kötet. London, 1889-től kezdve; ezenkívül:

W. Thomson and P. G. Tait: Treatise on Natural Philosophy. Első kiadása Cambridge 1867.; második kiadása két részben Cambridge 1879. és 1883.; valamint első kiadásának G. Wertheim által elkészített, H. Helmholtz által átvizsgált német fordítása két részének előszavai, melyek Helmholtz-tól származnak, Braunschweig, 1871. és 1874.

2. Leo Königsberger: Hermann von Helmholtz. Három kötet, Braunschweig, 1902., 1903.

3. George F. Fitzgerald: *Lord Kelvin*, Professor of Natural Philosophy in the University of Glasgow 1846—1899. With an Essay on his Scientific Work. And an Account of the Celebrations on the Occasion of *Lord Kelvin's* Jubilee as a Professor. Két arcképpel; az egyik mutatja Thomsont huszonkétéves korában, mikor a glasgowi egyetemhez a physika tanárává nevezték ki; a másik *Lord Kelvin*t hetvennégyéves korában, egy évvel előbb, mielőtt tanárságából nyugalomba vonult. Glasgow, 1899.

4. The Glasgow Herald, Monday, June 15, 1896.

5. Proceedings of the Royal Society. Series A. Vol. 81. Appendix. No. A 543. Obituary Notices of Fellows deceased: *Lord Kelvin*; III—LXXVI. lap. Harrison & Sons, London, June 1908. Három arcképpel, mutatva Thomsont harminczegy és ötvenhárom éves korában és *Lord Kelvin*t nyolczvanhárom éves korában, a mindenkori saját nevelésének lenyomatával ellátva.

Ezen terjedelmes, ismertető megemlékezés szerzője J. L. kezdőbetűkkel írja alá közleményét; nem vélek tévedni, ha állítom, hogy e szerző *Joseph Larmor*, jelenleg Cambridgeben Lucasian Professor of Mathematics.

6. Souvenir of *Lord Kelvin's* Jubilee 1896. Twenty six specially taken Photographs, artistically mounted in Album form. H. Lockhart Field, Glasgow, 1896.

7. Nature, a weekly illustrated Journal of Science: September 7, 1876.; December 26, 1907; January 2, and 16, 1908.

8. Szabadjon végre itt is, miként a szöveg elején, a 2. lapon tettem, személyes érintkezéseimre hivatkoznom; ilyenekre alkalmam volt az 1882. és 1884. években Párisban megtartott nemzetközi elektromossági kongresszusokon, de különösen az 1896. évi június hó 15., 16., 17-ik napjain Glasgow-ban, Thomson-Kelvin-nek egyetemi tanársága ötvenedik évfordulója alkalmával rendezett nagyszabású ünnepségeken; ezen ünnepségek minden résztvevőnek egyik legkellemesebb, felejthetetlen emlékét képezik.





THE UNIVERSITY,  
GLASGOW.

For the Address which I have had the honour to receive from the Academy of Sciences Buda-Pest, through Professor Fröhlich on the occasion of the Jubilee of my Professorship of Natural Philosophy in the University of Glasgow, I desire to express my warmest thanks. I value very highly the great honour which it has conferred on me. The friendly appreciation of my scientific work contained in the Address is most gratifying.

I feel deeply touched by the great kindness to myself, and the good wishes for my welfare, of which it gives expression.

Kelvin  
July 6/96

Glasgow, egyetem.

A Budapesti Tudományos Akadémiának Fröhlich tanár által hozzám juttatott azon üdvözlő átíratáért, melylyel a glasgowi egyetem természettani tanszékére történt kinevezésem ötvenedik évfordulója megünneplése alkalmával megtisztelt, legmelegebb köszönetemet kívánom kifejezni. Igen nagyra becsülöm azt a magasfokú megtiszteltetést, melyben ezáltal részesültem. Tudományos munkásságom jószágos értékelése, melyet az üdvözlő irat tartalmaz, legnagyobb mértékben megörvendeztet.

