

# BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND

## EMLÉKKÖNYV

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MEGBÍZÁSÁBÓL

SZERKESZTETTE

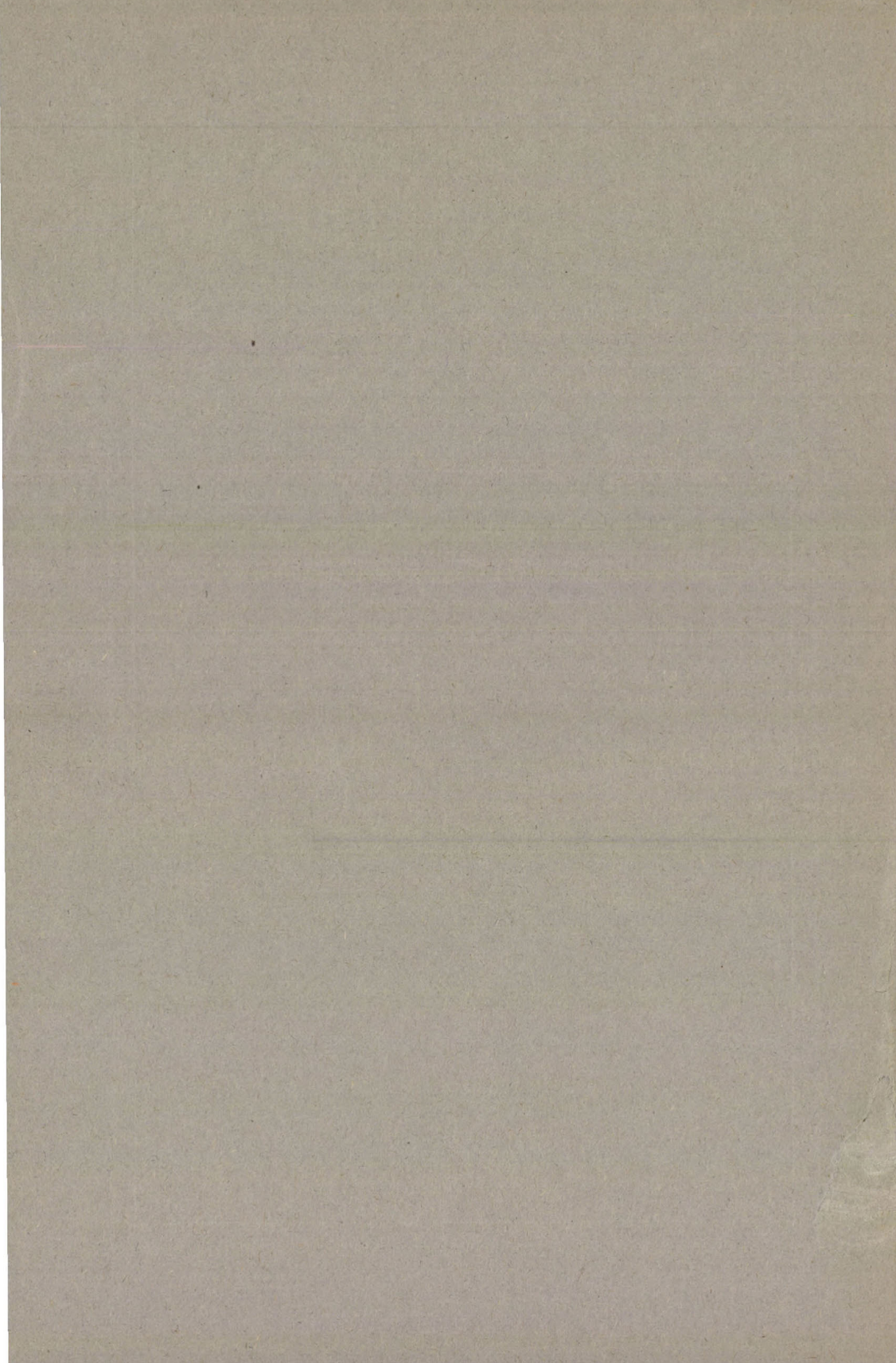
FRÖHLICH IZIDOR

IG. ÉS RENDES TAG, OSZTÁLYTITKÁR

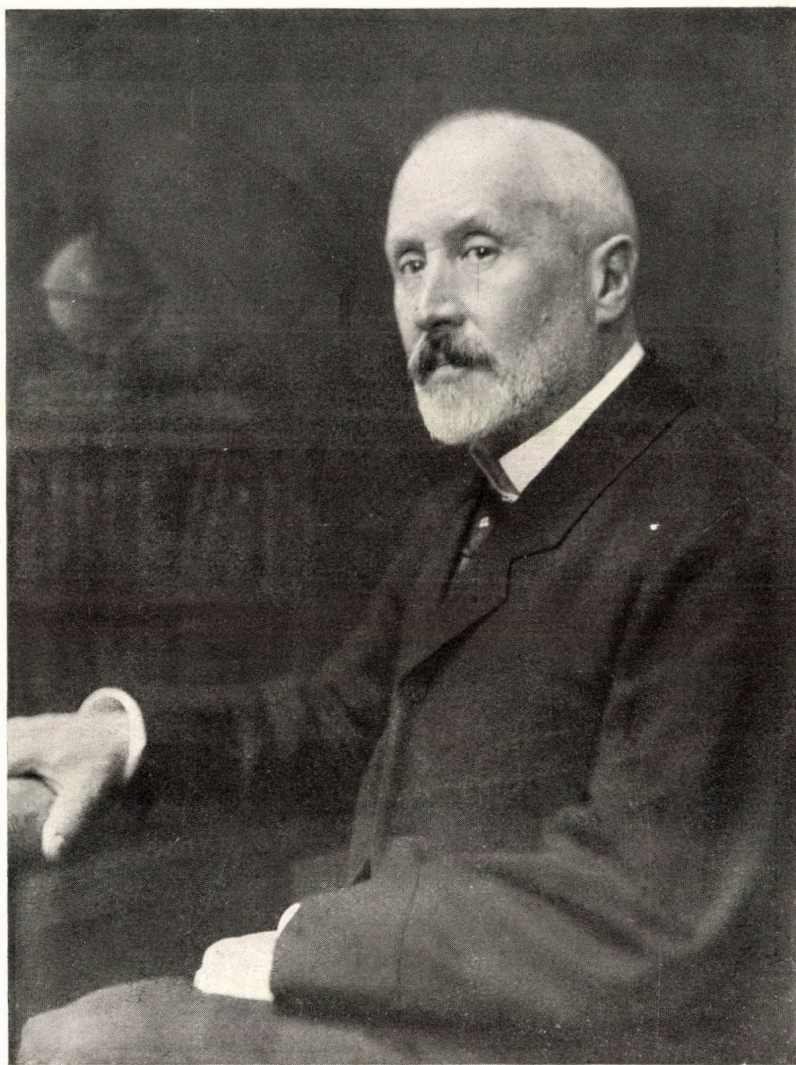
A GRÓF VIGYÁZÓ-VAGYON JÖVEDELMÉNEK FELHASZNÁLÁSÁVAL  
KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

BUDAPEST

1930







*Székely Aladár felvétele, 1913.*

BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND

# BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND

## EMLÉKKÖNYV

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MEGBÍZÁSÁBÓL

SZERKESZTETTE

FRÖHLICH IZIDOR

IG. ÉS RENDES TAG, OSZTÁLYTITKÁR

BUDAPEST

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

1930

FRANKLIN-TÁRSULAT NYOMDÁJA.

## 1.

# BERZEVICZY ALBERT IG. ÉS T. T. ELNÖK ÚR MEGNYITÓ BESZÉDE

a M. Tud. Akadémiának LXXXIX-iki ünnepélyes közülésén,  
1929 május hó 12-én.

### A két Eötvös.

A sorshatalmak tartós frigyét látszottak kötni Akadémiánk és az Eötvös bárók nemzetsége között. Munkásságunknak most már száz évre tehető idejéből nyolcvankét éven át előbb az egyik, majd a másik Eötvös működése és neve szolgált javára és dízére tudós Társaságunknak.

Báró EÖTVÖS JÓZSEFET az Akadémia már 1835-ben, tehát huszonkét éves korában, drámai és műfordítói zsengei alapján választotta meg levelező-tagjává. Az előlegezett bizalom dúsan gyümölcsözött: pár évvel később a *Karthausi* megalapította az Eötvös regényírói hírnevét, melyet azután működése a publicisztika, a jog- és államtudományok terén új fényel övezett, amelynek sugarai a külföldre is kihatottak. Irodalmi munkássága arányában emelkedett állása az Akadémiában is: már 1839-ben tiszteleti tag lett, mikor — az elnyomatás idejében — SZÉCHENYI betegsége miatt visszavonult; 1855-ben másodelnökké s a gróf DESSEWFFY EMIL halála után 1866-ban elnökké választatott; az is maradt 1871 februáriusában bekövetkezett haláláig.

EÖTVÖS JÓZSEFET Akadémiánk különös joggal vallhatta a magáénak mindig, már ama buzgalomnál fogva is, mellyel ő Társaságunk iránti kötelességeit mindvégig szinte példaszerűen teljesítette. Ez a példás buzgalom annál inkább érdemli meg megemlékezésünket, minél ritkább jelenség újabb korszakunk-

ban a közügyek tág terén elfoglalt férfiaknál. EÖTVÖS, elkezdve levelező-tagságán, minden minőségében fáradhatatlan volt az Akadémia dolgai körül, az ülési teendőkön kívül bíráló jelentéseivel, irodalmunk gyöngyei közé sorolható emlékbeszédeivel és elnöki szónoklataival sokszorosán örökítette meg magát évlapjainkon.