Az irántam tanúsított jóindulat és a további jólétem iránt kifejezett jó kívánságok mélyen meghatottak.

Kelvin.

1896. évi július hó 6-án.

(A levél eredetijét a M. T. Akadémia könyvtára őrzi.)







|              |   |                 |
|--------------|---|-----------------|
| V. kötet.    | I. Fábrián Gábor rendes tagról. <i>Zichy Antal</i> t. tagtól ... ..       | — kor. 20 fill. |
|              | II. Tanárky Gedeon lev. tagról. <i>Tóth Lőrincz</i> r. tagtól ... ..      | — > 80 >        |
|              | III. Dr. Zlamál Vilmos lev. tagról. <i>Galgóczy Károly</i> lev. tagtól    | — > 20 >        |
|              | IV. Fleischer Leberecht Henrik k. t.-ről. <i>Goldziher Ign.</i> l. tagtól | — > 60 >        |
|              | V. Hornyak János lev. tagról. <i>Szilágyi Sándor</i> r. tagtól ... ..     | — > 40 >        |
|              | VI. Reichard Henrik Vilmos k. tagról. <i>Kanitz Ágost</i> lev. tagtól     | — > 40 >        |
|              | VII. Boissier Péter Edmund k. tagról. Dr. <i>Haynald Lajos</i> t. tagtól  | — > 40 >        |
|              | VIII. Greguss Ágost rendes tagról. <i>Bánóczy József</i> l. tagtól ... .. | — > 40 >        |
|              | IX. Grote Artur külső tagról. Dr. <i>Duka Tivadar</i> l. tagtól ... ..    | — > 20 >        |
|              | X. Rózsay József t. tagról. Dr. <i>Batizfalvy Sámuel</i> l. tagtól ...    | — > 40 >        |
| VI. kötet.   | I. Petzval Ottó r. tagról. <i>Kondor Gusztáv</i> l. tagtól ... ..         | — > 20 >        |
|              | II. Ökröss Bálint lev. tagról. <i>Tóth Lőrincz</i> r. tagtól ... ..       | — > 40 >        |
|              | III. Hunfalvy János r. tagról. <i>Keleti Károly</i> r. tagtól ... ..      | — > 60 >        |
|              | IV. Tóth Ágoston lev. tagról. <i>Hollán Ernő</i> t. tagtól ... ..         | — > 40 >        |
|              | V. Oppolzer Tivadar külső tagról. <i>Konkoly Miklós</i> tiszt. tagtól     | — > 30 >        |
|              | VI. Paúr Iván lev. tagról. <i>Hampel József</i> l. tagtól ... ..          | — > 50 >        |
|              | VII. Pauer János l. tagról. Dr. <i>Czobor Béla</i> l. tagtól ... ..       | 1 > 20 >        |
|              | VIII. Heer Oszvald külső tagról. <i>Klein Gyula</i> l. tagtól ... ..      | — > 80 >        |
|              | IX. Balogh Kálmán r. tagról. <i>Högyes Endre</i> r. tagtól ... ..         | 1 > 20 >        |
|              | X. Pott Frigyes Ágoston k. tagról. <i>Pecz Vilmos</i> l. tagtól ...       | — > 40 >        |
|              | XI. Danielik János t. tagról. <i>Szvorényi József</i> t. tagtól ... ..    | — > 60 >        |
|              | XII. Apáthy István r. tagról. <i>Mattekovics Sándor</i> l. tagtól ... ..  | — > 60 >        |
|              | XIII. Rómer F. Flóris r. tagról. <i>Hampel J.</i> l. tagtól ... ..        | 1 > 20 >        |
|              | XIV. Zsigmondy Vilmos l. tagról. <i>Péchy Antal</i> l. tagtól ... ..      | — > 50 >        |
|              | XV. Rónay János Jácint r. tagról. <i>Pór Antal</i> l. tagtól ... ..       | — > 60 >        |
| VII. kötet.  | I. Pesty Frigyes r. tagról. <i>Ortvay Tivadar</i> l. tagtól ... ..        | — > 80 >        |
|              | II. Gorové István t. tagról. <i>György Endre</i> l. tagtól ... ..         | — > 40 >        |
|              | III. Beöthy Leó l. tagról. <i>György Endre</i> l. tagtól ... ..           | — > 40 >        |
|              | IV. Jendrássik Jenő r. tagról. <i>Klug Nándor</i> l. tagtól ... ..        | — > 60 >        |
|              | V. Rádzsa Rádzsendralála Mitra k. t.-ről. <i>Duka Tivadar</i> l. tagtól   | — > 80 >        |
|              | VI. Kacskovics Lajos l. tagról. <i>Nagy Iván</i> r. tagtól ... ..         | — > 20 >        |
|              | VII. Ballagi Mór r. tagról. <i>Imre Sándor</i> r. tagtól ... ..           | 1 > — >         |
|              | VIII. Lenhossék József r. tagról. <i>Mihalkovics Géza</i> r. tagtól ...   | — > 90 >        |
|              | IX. Haán Lajos l. tagról. <i>Zsilinszky Mihály</i> l. tagtól ... ..       | — > 60 >        |
|              | X. Keleti Károly r. tagról. <i>Jekelfalussy József</i> l. tagtól ... ..   | — > 60 >        |
| VIII. kötet. | I. Szücs István lev. tagról. <i>Ballagi Géza</i> l. tagtól ... ..         | — > 60 >        |
|              | II. Renan mint orientalista. <i>Goldziher Ignác</i> r. tagtól ... ..      | 2 > — >         |
|              | III. Pančić József külső tagról. <i>Kanitz Ágost</i> l. tagtól ... ..     | — > 80 >        |
|              | IV. Bárány Kemény Gábor t. tagról. <i>György Endre</i> l. tagtól ...      | — > 60 >        |
|              | V. Wenzel Gusztáv r. tagról. <i>Vécsey Tamás</i> r. tagtól ... ..         | 1 > 50 >        |
|              | VI. Sir Richard Owen k. tagról. <i>Margó Tivadar</i> t. tagtól ... ..     | 1 > — >         |
|              | VII. Vajkay Károly l. tagról. <i>Tóth Lőrincz</i> r. tagtól ... ..        | — > 60 >        |
|              | VIII. Grünwald Béla l. tagról. <i>Láng Lajos</i> r. tagtól ... ..         | — > 60 >        |
|              | IX. Deák Farkas r. tagról. Bárány <i>Radvánszky Béla</i> t. tagtól ...    | — > 30 >        |
|              | X. Szabó Károly r. tagról. <i>Szilágyi Sándor</i> r. tagtól ... ..        | — > 30 >        |
|              | XI. Markusovszky Lajos t. tagról. <i>Högyes Endre</i> r. tagtól ... ..    | — > 60 >        |
|              | XII. Roscher Vilmos k. tagról. <i>Kautz Gyula</i> r. tagtól ... ..        | 1 > 50 >        |
| IX. kötet.   | I. Cantù Caesar k. tagról. <i>Óváry Lipót</i> l. tagtól ... ..            | — > 60 >        |
|              | II. Dankó József lev. tagról. <i>Pór Antal</i> r. tagtól ... ..           | — > 60 >        |
|              | III. Nagy Imre r. tagról. <i>Fejérpataky László</i> r. tagtól ... ..      | — > 50 >        |
|              | IV. Ludwig K. F. V. k. tagról. <i>Klug Nándor</i> r. tagtól ... ..        | — > 60 >        |
|              | V. Kronecker Lipót k. tagról. <i>Rados Gusztáv</i> l. tagtól ... ..       | — > 30 >        |
|              | VI. Margó Tivadar t. tagról. <i>Entz Géza</i> r. tagtól ... ..            | — > 60 >        |
|              | VII. Gneist Rudolf k. tagról. <i>Concha Győző</i> l. tagtól ... ..        | — > 80 >        |