Halála után csak két éven át hiányzott névlajstromunkban az EÖTVÖS-név. 1873-ban már ismét megjelenik : viselője a nagy EÖTVÖS JÓZSEF fia, LORÁND, már akkor — huszonöt éves korában — az elméleti fizika rendes tanára a budapesti egyetemen. Atyjától örökölte az Akadémia iránti szeretetet is, mely nemcsak a saját szorgalmában nyilvánult meg, amellyel tudományos munkásságáról intézetünknek is mindig beszámolt, hanem megnyilvánult — mint viszonzott szeretet és bizalom — 1883-ban rendes taggá és 1889-ben az Akadémia elnökévé lett megválasztatásában. Csak rajta mult, hogy a legnagyobb dísz, melyet neki nyujthattunk, nem tartotta meg — úgy mint atyja — haláláig; a minden erejét igénybe vevő nagy tudományos problémák, melyek élete végéveit elfoglalták, 1905-ben lemondásra indították; de helyet foglalt igazgató-tanácsunkban és élénken érdeklődött mindvégig az Akadémia belső élete iránt.

A két Eötvös alakja, amint egymást Akadémiánk elnöki székében fölváltják, egész közéleti és irodalmi munkásságuk alapjára helyezve s egymáshoz való viszonyukban is megvilágítva, nemzeti kultúránk történetének egyik legvonzóbb, legérdekesebb képét nyujtja. Csábít az alkalom, hogy mai ünnepi ülésünk megnyitójaképpen megkíséreljem megvázolni ezt a képet.

Báró EÖTVÖS JÓZSEF kétségkívül egyike volt a legátfogóbb, legegységesebb magyar szellemeknek. Mint lírikus is megnyerő, a bölcselkedő, történelmi és irányregényben korszakot alkot. Kivált SZALAYVAL való benső barátsága a jogtudományok felé is vonzza és főképp börtönügyi problémákkal foglalkozik. Nagyhatású publicisztikai működése, hírneve korán helyet ad neki az első felelős magyar minisztériumban s a kezdődő forra-

dalom fülledt levegőjében, mikor minden kockán áll, higgadt megfontolást igénylő tanügyi reformok alkotását kell megkísérelnie.

Érzékeny, gyöngéd lelke irtózott a forradalom zajától, erőszakosságaitól és vérengzéseitől; külföldre költözik családjával és ott, a haza sorsán bánkódva, az önkéntes számkivetés magányában és tétlenségében mélyreható tanulmány tárgyává teszi a kort felforgató politikai eszméket. Így születik meg magyar és német nyelven legnagyobb irodalmi műve, a XIX. század uralkodó eszméiről szóló, mely majdnem nagyobb hatást aratott a külföldön, mint hazájában s ritka példája annak, hogy a politika is megtermékenyítheti a tudományt. Az elméjének elemző élével megállapított igazságok legnagyobb része ma is megtartotta érvényét s éppen napjaink hozták meg legcsattanósabb bizonyítékát annak, hogy a nemzeti eszme egyoldalú érvényesítése halomra dönti úgy az egyenlőség, mint a szabadság elvét; de másrészt az a bizakodása Eötvösnek, hogy a nemzetiségi elv már túllépte hatása csúcspontját s a jövőben csökkenő erővel fog érvényesülni, csalódásnak bizonyult.

Habár kora fiatalságától fogva mindig a szabadelvű eszmék hevítették s az elnyomásnak és önkényuralomnak nyílt ellensége volt, az abszolutizmus hosszú uralmának lehetősége Magyarországon elcsüggesztette s az ötvenes évek folyamán oly német röpiratokat közölt, melyek bizonyos közeledést mutattak az összbirodalmi eszméhez és a magyar konzervatívok törekvéseihez s csökkentették népszerűségét az országban.

Azonban Ausztriának olaszországi elvesztett háborúja meghozván a Bach bukását s az abszolút rendszer csődjét, a nagy nemzeti ébredés magával ragadja Eötvöst is és most már föltétlenül csatlakozva Deákhhoz, megalkuvás nélkül a 48-iki törvények alapjára helyezkedik. Fiatalkori mereven centralista elveiből is engedvén, most már jobban megérti s lelkesen ünnepli őt a magyar közönség.

A 61-iki rövidéletű országgyűlés Eötvöst is rövid, de fényes parlamenti szerepléshez juttatja; a provizórium beálltával

azonban megint csak a publicisztika tere áll rendelkezésére. Most leginkább a nemzetiségi kérdés foglalkoztatja, melynek azt a megoldását igyekeznek előkészíteni, amelyet azután 1868-ban főképp tőle sugalmazva törvénybe is iktat az országgyűlés. EÖTVÖS liberalizmusát a nemzetiségi kérdésben — mely azonban határozottan visszautasított minden föderalisztikus alakulást — kétségkívül nemes eszményi, némileg optimisztikus felfogás sugalmazta; a csalódás kisebb súllyal nehezedett rá, nagyobb a későbbi nemzedékekre.

Fontos szerepet játszott EÖTVÖS a kiegyezést előkészítő úgynevezett hatvanhetes bizottságban, s mikor a létrejött kiegyezés alapján 1867 februáriusában kineveztetett a második magyar felelős és parlamentáris minisztérium, mint a megosztatlan közvélemény jelöltje foglalta el újra a vallás- és közoktatásügyi miniszteri széket. Négy évre terjedő minisztersége alatt óriási munkát végzett; alapvető törvényeink egész sora hirdeti az ő vezető vagy legalább irányító közreműködését s e mellett behatóan foglalkozott oly vallásügyi és iskolai reformokkal is, melyekre vonatkozó tervei, kezdései és javaslatai rövidre szabott életidejében már tényekké és törvényekké nem válhattak. Megfeszített tevékenysége, alkotó ereje talált elismerést, de találkozott félreértéssel és gánccsal is és ő — kivált második minisztersége elején — gyakran nyilatkozott keserőséggel a nehézségek felől, melyeket nem is mindig az ellenzék gördített útjába.

BÁRÓ EÖTVÖS JÓZSEF, aki a képzelhető leggyöngédebb családapa volt, megérhette azt az örömet, hogy több leányán kívül 1848-ban egy fia is született s azt gondosan fölnevelhette egészen huszonhárom éves koráig, amikor annak fényes tehetségei atyja kívánságával megegyező pályáján már érvényesültek s az atyai szív büszke és boldog reményeket vihetett le magával a sírba.

Levelezése fiával, melynek eredetije ma nagy részben elveszettnek tekinthető, de MORVAY GYŐZŐ másolataiban meg van őrizve, mindkét EÖTVÖS jellemére s főképp egymáshoz való viszonyukra nézve megbecsülhetetlen anyagot tartalmaz, éppúgy,

mint az ifjabb Eötvösnek atyjához intézett levelei, melyeket a nagy tudós leányai kegyeletesen őriznek.

Mint országosan ünnevelt s a külföldön is ismert kiváló férfiú fiának, ki azonfölül érezte, hogy tehetsége őt magát is nagy feladatokra képesíti, az ifjabb Eötvös korán jött tudatára hivatásának. Egy, valószínűleg 17 éves korában, távollevő atyjához intézett levél fogalmazványa már világosan elárulja ezt a hivatásérzést.

«Az ambíció s a kötelességérzet, mely nemcsak egy privilegizált nemzet, hanem az egész emberiség irányában köt le, velem született, e két indulatot kielégíteni, és pedig kielégíteni úgy, hogy a mellett egyéni függetlenségemet megtartsam, életem; s legalább eddig úgy találtam, hogy annak leginkább akkor felelhetek meg, ha a tudományos pályára lépek.» Az iránt is tisztában van már, hogy a természettudományokat kell választania s hogy ezek tanulmányozása végett külföldi egyetemekre kell mennie.

Szinte megdöbbsent ebben a zsenge korban a — talán inkább csak ösztönszerű — korai fölismerése a kitűzendő életprogramnak, melyhez némi fiatalkori ingadozások után mindvégig hű marad.

Hogy az atya e korai érettséggel számolt s arra épített, mutatja, hogy már 16 éves fiának arról ír, hogy ő — az atya — nagy föltevésekkel lépett az életbe, melyek, ha még nagy részökben most sem teljesültek, föltevései maradnak s végső lehelletéig törekvésének céljai. Már akkor kérdezősködés nélkül meg van győződve róla, hogy fia a vizsgálat alkalmával, melyet le kellett tennie, «magához méltóan állotta ki a próbát».

Két évvel később arra figyelmezteti fiát, hogy a név, mely rá száll, «tisztá marad s ha Isten segít, talán fényes lesz, de annak, ki azt öröklí, sem kényelmet, sem fényes állást nem biztosít». Boldognak csak önválasztotta pályán érezhetjük magunkat s ezért, ha fia tisztán a tudománynak akar élni s a természet jobban vonzza, mint az emberek, nem ellenzi választását; saját pályája rögzösebb volt, semhogy sajnálnia lehetne,

ha fia mást választ. De kétli mégis, hogy fia 17 éves korában képes legyen jövője felett véglegesen határozni, s mert maga is, ki kizárólag az irodalomnak és tudománynak kívánt élni, szinte akarata ellenére belesodródott a politikába, elragadtatta magát a gondolattól, hogy nemzetének s az emberiségnek nagy szolgálatokat tehet e téren, nem tudja, vajjon a dicsőség gondolata, mint minden nemesebb kedélyre, fiára is nem fogja-e gyakorolni hatalmát? Ezért óhajtja, hogy meg ne fossza magát a közszereplés lehetőségétől s végezze el jogi tanulmányait, mielőtt a külföldön a természettudományoknak szentelné magát.

«Nem úgy szólok veled, — írja az atya — mint más apák gyermekeikkel. Érettebb vagy, mint korod, a Mindenható nagy tehetségekkel áldott meg s ami ennél fontosabb, nemes kedéllyel; mint barát a baráthoz szólok veled s nem parancsolni, de meggyőzni akarlak.»

A meggyőzés nem egészen sikerült, LORÁND már 1867 őszén búcsút mondott egészen a jogi tanulmányoknak s atyja beleegyezésével Heidelbergbe ment a híres BUNSEN vezetése alatt főkép vegytant tanulni. Bár tehát korán függetlenítette magát bizonyos tekintetben az atyai tanácstól, azért tovább is rajongó tisztelettel és csodálattal nézi atyjának most már egész nagyságában kibontakozó tevékenységét. Hetenkint ír neki s igyekszik követni tanácsát; mohón olvassa beszédeit a lapokban, irodalmi műveit német fordításban megismerteti Heidelberg kiválóságai-val; boldog, hogy atyja elérte célját, melyért egész életében fáradozott, alkotmányt szerzett a nemzetnek! Csodálja megfeszített, de eredményes tevékenységét, ez buzdítja, bátorítja őt, a fiút is, ki magának szemrehányást vél tehetni «ifjúkori hanyagságáért», de most már «derekasan dolgozni akar».

Az atya leveleit mindenekfölött az egyetlen fia iránti határtalan szeretet melegíti át; nem vak, de látó, bölcs szeretet az, mely látja a hibát, a veszélyt is, az ellen küzd, nem parancsoló vagy tiltó, inkább tanácsadó és meggyőző modorban. Fiát szinte költői hajlamra valló természetimádása korán viszi Svájcba, a Rajnához, a tengerre, az olasz tavakhoz. Eötvös nem titkolja

nyugtalanágát, mikor utólag megtudja, hogy a 18 éves ifjú megmászta a Monte-Rosát, később is visszatartani igyekszik őt a veszedelmes havasi turisztikától. Mikor később LORÁND egy északsarki expedícióban akar résztvenni s ez ellen az atyja tiltakozik, nyíltan bevallja, hogy ezt szeretetből, féltésből is teszi, de vannak rá más, komoly okai is.

LORÁND már 1868-ban elhatározzván, hogy a vegytan helyett a fizikát választja szaktárgyául, atyja aggályai ellenére elhagyja Heidelberget s Königsbergbe megy át. Itt csalódás éri, elkedvetlenedik, évközben el akarja hagyni Königsbergét s ekkor merül fel a sarki utazás gondolata, JÓZSEF, aki ellenezte Königsbergét, most marasztalja fiát; fél, hogy hírnevének fogártani, ha a félév végét sem várja be, inti, hogy sarki expedíciók helyett tegye le a doktorátust, melyre majd a tanárság szempontjából szüksége lesz.

Most győz az atya, a fiú lelki válsága hamar elmúlik s kettejük nézetei találkoznak a természettudományok dicsőítésében, azok nagy jövőjének, még a politikára való hatásuknak is elismerésében. A fiú nézetei kissé radikálisabbak, ő a természettudományok feladatát főleg a dogmák megdöntésében látja s vitatkozik atyjával, ki egyetemi törvényjavaslatában helyet adott a hit-tudományi karoknak. Azért az atya mégis világosan látja fiában az EÖTVÖSÖK családi hibáját, — mint mondja — a költői hajlamot, mely az élet elhatározásaiban túlságos hatalmat enged a képzeletnek. A haladó korral és a közeledő — válással mind bensőbb lesz a viszony atya és fiú között, mind teljesebb az egyetértés; az atyja epedve várja vissza, elébe megy s egyik utolsó levelébe ezt a vallomást foglalja: «Szeresd ezentúl is, mind eddig, azt, ki a nagy világon bizonyosan legjobb barátod volt és fog maradni, míg csak él».

EÖTVÖS LORÁND még magával vihette életútjára atyjának azt a tanítását, hogy ha kitűnő, ha nagy ember akar lenni, akarnia kell tudni és nemcsak akarni, hanem magának parancsolni és engedelmeskedni is. Megtanulta tőle azt is, hogy «ha van gyönyör a világon, azt csak a tudomány és szeretet adja»

s hogy «minden munka erősít és neveli is képességünket s ez a fődolog».

Atyjának lelki rokona maradt nemcsak a tudomány és munka szeretetében, hanem idealizmusában is, s költői hajlama mellett, melyet tudományos munkásságában is megnyilatkozni látnunk elméjének csodás elemző erejében; csakhogy míg ez az elemző erő az idősb Eötvösnél az emberi és társadalmi viszonyok legbonyolultabb problémáinak fölfejtésében nyilvánult meg, az ifjabb tehetségében a természet titkaiba való behatolás s azok világos felismerése vált szinte csodaszerűvé. Atyja tanítása nyilvánul meg abban is, hogy már serdülő korában úgy vélekedett, hogy alkotmányunk visszaszerzésére azért van szükség, hogy a műveltségben való haladásunkat biztosítsuk.

EÖTVÖS LORÁND tehát mindenkép sokat köszönhetett atyjának és volt oka megsiratni őt, mikor 23 éves korában a halál megfosztotta őt tőle. Már akkor Pesten volt és készült a tanárságra. Nem föltételezhetjük, hogy LORÁNDOT pályáján csak egy lépéssel is visszavetette volna atyja halála; ellenkezőleg valószínűnek kell tartanunk, hogy ha EÖTVÖS JÓZSEF életben és hivatalában marad, az ő gyöngéd lelkét feszélyezte volna saját fia gyors előmenetelében közreműködni; míg így a nagy férfiú korai halála feletti közrészvét szinte megkövetelte nagytehetségű egyetlen fiának gyors érvényesülését. EÖTVÖS LORÁND, bár csak atyja halála évében, 1871-ben szerezte meg az egyetemi magántanári képesítést, már 1872-ben rendes tanára lett az elméleti fizikának s ezt a tanszéket három évvel később cserélte föl a kísérleti fizikáéval.

Tudományos munkásságának értékével és jelentőségével még e gyűlés keretében szakemberek fognak foglalkozni. Én csak néhány jellemző vonását tudományos pályájának és rövid politikai szereplésének akarom itt megrögzíteni.

Eötvösünknek éppen akadémiai elnöki beszédei mutatják, hogy ő tudta a tudományt népszerű, sőt vonzó, szinte költői módon is tárgyalni, főképp azért, hogy neki híveket, barátokat szerezzen. Nem helyezkedett tudományában soha az «odi pro-

fanum vulgus et arca» fennhéjázó álláspontjára. De senki komolyabban, bensőbbben, odaadóbban és önzetlenebbül nem azonosította magát a tudomány szolgálatával, mint ő. Neki ez az istentisztelet egy neme volt. Egy elnöki beszédjében szépen mondta, hogy «a tudomány, mint féltékeny kedves, csak annak homlokára nyomja csókját, ki minden percét neki szentelte». Mikor az, amitől atyja féltette, bekövetkezett s a politika őt rövid időre meghódította és miniszterséget kellett vállalnia, akkor is nyíltan vallotta, hogy erre csak azért határozta el magát, mert ebben az állásban is a tudomány érdekét remélte szolgálhatni, s az alatt a félév alatt is, míg a miniszteri székhez volt kötve, tudott a tanárképzés, tehát közvetve a tudomány érdekében maradandót alkotni, az Eötvös-kollégium életbehívása által. Neki bizonyára inkább öröme, mint bánatára, a politika sikamlós talaja csakhamar meghozta a felszabadulást és a visszatérhetést a kizárólag tudományos munkához.

Csak aki így beleélte magát a tudomány művelésébe, csak az volt képes oly csodás folyamatossággal, következetességgel és céltudatossággal oldani meg azt a feladatot, mely reá várt. A kapillaritás, a hajcsöveesség törvényének különösen a folyadékok felületi feszültségében való megnyilatkozása volt első vizsgálatainak és kísérleteinek tárgya. Már ezen a téren is sikerült a természeti jelenségeknek egy új törvényére mutatni rá, mely az ő nevéhez fűződött. A jelenségeknek ez a köre vezetett rá a nehézség, a gravitáció problémájának tanulmányozására, melynek céljaira egy új eszközt teremtett, az Eötvös-féle torziós ingát, amely egészen új távlatokat nyitott meg a geofizikai geodéziai és geológiai kutatások és megállapítások számára. A nehézség kutatásai közben munkássága körébe kellett vonnia a földmágnességet is, amelynek megfigyelésére nézve szintén korszakosakká váltak kiszámításai. Így aztán a földben rejtőző hasznos anyagok, különösen olajneműek fölfedezésének előmozdítása által kutatásai óriási gyakorlati jelentőséget is nyertek. Ma három világrészben folynak kutatások az ő eszközével, az ő útmutatása szerint, nagyrészen tanítványai közbejöttével és

az ünnepelt EINSTEIN relativitási elmélete bizonyos tekintetben az EÖTVÖS megállapításaiban bírja támpontját.

És a tudós, kit különösen élete utolsó szakában a hír világszerte szárnyaira emelt, mindvégig magyar hazafi maradt. Ő hazája dicsőségét kereste csak a maga fáradozásai sikerében. Azt tartotta, hogy «ha igazi tudósok és — ami kell — jó magyarok akarunk lenni, akkor a tudomány zászlaját oly magasra kell emelnünk, hogy azt hazánk határán túl is megláthassák és megadhassák neki az illő tiszteletet... Igazán diadalünnep akkor lesz, amikor a magyar tudomány haladását meg fogja látni és gazdagodásnak fogja tekinteni az egész világ».

És midőn ez beteljesedett az ő fáradozása, az ő érdeme által, valóban hazájára háramlik a kötelesség, hogy az EÖTVÖS munkájának ma még nagyobb részben kiadatlan eredményeit az egész művelt világ számára hozzáférhetőkké és felhasználhatókká tegye.

E ponton, midőn végére érek fejtegetésemnek, még egyszer vissza kell térnem az atya és fiú eszményien szép, gondviselészerű viszonyára.

EÖTVÖS LORÁND akadémiai székfoglalójában bevallotta, hogy atyja nevét legnagyobb öröklött kincsének tekinti, mely folyton arra inti őt, hogy reá munkája által érdemessé váljék. Ezt a fogadalmat pazarul teljesítette; a fényes atyái névre új, nem kisebb fényt hozott. És íme, beteljesedett az, amit az atyja alig egy évvel halála előtt, a költő és a bölcs jóstehetségével akkor biztatásképpen írt fiának, hogy ha ő néha csügged is munkájában, azzal vigasztalja magát, hogy — úgymond — «Te majd folytatni fogod művemet és így a magyar kultúrának és tudományosságnak megalapítása, ha nem is az én, legalább kettőnk nevéhez lesz kötve, kollektív dicsőségünk lesz!»...

Ez a kettős csillagzat, mely a Nagy-Magyarország egét bevilágította, nem csökkenő fénnel ragyog a mi ezidőszerint megkisebbedett hazánk fölött is, mint hirdetője a nagy multnak és vezetője egy újabb nagyság zarándokainak. E két név elmulthatatlan emlékének ihletében üdvözlöm a megjelenteket s nyitom meg az Akadémia 89-ik ünnepi közülését.