|              |   |   |               |
|--------------|---|---|---------------|
| IX. kötet.   | VIII. Du Bois-Reymond E. k. tagról. <i>Thanhoffer L.</i> r. tagtól ...              | — | kor. 60 fill. |
|              | IX. Xántus János l. tagról. <i>Mocsáry Sándor</i> l. tagtól ...                     | — | > 60 >        |
|              | X. Hazslinszky Frigyes r. tagról. <i>Mágócsy-Dietz S.</i> l. tagtól ...             | — | > 80 >        |
|              | XI. Finály Henrik l. tagról. <i>Márki Sándor</i> l. tagtól ...                      | 1 | > 20 >        |
|              | XII. Török József és Antal Géza tagokról. <i>Högyes Endre</i> r. tagtól             | — | > 60 >        |
| X. kötet.    | I. Spencer Wells k. tagról. <i>Duka Tivadar</i> l. tagtól ...                       | — | > 30 >        |
|              | II. Szathmáry György l. tagról. <i>Zsilinszky Mihály</i> r. tagtól ...              | — | > 60 >        |
|              | III. Gladstone W. E. k. tagról. <i>György Endre</i> l. tagtól ...                   | — | > 60 >        |
|              | IV. Ábel Jenő l. tagról. <i>Hegedüs István</i> l. tagtól ...                        | — | > 60 >        |
|              | V. Horvát Boldizsár t. tagról. <i>Tóth Lőrincz</i> r. tagtól ...                    | 1 | > — >         |
|              | VI. Nagy Iván r. tagról. <i>Márki Sándor</i> l. tagtól ...                          | — | > 40 >        |
|              | VII. Mihalkovics Géza r. tagról. <i>Thanhoffer Lajos</i> r. tagtól ...              | — | > 50 >        |
|              | VIII. Pasteur Lajos k. tagról. <i>Högyes Endre</i> r. tagtól ...                    | 1 | > — >         |
|              | IX. Capasso Bertalan k. tagról. <i>Ováry Lipót</i> l. tagtól ...                    | — | > 30 >        |
|              | X. Jurányi Lajos r. tagról. <i>Mágócsy-Dietz Sándor</i> l. tagtól ...               | 1 | > — >         |
|              | XI. Bunsen Róbert k. tagról. <i>Than Károly</i> r. tagtól ...                       | 1 | > — >         |
|              | XII. Gr. Andrásy Manó l. tagról. <i>Br. Radvánszky Béla</i> t. tagtól               | — | > 30 >        |
| XI. kötet.   | I. Domanovszky Endre l. tagról. <i>Alexander Bernát</i> l. tagtól ...               | — | > 30 >        |
|              | II. Hauer Ferencz k. tagról. <i>Böckh János</i> l. tagtól ...                       | 1 | > 20 >        |
|              | III. Télfy Iván l. tagról. <i>Pecz Vilmos</i> l. tagtól ...                         | — | > 80 >        |
|              | IV. Szilágyi Sándor r. tagról. <i>Fraknoi Vilmos</i> r. tagtól ...                  | 2 | > — >         |
|              | V. Laufenaucr Károly l. tagról. <i>Kétly Károly</i> l. tagtól ...                   | — | > 30 >        |
|              | VI. Arneht Alfréd k. tagról. <i>Károlyi Árpád</i> r. tagtól ...                     | — | > 40 >        |
|              | VII. Hollósy Jusztinián l. tagról. <i>Fehér Ipoly</i> t. tagtól ...                 | — | > 40 >        |
|              | VIII. Jekelfalussy József r. tagról. <i>Vargha Gyula</i> l. tagtól ...              | — | > 40 >        |
|              | IX. Fodor József r. tagról. <i>Högyes Endre</i> r. tagtól ...                       | — | > 20 >        |
|              | X. Horvát Árpád l. tagról. <i>Károlyi Árpád</i> r. tagtól ...                       | — | > 40 >        |
|              | XI. Halász Ignác l. tagról. <i>Szilasi Mór</i> l. tagtól ...                        | — | > 40 >        |
|              | XII. Tóth Lőrincz r. tagról. <i>Vécsey Tamás</i> r. tagtól ...                      | 1 | > — >         |
| XII. kötet.  | I. Taine Hippolyt k. tagról. <i>Alexander Bernát</i> l. tagtól ...                  | — | > 60 >        |
|              | II. Heller Ágost r. tagról. <i>Fröhlich Izidor</i> r. tagtól ...                    | — | > 60 >        |
|              | III. Kerékgyártó Árpád l. tagról. <i>Békefi Remig</i> l. tagtól ...                 | — | > 60 >        |
|              | IV. Plósz Pál l. tagról. <i>Lengyel Béla</i> r. tagtól ...                          | — | > 30 >        |
|              | V. Bethlenfalvi Balássy Ferencz l. tagról. <i>Szentkláray Jenő</i><br>l. tagtól ... | — | > 80 >        |
|              | VI. Kondor Gusztáv l. tagról. <i>Kövesligethy Radó</i> l. tagtól ...                | — | > 60 >        |
|              | VII. Kroncs Ferencz k. tagról. <i>Wertheimer Ede</i> l. tagtól ...                  | — | > 30 >        |
|              | VIII. Bertrand Sándor k. tagról. <i>Wosinsky Mór</i> l. tagtól ...                  | — | > 30 >        |
|              | IX. Torma Károly r. tagról. <i>Téglás Gábor</i> l. tagtól ...                       | — | > 60 >        |
|              | X. Czobor Béla r. tagról. <i>Békefi Remig</i> l. tagtól ...                         | — | > 80 >        |
|              | XI. Ráth Zoltán l. tagról. <i>Vargha Gyula</i> l. tagtól ...                        | — | > 60 >        |
|              | XII. Szigeti József l. tagról. <i>Berczik Árpád</i> l. tagtól ...                   | — | > 45 >        |
| XIII. kötet. | I. Mátyás Flórián r. tagról. <i>Békefi Remig</i> l. tagtól ...                      | — | > 40 >        |
|              | II. Pulszky Ágost l. tagról. <i>Concha Győző</i> r. tagtól ...                      | — | > 80 >        |
|              | III. Staub Mór  | — | > 80 >        |
|              | IV. Gróf Kuun Géza tisz. és ig. tagról. <i>Goldziher J.</i> r. tagtól ...           | — | > 60 >        |
|              | V. Br. Radvánszky Béla t. és ig. tagról. <i>Zsilinszky M.</i> r. tagtól ...         | — | > 60 >        |
|              | VI. Hoffer László lev. tagról. <i>Balogh Jenő</i> lev. tagtól ...                   | 1 | > — >         |
|              | VII. Hoffmann Pál r. tagról. <i>Vécsey Tamás</i> r. tagtól ...                      | — | > 30 >        |
|              | VIII. Wosinsky Mór l. tagról. <i>Ortvay Tivadar</i> r. tagtól ...                   | 1 | > — >         |
|              | IX. Reclus Elisée k. tagról. <i>Lóczy Lajos</i> r. tagtól ...                       | — | > 80 >        |
|              | X. Csaplár Benedek l. tagról. <i>Ortvay Tivadar</i> r. tagtól ...                   | 1 | > 20 >        |
|              | XI. Schmidt Sándor l. tagról. <i>Schafarzik Ferencz</i> l. tagtól ...               | — | > 60 >        |
|              | XII. Hegedüs Sándor r. tagról. <i>Nagy Ferencz</i> r. tagtól ...                    | — | > 80 >        |
| XIV. kötet.  | I. Bubics Zsigmond t. tagról. <i>Ortvay Tivadar</i> r. tagtól ...                   | 1 | > 20 >        |