## EÖTVÖS LORÁND.

KOZMA ANDOR-tól.

Eötvös Loránd, a legnagyobb  
 A legdicsőbb lélek-ember,  
 Akinek fenkölt fénykörébe,  
 Egyszerű életem díszéül,  
 Szabad utam volt énnekem —  
 Eötvös Loránd, a végtelenség  
 Örök törvényeit megértő  
 Világra szóló nagy tudós,  
 Bevégzé földi küldetését  
 S a Végtelenbe visszatért.

Hogy küldetésben járt e földön  
 Fenséges lelki hős gyanánt,  
 A testi étellel nem törődve,  
 Szent borzalommal láttam én.  
 A nagy kaszás már rég lesett rá,  
 Kegyetlen kínnal rég gyötörte,  
 De ő a rémmel szembe nézve,  
 Nyugodtan, büszkén, jajtalan,  
 Tovább rajzolta mindhalálig  
 S be is fejezte köreit.  
 Pár nappal a halál előtt,  
 Mikor már elhülő tagokkal  
 Olyan volt mint egy szép halott,  
 Halált lenéző lángeszével

Még a legújabb alkotását  
 Vizsgálta át gondos szigorral,  
 S finom, fehér megnyúlt kezében  
 Nem reszketett a papiros.

Az én szívem, az reszketett  
 És hangtalan sírt és kesergett,  
 Reménytelen búval búcsúzva  
 A teste romján is hatalmas  
 Nagy lélektől, mely távozik.  
 S a félhomályban ülve némán  
 Szemembe könny gyűlt, hogy ne nézzem  
 A holtra való alakot,  
 Hanem a szép emlékezés  
 Ködfátyolán át újra lássam  
 Azt a remek nagyúri daliát,  
 A díszes férfit, aki volt.

Magasvér hófehér lován,  
 Amelyen annyszor csodáltam,  
 Láttam megint őt látományul :  
 Úgy ült nyeregbe e professzor,  
 Oly biztos, könnyű gráciával,  
 Akár egy régi mesébéli  
 Gyönyörű, kedves, jó király.  
 — Ez Úr! . . . Ez úr minden ízében!  
 Ujjongta szívem, így ha láttam,  
 Kinek évszázak távolában  
 Minden előde, őse úr volt  
 S kiben az ősi úriasság  
 Tökéletessé finomult.

Majd tűnt e kép s új látományul  
 Láttam megint emlékeimben,  
 Mint rég, töretlen ép erősnek

Azt a nemes, mély, nagy professzort,  
A tudós bölcsét, aki volt.

Csodás tudósi műhelyében,  
Sok-sok rejtelmes szerkezet közt,  
A főúri daliás lovasnak  
Gondokba mélyedt mása járt-kelt,  
Megállt, figyelt, eszmélt, leült, —  
Előtte furcsa betűszámok  
Nyüzsögtek és finom kezétől  
Mind szaporábban halmozódtak  
A kiterített íveken.  
Szép homlokát a gondolat  
Rajzása szinte fénybevonta;  
Lelkes szeme tekintetével  
Titokzatos nagy Kháoszoknak  
Titkába látszott látni ő.  
— Úr itt is, a szellemvilágban!  
Ujjongta szívem, így ha láttam,  
Magasra vívó, mélybe néző,  
Hatalmas, hódító nagyúr,  
Kit iskolás korlátokon már  
Felül emelt a génusz.

Mikor halálos ágya mellett  
Emlékezésem visszahozta  
A multból mind a két alakját:  
A vérbeli, s a szellemével  
Magasra lendült nagyurat —  
Megértém, hogy halált kicsinyel  
Az ilyen kétszeres nagyúr.

Megmérte őt és hódolattal  
Méltatja már a földkerekség  
Sok felmagasló nagy tudósa:  
«Közöttünk nála nincs nagyobb. —»

S amit zajos *heüréka* nélkül  
E nagyság gondolt és talált ki,  
Az nem marad csak zártkörű  
Tudós-mulatság, szép kísérlet,  
Nem könyv-igazság, holt betű  
Az áttör az eleven élet  
Szünetlen döngő műhelyébe,  
Mint meglepő nagy új valóság,  
Mint a mind magasabbra vívó  
Emberiség dolgos kezének  
Hatalmas, hasznos eszköze.  
S ha mérni fogják mérlegével  
A földnek mágneses erőit  
S e réven a beláthatatlan  
Mély halmazok titkába lesnek  
S kitárnak rejtett kincseket —  
S ha majd a megrakott hajókon  
Más-más világ-irányba tartva,  
Szelik a zúgó óceánt  
S megfejtik az ő tételével  
A szüntelen súlyváltozásnak  
Rejtelmes új törvényeit:  
Eötvös neve éppúgy fog élni,  
Mint él ma Archimédeszé.  
Pedig már akkor hol leszünk mi  
Minő feledség fogja fedni  
Az árva kis fajt, a miénket,  
Amelyből ő is származott!  
Mily zűrzavarba elmerült múlt  
Lesz már a sok, ma nagyhatalmú  
Akármi többi nemzet is! . . .  
S hány, most világ-bámulta költő,  
Próféta, hős, művész, király  
Híres nevének nem lesz akkor  
Már többé híre-hamva sem,

Mikor még emlegetni fogják,  
Sűrűbben, mint ma itt e honban,  
A nagy tudós, Eötvös nevét.

S ah! . . . én e ritka nagy dicsőnek,  
Nem is tudom, mint érdemeltem,  
Sok éven át mély tisztelettel  
S kimondhatatlan szeretettel  
Meg-megszoríthatám kezét.  
Láthattam őt négy szem-között,  
Magas szféráiból leszállva,  
Nemesszívű, hű, résztvevő,  
Nagylelkű, legjobb emberül.  
Egy dobra nem vert tiszta szép ügy  
Gondjában osztozott velem  
S számomra így a gond öröm lett,  
Mert ez nyitotta meg szemem,  
Hogy lássam azt a legjobb szívű,  
Legemberségesebb nagy embert,  
Akit csak láttam valaha.

Még láttam a halotti ágyon —  
Mily szép, nyugodt, nemes szobor!  
S még látom-e valamikor? . . .  
Ki tudja ezt? . . . De látni vágyom.

## BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND EMLÉKEZETE.

«*Ars longa, vita brevis.*»

1848 július hó 27. — 1919. április hó 9.

FRÖHLICH IZIDOR, ig. és r. tagtól.

Nagyméltóságú Elnök Úr!

Mélyen tisztelt ünneplő közönség!

Tekintetes Akadémia!

Báró EÖTVÖS LORÁNDRÓL, az ő változatosan lefolyt, hetvenéves életéről, a magyar, sőt általánosabban a világtudomány szolgálatában kifejtett munkásságáról, valamint más területeken is tanúsított művelődési tevékenységéről szándékozunk e díszes helyen megemlékezni. Az ő fényes tulajdonságairól és ezek segélyével a tudományban és ennek alkalmazásában elért gyakorlati, világgraszoló sikereiről óhajtunk említést tenni. —

Sokan e jelenlévő díszes közönség soraiból, többen kedves tagtársaink közül is abban a szerencsés helyzetben voltak, hogy személyesen ismerhették őt; és hiszem, hogy az ő emlékezete, bár tíz esztendő múlt el gyászos elhunytá óta, még mindig élénkben él az ő lelkükben.

De nem mindegyikünknek lehetett alkalma közelebbről bepillanthatni életének főtörekvéseibe, a tudományos igazságokat lankadatlanul kereső, kutató tevékenységébe, ezért legyen szabad itt ezekről egyszerűen igazság szerint, röviden megemlékez-nem, hogy az iránta érzett őszinte nagyrebecsülésünknek, mély-séges hálánknak és kegyeletes tiszteletünknek kifejezést adjunk; de különösen azért is, hogy megismerjük, miképpen fogta ő fel a

magyar tudós igazi feladatát e hazában, és hogyan törekedett ő saját felfogását hosszú életén át, változatlan odaadással a tudomány iránt, a maga cselekedeteivel megvalósítani.

Felemlíthetők a következő megjelent Emlékbeszédék báró Eötvös Loránd felett:

1. BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND *Emlékezete*: Dr. PEKÁR DEZSŐ, Emlékbeszéd a Matematikai és Fizikai Társulat 1920. évi április hó 15. napján a budapesti egyetem kísérleti fizikai intézete nagy előadó termében tartott báró Eötvös Loránd Emlékünnepélyén.

Matematikai és Fizikai Lapok, XXVIII. kötet, 1—12. lap, 1920.

2. TANGL KÁROLY, Akadémiánk és a Szt. István Akadémia rendes tagja: Rendkívüli ünnepi ülése a Szt. István Akadémiának Br. Eötvös Loránd tiszteleti tag emlékezetére.

A Szt. István Akadémia Értesítője, V. évf. 1920. 1. szám, 48. lap; Báró Eötvös Loránd Emlékezete: 49—64. lap.

3. TANGL KÁROLY *Emlékbeszéde*. Tartotta a *budapesti egyetem* Eötvös Loránd *ünnepén*, 1923. évi május hó 27. napján, az egyetem aulájában. Matematikai és Fizikai Lapok, XXX. és XXXI. egyfüzetű kötetében, 44—48., 48—60., 60—61., 64. lap, 1923.

4. BERZEVICZY ALBERT akadémiai Elnök úr 1906 évi március hó 25-ik napján tartott elnöki megnyitó beszédében rövid említést tett a közvetlen hivatali elődjéről, kiről mondja, hogy az Akadémia tudománymivelő munkásságának erőteljesebb kifejlődése oly kitünő férfiak vezetése mellett, minő báró Eötvös Loránd volt, magyar tudományosságunkat tényleg előbbre vitte.

M. Tud. Akadémia Értesítője 193—204. füzet, 223. l. 1896.

5. FRÖHLICH IZIDOR r. tag, osztálytitkár búcsúztatója báró Eötvös Loránd igazgató és rendes tag ravatalánál a Nemzeti Múzeum oszlopcsarnokában 1919. évi április 11. napján.

M. Tud. Akadémia Értesítője 253—260. füzet, 297—300 lap. 1919.

Szóljunk először a születése körüli drámai eseményekről.

Báró Eötvös Loránd 1848. évi július hó 27. napján, a budai Születése. Svábhegyen született, mint báró Eötvös Józsefnek és a nemeslelkű Rosty Ágnesnek fia; három leánytestvére közül kettő idősebb, egy pedig fiatalabb volt nála. Atyja ekkor az első alkotmányos magyar vallás- és közoktatásügyi miniszter volt. Hogy miképpen emlékezett vissza báró Eötvös József *húsz évvel később* fia születésnapjának eseményeire, legjobban mutatja az a levél, melyet 1868-ban a heidelbergi egyetemen tanuló fiának írt születése huszadik évfordulójára:

Pest, 1868 július 28. napján.

«Ma töltöd be huszadik évvedet. A nap, melyen születted, éltem egyik legkínosabb napja volt. Anyád a szülés következtében életveszélyben forgott. Benn a városban a feleséges nép lázongott és míg feleségem betegágyánál ülve, remény és kétségbeesés között számoltam érütéseit, a Pest-Budai tornyokról a vészharang hangjai tölték meg az éji csendet, és egyik üzenet jött a másik után, mely minisztertanácsához szólított. Sohasem szenvedtem többet, mint ezekben az órákban; míg hajnal felé BALASSA tudtomra adá, hogy anyád veszélyen kívül van; s őt megcsókolva, a városba lesiettem.»

«Úgy látszik, hogy a végzet most ki akarja egyenlíteni akkori szenvedéseimet és úgy rendelé, hogy éppen általad, ki ekkor öntudatlanul kínjaimat okoztad, éltem legfőbb örömeit átvegyem. Tartson az ég sokáig, tartson testi és lelki egészségben, úgy, hogy Önmagaddal megelégedve érezzed magadat. Többet nem kívánok, mert meg vagyok győződve, hogy magad iránt sokkal követelőbb vagy, mint én valaha lehetnék.»

Korai ifjúsága

Visszatérve ismét LORÁND gyermekkorára, látjuk, hogy őt első éveiben családi otthonában gondosan nevelték és tanították; és hogy tanulmányait helyesen irányítsák, nevelőjének először KELETI GUSZTÁVOT, a festőt, KELETI KÁROLYNAK, a későbbi statisztikusnak fivérét, azután VÉCSEY TAMÁST, a későbbi budapesti egyetemi jogtanárt választották szülei.

De atyja csakhamar kívánta, hogy nyilvános iskolába járjon; azért szülei korán, tizenkét éves korában a kegyesrendiek pesti, igen jóhírű és igen hazafias gimnáziuma negyedik osztályába iratták, és mint nyilvános tanuló, az 1860. év őszétől kezdve LORÁND végigjárta ezt az iskolát; az osztályokat kiténő sikerrel végezte és ugyanott az 1865. tanév végén jó eredménnyel letette az érettségi vizsgálatot.

Pályaválasztás kísérletei.

Milyen pályát kívánhattak szülei fiuk számára? mit lehetett

akkor az országban uralkodó általános felfogás szerint mást várni, mint azt, hogy egy nagy írónak, egy nagy költőnek, egy filozófusnak, egy magas állású államférfiúnak a fia, nem választhat mást, mint azt, hogy az egyetemi jog- és államtudományi tanulmányok elvégzése után közpályára lép, melyen haladva alapos kilátása lehet, hogy előtte idővel egymásután a legelőkelőbb és a legmagasabb tisztségek nyílnak meg.

E közfelfogásnak és minden valószínűség szerint szülei kívánságának is engedve, LORÁND jog- és államtudományi tanulmányait a pesti egyetemen kezdte; de már az érettségi vizsgálata után erősen jelentkező hajlama a mennyiségtan és a természettudományok iránt ellenállhatatlanul az ily tárgyak studiumára is készítette őt.

Loránd mint  
joghallgató.

Atyja, ki hajlamait korán észrevette és ezeket némileg elősegíteni is óhajtotta, nem akart ellenállani fia óhajainak, úgy, hogy jogi tanulmányai mellett, az ő megbízásából, a természettudományokra KRENNER JÓZSEF SÁNDOR, a későbbi egyetemi tanár oktatta őt, különösen az ásványtanra és kőzetanra; de e mellett a vegytan iránt is igen érdeklődött és THAN KÁROLY-nak, e tárgy egyetemi tanárának laboratóriumában serényen dolgozott és pedig oly sikerrel, hogy tanára az Akadémia elé terjesztett egyik dolgozatában báró EÖTVÖS LORÁND segítségét nyíltan beismerte.

A matematikából e tárgy egyik egyetemi tanára, PETZVAL OTTÓ az 1864. és 1865. években magánoktatást adott neki és erről LORÁND bárónak kívánságára 1871-ben szép magánbizonyítványt állított ki. Őneki magának, mint maga mondotta, nagy örömet okozott, mikor egy ízben atyjától kapott új matematikai tankönyv felvágása közben nagy élvezettel érezte a nyomtatott lapokból az olvasó felé áradó friss nyomdai szagú tudományos léggörte.

Ezenkívül dr. KONDOR GUSZTÁV egyetemi tanár csillagászati előadásaira is szorgalmasan eljárt.

E közben atyja kívánságára folytatta az egyetemen jogi- és

államtudományi tanulmányait és azokat, saját írásbeli Curriculum Vitae-je kijelentése szerint, be is fejezte.

Jogi tanulmányai.

Azonban belátható és LORÁND báróra nézve mindinkább érezhető volt az, hogy e kétféle, egymástól annyira különböző, tanulmánya nem maradhatott sokáig zavartalanul együtt *egy elmében*; a szétválásnak nemsokára be kellett következnie.

Ezt, a LORÁND báró életében oly fontosnak jelentkező *mentális fordulatot* ő maga, 1866. évi március hó 28. napján, *nem egészen tizennyolc éves korában*, atyjához írt levelében következőképpen fejezte ki:

Ellenállhatatlan természet-tudományi vonzalma.

Kedves Atyám!

«Bocsásd meg, ha vidám csevegés helyett, melyet talán fiadtól elvársz, kissé komolyabb tartalmú levelet kapsz. Midőn köztünk multkor külföldre menetelem terve szóba jött, hallgattam; tettem azt nem annyira nyíltság hiánya miatt, mint inkább félelemből, érzelgősnek tetszeni; ebből természetesen szándékom okainak félremagyarázása keletkezett s így én, habár tervemről már lemondtam, igazolásomul hozom föl azoknak főbbjeit.»

«Az ambíció és a kötelességérzet, mely nemcsak egy privilegiált nemzet, hanem az egész emberiség irányában köt le, *velem született*; e két indulatot kielégíteni és pedig kielégíteni úgy, hogy a mellett egyéni függetlenségemet megtartsam: életcélom, és legalább eddig úgy találtam, hogy annak leginkább akkor felelhetek meg, ha a tudományos pályára lépek. Miután beláttam, hogy a jogtanulmányok elmulasztása, ha fentemlített nézetem mellett megmaradok, csak félszeggé tenne, ha pedig más pályát választanék, az elé akadályt gördítene, e gondolattal, melynek megvallom sokáig rabja voltam, felhagytam; de csak megerősödtem azon véleményemben, hogy a természettudományokat, tekintetbevéve azoknak jelen terjedelmét, csak két esztendőre félrevetni, rám nézve nagy hátrány lenne. Jól tudom, hogy Te nem kívánod; sőt a könyvek által,

melyeket nekem ajándékozol, magad segítsz előre; de képes vagyok-e én egyedül azokból tanulni? Tanulom az ásványtant és nem ismerem ásványt; tanulom a geológiát és a legegyszerűbb formációnál kétségben vagyok; tanulom az állattant állat, a növénytant növény nélkül, egyszerűval, *a természettudományt, természet nélkül*. E bajon, külföldi egyetemen, jó tanárok vezetése alatt, úgy hiszem, segítve lenne.

Még egy, ettől egészen elváló okot hozok fel.

Abban a korban vagyok, midőn az ember még nem férfi és már nem gyermek; kilépve a gyermekszobából, a világ még nem nyit ajtót; ha valaha, úgy ilyenkor érezhető a társaság szüksége; megbocsáthatod tehát nekem, ha én kartársaimmal — egy-kettőnek kivételével — ellenkezésben állva, ismét el-, a külföldre vágytam. Ezek voltak fő okaim.»

«Tudom, hogy az általam felhozott érvek megcáfolhatók; hogy többek között például kémiát itt is jól tanulhatok, kényelmemen erőt vehetek; meg is nyugodtam akaratomban, de legalább láthatod ezekből, hogy óhajtasom nem pillanatnyi szeszély, hanem ha téves is, amennyire tőlem kiltelt, higgadt meggondolás eredménye volt.»

«Újból kérek, bocsásd meg, ha kényelmem által gondot okoztam Neked; mire visszajössz, fiadat a római jog mellett találod. Talán mulatságosabban írhattam volna, de így legalább tudod, mit akart és mit akar fiad.»

(Az egészség jó, mindnyájan velem együtt csókolnak.)

E levél kelte után nemsokára bekövetkezett az 1866. évi porosz-osztrák-olasz háború, mely legalább egyidőre báró EÖTVÖS LORÁNDnak külföldi utazása s hosszabb időre terjedő külföldi tanulmányai elé akadályokat gördített. Ezalatt itt a pesti egyetemen jogi tanulmányait befejezte, bár a természettudományok iránt érzett belső hajlama mindinkább erősödött. —

Megérkezés  
Heidelbergbe.

Ámde, a következő 1867. év október havában már Heidelbergből írja atyjának, hogy szerencsésen érkezett oda. És még húsz évvel későbbben TREFORT ÁGOSTON-hoz, az akkori vallás- és közoktatásügyi miniszterhez írt *nyílt* levelében mondja: «Nem felejtheti el azt a percet, mikor a vonat, melyben ült, a Neckar-menti völgyben a heidelbergi pályaudvarba berobogott: «már azért is boldognak érezte magát, mert ugyanazt a levegőt szívhatta, mint azok a tudós férfiak, kiknek híre oda vezérelte.» «Nem átallok az egyéni érzésemre hivatkozni, nem bánom, ha némelyek ezt mosolygást keltő érzelgésnek fogják nevezni, mert meggyőződésem, hogy a tanulónak a tudomány művelői iránti tisztelete és szeretete az első és legerősebb biztosítéka annak, hogy a tanulási szabadságát valóban tanulásra használja.»

Heidelbergi  
tanulmányai.

Megérkezete után írja továbbá atyjának, hogy ott főleg KIRCHHOFF GUSZTÁVnak, a fizika világhírű tanárának, a spektrális analízis egyik felfedezőjének az előadásai és laboratóriumi gyakorlatai rendkívüli módon érdekelték és lekötötték; de ott volt BUNSEN ROBERT, a kémia világhírű tanára, a spektrális analízis társfelfedezője, kinek nemcsak előadásait látogatta szorgalmasan, hanem laboratóriumában is buzgón dolgozott; ott volt HELMHOLTZ HERMANN, az egyaránt jeles anatómus, fiziológus, matematikus, fizikus és filozofus; ott volt még a jól ismert matematikus: KÖNIGSBERGER LEO, és a nagyhírű geometra: HESSE.

Mindezeknek az elsőrangú tudósoknak tanításai és a velük való együttműködés termékenyítő és lelkesítő áldásként hullott báró EÖTVÖS LORÁND tudományoszomjas elméjére és kedélyére, és mondhatni, alig lehetett volna akkor oly egyetemet találni, melyen fényesebb elmék együttlétéből keletkezett magasabb rendű tudományos légkör alkalmasabb lett volna az exakt tudományok iránt sóvárgó fiatal adeptusnak a természettudományokba való bevezetésére.

Úgy látszik, KIRCHHOFF tanár egyénisége vonzotta báró EÖTVÖS LORÁNDOT legjobban; nemcsak hogy összes előadásait legszorgalmasabban látogatta, hanem ezeket mind feldolgozta;

nemcsak a kísérleti, de az elméleti természettani különböző előadásában is részt vett; így a főelőadásain kívül a rugalmasság, a fénytán és az elektromosság elméletével is foglalkozott. De különös buzgósággal dolgozott KIRCHHOFF fizikai laboratóriumában kísérletileg is: nagy gonddal és pontossággal végzett ott körülbelül tizenöt fizikai alpmérést és meghatározást, melyet azután mintaszerűleg kidolgozott.

De LORÁND báró HELMHOLTZ előadásait sem hanyagolta el, melyeken különösen a fénytán és a hangtán élettani részeivel ismerkedett meg; BUNSEN általános vegytani előadásait szintén szorgalommal látogatta és kémiai laboratóriumában vegy-analitikai vizsgálatokat végzett.

Így folyt le megfeszített munkában a heidelbergi három egyetemi félév: az 1867/68. tanév két féléve és az 1868/69. tanév első fele; LORÁND báró ekkor elemében érezte magát és szívós kitartással, a kedvező segédeszközök helyes felhasználásával, teljes odaadással engedte magát át kedvenc tanulmányainak, melyekben szemmel láthatólag nagy haladást tett.

De már az édesatyjával való sűrű levelezésükben LORÁND bárónak jövő *életpályája* képezte eszmecseréjük egyik fő-tárgyát. Hiszen meghatározott életpálya választása nélkül céltalan lett volna folytatni LORÁND bárónak természettudományi tanulmányait. Az *életpálya kérdése* volt az, amellyel LORÁND báró, édesatyjához Heidelbergből 1869. évi január hó 20. napján kelt levelében részletesen foglalkozik. Az ő felfogása szerint az *általa választandó életpályának ideálisnak kell lennie*, mert annak az alapelvnek, melyet minden tevékenységünkben alapfeltételül választunk, olyannak kell lennie, melyért szívünk feldoboghat s mely már magában önthet megelégedést keblünkbe; hozzá nehézségek között is hűnek kell maradnunk. Mert minden egyének kötelessége az emberiség boldogításáért tőle *telhetőleg közreműködni*; és ő *a hazában kíván az emberiségért valamit tenni; legfontosabb feladata az ország művelődésében közreműködni, érti a szellemi művelődést; és ezt a tudomány terjesztésében látja. Feltett szándéka e szerint ez; és mert az erőit teljesen működni fogja*

Életpálya  
kérdése.

érezni, s mert erre ő szebb módot nem lát, mint tanári állást hazai tudományos intézeteink egyikében: ilyet kíván elfoglalni; hiszen nézete szerint az egyetemi professzura egyenértékű jövedelmi forrás az államtitkársággal»

Édesatyjának LORÁND báró e kijelentésére érkezett válaszában, melyet ugyancsak Heidelbergből 1869. évi február hó elején kelt levelében elismer, örömtől áradóan megköszöni atyjának a fentjelzett életpályájához adott teljes beleegyezését, újra kifejezi határozott akaratát egyetemi tanári állás elnyeréséért és elég erőt érez magában az ily állással járó terhek elviseléséhez; s midőn atya közelebbi tudományszaka után kérdezősködik, határozottan kijelenti, hogy ezzel már jó idő óta tisztában van: ez a fizika; s a továbbiakban részletezi felfogását e tárgyról. Úgy mondja: nem kizárólagosan az experimentumot tartja megvizsgálandónak, hanem az elméletet is. Példaként hozza fel a melegtéoriát, az úgynevezett termodinamikát, amely szerinte két egyszerű tapasztalati tételből a meleg jelenségeinek igen nagy számát aránylag könnyen tudja értelmezni, míg ezzel szemben a kémiában minden egyes eredményt külön törvényben fejeznek ki.

Fizika választott főtárgya.

A tudományban főcélját abban látja, 1. hogy miként kell kísérleteznünk, jobban mondva, miként kell a kérdést felállítanunk, hogy a természet a kérdésre felelhessen, 2. hogy miképpen lehet a feleletet egyszerű törvényekre visszavezetni? Hogy LORÁND báró ezeket az eljárásokat jól elsajátíthassa, szeretett tanárának, KIRCHHOFFnak tanácsára az 1869. évi nyári félévet a *königsbergi* egyetemen kívánja tölteni, hol FRANZ NEUMANN-tól, a kristálytan híres tanárától, de egyszersmind az elméleti természettan egyik legnevesebb előadójától ezeket, a neki még hiányzó módszereket legjobban megtanulhatja.

Königsbergi egyetemi tanulmányai.

Az 1868. évi december 30-án *Königsberg*ből kelt levelében atyjának és családjának ott tartózkodása miatti aggodalmait eloszlatni törekszik és családjára iránt érzett ideális vonzalmának meghatóan ad kifejezést, mely érzelm hozzá tartozói iránt mindenkor eszményi kötelékként fűzte össze családjuk tagjait.

De amely felcsigázott várakozással érkezett meg LORÁND báró *Königsbergbe*, ugyanakkora csalódás érte őt ott az egyetemen; legalább tartózkodása első idejében.

Ugyanis Königsbergből 1869. évi május hó 8. napján kelt, atyjához intézett levelében panaszkodik, hogy két tanára, FRANZ NEUMANN, a fizikus és FRIEDRICH RICHELOT, a matematikus előadásainak hallgatása neki nagy nehézségeket okoz. Ők ugyanis előadásaikban tisztán és elvont módon fogják fel a természeti jelenségeket és így mindinkább távozni látszanak a természettől.

E kezdeti nehézségei onnan származtak, hogy ezek a tanárok igen jelentékeny előismereteket tételeztek fel hallgatóiktól. LORÁND báró jelzi, hogy a pesti egyetemről jövő hallgatók a heidelbergi egyetem tanárainak előadásait könnyebben képesek követni, mint a *königsbergi* NEUMANN és RICHELOT előadásait, melyek neki eleinte oly nehézségeket okoztak. A levél végén közli a Königsbergben hallgatott előadásai sorozatát: RICHELOT: Analitikai mechanika, heti négy óra, hozzátartozó matematikai szeminárium; NEUMANN: Optika-elmélet, heti négy óra, Potenciál-elmélet, két óra, hozzátartozó fizikai szeminárium; LUTHER: Elméleti csillagászat; a csillagászati eszközök használata.

1869. évi május 21. napján lelki állapota felől írja atyjának:

«Nem tudok itt megnyugodni. Napról-napra kedvetlenebb leszek és inkább vágyódom hazatérni. Az előadásokban élvezetet nem találok és haladni nem tudok; én azt képzelem, hogy énreám nézve a leghasznosabb volna innét mentől előbb elutazni; ehhez kell a Te (apai) tanácsod és beleegyezésed és valami ok, hogy távozásomat itteni ismerőseim előtt valamiképen fedezhessem, mert megvallom, sem azt, hogy magamat képesnek nem érzem, sem azt, hogy nincs elég türelmem a félév végét bevárni: ezt itt nem örömet publikálnám.»

Tanulmányi nehézségek.

LORÁND báró e szerint kérdi atyját, vajjon ő távozását célszerűnek tartja-e? mert ő maga, LORÁND báró úgy vélekedik, hogy abban az irányban, melyre talán tehetsége van, itt tovább haladni semmi alkalma nincs. Mintegy kétségbeesetten kérdi apjától: mit tegyek?

E kényes kérdésére atyja azonnal válaszol, amit fia 1869. évi május hó 27-i, hozzá intézett levelében elismer: maradjon fia Königsbergben a félév befejeztéig, mert atyja nem tarthatja a tanárok előadásait olyanoknak, amelyekből fia semmit sem tanulhatna. LORÁND báró engedett apja tanácsának és kiderült, hogy atyjának teljesen igaza volt.

Azonban LORÁND bárónak a továbbiakra nézve is tervei voltak: szeretne a königsbergi félév bezárta után a berlini, a göttingeni, a lipcei egyetemeken egy-egy hetet tölteni, hogy ezeket kissé megtekinthesse és csak azután térne haza. Sajnálja atyjának nehéz országgyűlési küzdelmeit.

A közben azonban LORÁND báró 1869. évi június negyedik levelében már jelzi, hogy a *munka* megváltotta őt az előbbi elégiás hangulatából és most már főleg családjára és a következő svájci útjára gondol.

Szerette volna ma Königsbergben KANTnak kedvelt napi útját is úgy végigjárni mint hajdanában azt KANT tette, de az út már nagyrészt be van építve házakkal, úgy hogy a régebbi út már nem is járható. Megemlíti, hogy egy havas napon KANT szobrának a fejét valaki hálósapkával fődte a havazás ellen, ami ott nagy derűtséget okozott; LORÁND báró itt megjegyzi, hogy e helyen a természeti szépségek hiánya nem akadályozhatta KANTOT filozófiai rendszere megalkotásában.

Königsbergben  
Kant emléke.

Kibékülés a  
königsbergi  
tanulással.

E közben különösen NEUMANN tanítási eljárására nézve LORÁND báró lényegesen megváltoztatta a véleményét. Ugyanis úgy NEUMANN, mint RICHELOT most már hetenként egy-egy feladatot adtak megfejtésre; ezeknek megoldása mégis csak engedett némi szabadságot a gondolkodásnak; a megfejtéseket és a hozzájuk vezető eljárásokat a hallgatósággal együtt szín-

tén heti egy-egy órában beszéltek meg, de különösen megkritizálták és megvitatták; ezekből a fiatalok sokat tanultak.

A königsbergi félév befejeztével az 1869. év nyarán több ismerősével nagyobb kirándulásokat tett LORÁND báró; a legérdekesebb Heiligenblutba tett útjuk volt, melyet édesanyjának részletesen ugyan, de csak írónnal írt le és rajzzal kiegészített, minthogy *Heiligenblutban* tintás íróeszközt nem kaphatott.

A következő ősszel 1869. évi november hó 6. napján ismét Heidelbergből írja atyjának, hogy csak az, ki kizárólagosan él a tudománynak, haladhat igazán előre benne; ő most már igen jól érzi magát újra *Heidelbergben* fiatal ismerősei társaságában (LENGYEL BÉLA, HERTZ, MÓRITZ); humorosan megjegyzi, hogy hetenként szombaton jó össze az úgynevezett «physikalischer Verein», hol mérsékeltén söröznek, de mérték-telenül énekelnek. Folytatja: Jobb részét annak, amit tudok, a magamféle emberekkel való tudományos beszélgetés által tanultam, mert végre, előbb-utóbb vita keletkezik és kényszeríti az embert erejét összeszedni és tárgyát önállóan áttekinteni. Atyjának a német «*Burschenschaftok*»-ra és a német «*Kneipe*»-kre célzó intéseire azt feleli, hogy ő már többször mondotta és teljesen meg van győződve arról, hogy a német tudományosság a német «*Kneipe*» nélkül nem létezhetnék. Bizonyára nem egy nagy eszme sör mellett született meg és alkotójától eleinte jó élcnak vagy tréfának volt szánva. Ezért ajánlja, hogy aki a német tudományos életet és a német «*Kneipe*»-t meg akarja ismerni, az jöjjön *Heidelbergbe*, itt elég magyar fiatalember van; így HELMHOLTZ-nak hét magyar hallgatója van; de nem mindegyik természettudós, van közte egy teológus is.

Ismét Heidelbergben.

Az u. n. physikalischer Verein.

Egy kis földrengés akkoriban ott humoros esetekre szolgáltatott okot. —

LORÁND báró Heidelbergből 1869. december hó 21. napján mozgalmas, őt nagyon nyugtalanító kedélyállapotáról értesítette édesatyját. Ugyanis, a híres PETERMANN német geografus, térkép- és folyóiratkiadó kisebbszerű északsarki expedíciót tervezett, melyben résztvenni LORÁND bárónak egyik

Északsarki expedíció iránti vágy .

fővágya lett; ezt közli atyjával, részletezi a tervet, említi, hogy részvétele az expedícióban egyezer tallérba kerülne. Erre atya azonnal helyteleníti fia e szándékát, jelzi a lehetséges veszélyeket, anyjának leírhatatlan aggodalmát, ki fiát folyton életveszélyben látná, és határozottan megmondja, hogy fia nagy hibát követne el, ha élete céljául kitűzött feltételeiben ingatag lenne, mert ezzel tanulmányi idejéből legalább egy évet veszítene, még akkor is, ha egészségben térhetne vissza, ami nem feltétlenül biztos. Az expedíció tervéhez egyáltalában nem járulhat, inti a fiát, hogy PETERMANN-nal a terv tárgyában szakítson és ne kötelezze magát semmire. Végre ő máskor is mehetne expedícióval.

Ez atyai intésekre LORÁND báró 1869. évi december 28-i levelében tisztelettel kijelenti, hogy az expedícióra nézve édes-atyjának a határozatát fogja követni, mert mint engedelmes fia, atya érveinek helyességét belátja és különösen azt, hogy az expedícióban való részvétele esetén a tervbevett bölcsészeti doktori szigorlatát legalább egy esztendei késedelemmel tehetné le. Azonban kijelenti, hogy atya téved, ha azt gondolja, hogy ő az ő választott életcélját nem tartotta volna szemmel, hanem nyomatékosan, *most újra kijelenti, miként ezt már ezelőtt négy évvel tette, hogy a tudományos pályát feltétlenül követni akarja és minden erejéből törekedni fog hazájában és ha ott akadályokat gördítenének eléje, Németországban mint tanár működni.*

E céltól eddigelé nem tért el, mert tőle eltérve, saját egyéniségét kellene megtagadnia.

A következő, Heidelbergből 1870. évi január 25-én írt levelében bizonyos pénzbeli ügyekről szól; ebben LORÁND báró bevallja, hogy pénzt szórakozásra költött, de azért nem szűnt meg dolgozni és erkölcsileg legkevésbé sem süllyedt; a reá következő, ugyane helyről 1870. évi február hó 2-i levelében írja apjának, hogy beismeri előbbi tévelygéseit, de a *játékot erélyesen kerülgette* és amit apjának megígért, azt meg is tartotta.

A Heidelbergből írt 1870. évi február 13-i levelében atyjának a doktori vizsgálatáról tesz említést; azt július előtt nem te-

Loránd báró  
lemond az  
expedícióban  
leendő rész-  
vételtől; élet-  
pályáját foly-  
tatja.

heti le. Ő e végből HELMHOLTZ nagy előadását «*Az erő megtartása elvéről*» címen részletesen tanulmányozza. Ezután valamely [nagyobb kísérleti vizsgálatot, otthon vagy Párizsban vagy Berlinben óhajt végezni. Jelzi, hogy ott Heidelbergben akkoriban már a régebbi szokás szerint készült doktori disszertáció megszűnt a doktorátus kelléke lenni és ez a divatból teljesen kiment; a mérték teljesen megváltozott. Régebben a disszertáció valamely kritikai, sőt kompilatórius munka lehetett; most csak mint valamely önálló kutatás eredménye bír értékkel. De öneki nem volt szerencséje a foszforescencia körül végzett bizonyos kísérletezéseivel.

Előkészítés a bölcészeti doktorátusra.

Heidelbergből 1870. évi február hó 20-án kelt levelében mondja, hogy bár szereti nagyon e városkát, kellő társaság hiányában most megunta és vagy Luzernbe vagy Pentelére szeretne két hónapra menni, hogy nyugta legyen; egy későbbi levelében írja atyjának, hogy ismerőseivel együtt a luzerni kirándulás nekik nem sikerült, a pilátusi hegymászás sem, miért visszament Heidelbergbe. Atyjához írt további leveleiben érdeklődik az atya által az országgyűlés elé terjesztett törvényjavaslatok iránt; megjegyzi, hogy Heidelbergben már zöldülő tavasz van; tudatja apjával, hogy szivaros lett.

Végre, amire az egész 1869/70. tanéven át gondosan készült, 1870. évi július hó 8. napján letette a bölcészeti doktorátust és pedig a természettanból mint főtárgyból, a matematikából és a kémiából mint melléktárgyakból, GUSZTÁV KIRCHHOFF, LEO KÖNIGSBERGER és ROBERT BUNSEN tanárok előtt; szigorlatát «*summa cum laud.*» fokozattal fogadták el, reményli, hogy atyjának ez öröme fog szolgálni. Ez a summa cum laude fokozat sokak által irigyelt megtiszteltetés; ezenfelül úgy ez, valamint a közvetlenül alatta lévő fokozat feljogosít egy munka benyújtása és egy halom formalitás teljesítése után az egyetemi docenturára.

A doktorátus letévése.

Folytatja: Ha jól vagyok értesülve, ebben a félévben ez a fokozat kívülem csak egy jelöltnek adatott; s a kultuszminiszternek öröme telhetik abban, hogy ez is magyar volt: a győri König Gyula.

származású KÖNIG GYULA, ki később a budapesti műegyetemen a matematika neves tanára lett. Ígéri atyjának, hogy legkésőbb 1870. évi július hó 17. napján ismét otthon lesz.

A doktori oklevél megszerzésével, miként atyja tréfásan megjegyezte, báró EÖTVÖS LORÁND számára megszűnt a «*Wilhelm Meisters Wanderjahre*» időszaka; és LORÁND báró egyenletesebb területre, tényleges életpályája útjára törekedett.

Hazáhozott  
feljegyzései.

LORÁND báró németországi tanulmányai idejéből igen sok, részben saját, részben idegen kézírású feljegyzést is hozott haza; ezek főleg hallgatott előadásainak gondos átdolgozását, részben pedig oly közléseket tartalmaznak, amelyek hallgatására vagy feljegyzésére öneki magának nem volt ideje, de érdeklődve ezek iránt, mások által feljegyeztette vagy másoltatta. Sok szemináriumi dolgozat van közte. Egy kisebb terjedelmű jegyzőkönyv magában foglalja KIRCHHOFF elméleti fizikai előadásainak részletes, pontos összefoglaló átdolgozását, melyet doktori szigorlatára való készülése közben alaposan felhasznált. —

Hazatérés.  
Kutatásai.

Hazatérve, az 1870. évi nyár folyamán önálló bűvárlatokkal kezdett foglalkozni; e vizsgálatok között azt a saját szerű kérdést tárgyalja, vajjon lehet-e a vonzási elmélet tételeit a rezgési elmélet alaptételeire visszavezetni?

E kérdés kutatásában LORÁND báró máris nagyjelentőségű eredményekhez jutott, melyeket: «*A rezgési elméletből következő távolbani hatás törvényéről*» című dolgozatában összeállított, melyet később mint habilitációs dolgozatot a pesti egyetem bölcsészeti karához be is nyújtott. Ez az értekezése bizonyítékkal szolgál arranézve, mennyire képes szerzője a természettani kérdéseknek önálló mennyiségtani tárgyalására.

Természettudományi  
Társulat.

E közben a kir. m. Természettudományi Társulat tisztújító ülésén választmányi taggá és a Társulat közlönyét szerkesztő bizottság tagjává választották s azóta a Társulat életében tevékeny részt vett.

Ugyancsak e Társulat 1870. évi december hó 8-i ülésén LORÁND báró előadást tartott «*Doppler elvéről*» és ezzel előadó-képességét nyilvánosan bebizonyította.

Édesatyjának 1871. évi február hó 2. napján bekövetkezett Atyja halála. gyászos és országos részvétet keltő halála kissé késleltette LORÁND bárónak egyetemi magántanári képesítése iránti kérelme benyújtását; ez csak 1871. évi március 5. napján történhetett meg. —

Időközben azonban a közoktatásügyi m. kir. kormány is már Kormányintézkedések: új egyetemi tanszékek. bizonyos intézkedéseket törekedett megvalósítani, melyek a pesti egyetemen az exakt tudományok művelését és ezek tanításának előbbrevitelét célozták.

Ugyanis ezen az egyetemen ekkor a matematikának két rendes tanára volt: PETZVAL OTTÓ a felső, azután eleinte NÉKÁM LAJOS, később KONDOR GUSZTÁV az elemi matematikára; a fizikára csak a jóhírű JEDLIK ÁNYOS, a kísérleti természettan rendes tanára volt.

A közoktatásügyi kormány pedig, Felség-rezolúció parancsa értelmében akként határozott, amennyiben Ő császári és apostoli királyi felsége 1870. évi május hó 30. napján kelt legfelsőbb elhatározásával legkegyesebben megengedni méltóztatott, hogy a pesti tudományegyetemen, egyrészt a bécsi egyetem mintájára a felsőbb fizika számára egy új tanszéket rendszeresít, másrészt a már régebben, 1848. évig fennállott csillagászati tanszéket újra feléleszti, úgy hogy a matematikai földrajznak előadása is vele összekapcsolható legyen.

A vallás- és közoktatási m. kir. minisztérium ez alapon 1870. évi május hó 6. napján 7385. min. szám alatt nyilvános pályázatot hirdetett ki. Miről az egyetemi tanácsot a múlt évi március hó 843. és 842. b. kari sz. a. kelt felterjesztései folytán a kérvények átküldése mellett 1871. évi június hó 19. napján (864. b. kari, 1358. rektori szám alatt) oly felhívással értesítette, hogy e tanszékeknek betöltése iránti véleményes jelentését annak idején oda terjessze fel.

A bölcsészeti kar erre a felszólításra a következőképpen felelt: 684. bis. 1871. évi július hó 25. napján tartott VIII. rendes üléséből:

## Nagyméltóságú Minisztérium!

b. kari felelet  
az új tan-  
székekre nézve

Méltóztatott f. évi június hó 19. napján [1276. sz. a.] kelt leiratában meghagyni, hogy a felsőbb természettan és a csillagászati tanszékek betöltése tárgyában véleményt adjunk.

E két tanszékre már 1870-ben, május 6-án [7385. sz. a.] rendelte el a n. m. minisztérium a pályázat kihirdetését.

Ennek folytán karunk f. (1871) évi március hó 14-én tartott ülésében tárgyalva a felsőbb fizika tanszékeért folyamodók ügyét, abban állapodott meg, hogy egyiket sem lehet közülök e tanszékre ajánlani, hanem egyhangúlag EÖTVÖS LORÁND bárót nevezte ki e tárgy előadására *helyettes tanárnak*; egyetemi magántanárságért kérvényét már e közben beadta. Ez az intézkedés felel meg egyelőre a kitűzött célnak s a kar nem tartja szükségesnek, hogy most más javaslattal járuljon a n. m. minisztérium elé!

A csillagászati és matematikai földrajz tanszékeire pedig a bölcsészeti kar még 1870. évi június 24-én tartott VII. rendes ülésében dr. KONDOR GUSZTÁVOT ajánlotta rendes tanárnak.

Ezen ajánlat fölérkezte után érkezett a n. m. minisztérium útján dr. MURMANN ÁGOSTON-nak, a kir. meteorológiai intézet adjunktusának folyamodványa ugyane tanszékért.

A kar 1870. évi július hó 25-én tartott VIII. rendes ülésében nem tartotta ugyan megváltoztathatónak előbbi nézetét dr. KONDOR GUSZTÁV javára; hanem tekintetbe véve dr. MURMANN ÁGOSTON csillagászati képzettségét, azt indítványozza, hogy küldessék ki államköltségen a külföldi leghíresebb csillagdáknak teendő tanulmányozás végett, miszerint idővel ő neveztessek ki a nálunk felállítandó csillagda igazgatójának. S e nézete mellett most is megmarad a bölcsészeti kar.

Minthogy azonban dr. KONDOR GUSZTÁV időközben az elemi mennyiségtan rendes tanárává neveztetett ki, s miután ő maga a mai napon tartott ülésünkben kijelentette, hogy ő a csillagászati tanszékre többé nem reflektál, és miután végre dr. MURMANN ÁGOSTON nem eléggé járatos a magyar nyelvben, föntartotta magának a kar, hogy e tárgyban később fog határozni.»

Ez az utóbbi kari megállapodás nem teljesedhetett be, mert

sajnos, a fent nevezett fiatal csillagász, dr. MURMANN ÁGOST rövid idővel később hirtelen meghalt és így lett, hogy az 1849. év ősze óta a pesti egyetem régi, tulajdonképpeni csillagászati tanszéke végleges betöltést nem nyerhetett és részben több éven át helyettes erőkkel lett ellátva. A kozmografia jelenlegi nyilvános rendes tanára a pesti egyetemen, kellő felszerelés hiányában, nagyobb szabású észlelő, gyakorlati csillagászati problémákkal nem foglalkozhatik. Ámde, a mostani vallás- és közoktatásügyi n. m. miniszter Úr körültekintő gondját ez ügyre is irányítva, intézkedett róla, hogy alkalmas fiatal erők külföldi csillagászati intézetekben, többévi elméleti és gyakorlati tanulmányozás után, a most már hatalmasan megindított és felszerelt svábhegyi állami csillagvizsgálóban az egyetemi csillagászati tanítást és búvárkodást újra európai színvonalon folytathassák. —

A pesti egyetemen közel hatvan évvel ezelőtt történt tanári változások közé esett báró EÖTVÖS LORÁND fiatal bölcsészeti doktornak az a lépése a bölcsészeti karon, hogy az egyetemi magántanári és pedig különösen a «*matematikai természettan*» előadására leendő képesítést elnyerhesse; e kérvényét 1871. évi március hó 5. napján nyújtotta be.

Báró Eötvös Loránd egyetemi magántanárság elnyerésért folyamodik.

Folyamodványában részletesen mondja, hogy ámbár akadémiai rangját nem hazai egyetemen, hanem Heidelbergben nyerte, tekintve azonban, hogy középtanodai és részben egyetemi kiképzését jó sikerrel ez országban végezte, hogy három éven át a heidelbergi és königsbergi egyetemeken tanulmányait kitűnő tanárok vezetése mellett folytatta, tekintve továbbá, hogy Heidelbergben a bölcsészeti doktori szigorlatot kiállotta s a tudori oklevelében a legjobb fokozatot elnyerte, végre, hogy képességének bizonyítékául önálló búvárlatokat mutathat fel, ő azon a véleményen van, hogy a Tekintetes Bölcsészeti Kar külföldön nyert tudori fokát a habilitációra nézve érvényesnek fogja tekinteni.

Hivatkozva továbbá kérvényéhez csatolt mellékleteire és az

előbb felsorolt indokaira, bátorkodik a Tekintetes Bölcsészeti Karnál az iránt esedezni, méltóztassék őt a szokásos kollokvium- és próbaelőadás alól felmenteni. Előadási képességének bizonyítékául hivatkozik arra az előadásra, amelyet a kir. m. Természettudományi Társulat 1870. évi december hó 7-i szakszűlésén tartott. A folyamodványhoz mellékelve van báró EÖTVÖS LORÁNDnak sajátkezűleg írt részletes *Életrajza* (Curriculum Vitae-je). Ebben mindazok a lényeges élet- és tanulmányi momentumok vannak felsorolva, amelyeket e sorok írója már a megelőzőkben eléggé részletesen ismertetett; kiegészíti folyamodó ezeket még azokkal az adatokkal, amelyek heidelbergi doktori oklevelének elnyerése és habilitációs kérvényének benyújtása közötti időben e hazában lefolyt kutatásaira vonatkoznak.

Mellékli továbbá folyamodó a kérvényéhez megkövetelt, általa megtartatni óhajtott előadásai tervezetét és ezekre nézve mondja: A fősúlyt folyamodó egy az elméleti természettanból tartandó általános előadására helyezné, melyben célja lenne hallgatóit a tudomány főbb vívmányaival és módszereivel, nemkülönben irodalmával megismertetni.

Ez általános előadás keretébe bevonná a nehézkedés, az elektromosság és a mágnesség közös alapokra fektetett elméletét, továbbá a fényelméletet és a melegelméletet. Ennek az előadásnak következő címet adná:

1. *Elméleti természettan*; ezt egy évi folyampra terjesztené ki.

Ez előadáson kívül tartana báró EÖTVÖS LORÁND még hallgatóinak igényeihez mérten előadásokat az elméleti természettan egyes ágairól, melyeknek célja volna részint az 1. alatt említett előadást kiegészíteni, részint pedig egyes ágait behatóbban tárgyalni.

Így különösen még a következő, egy-egy félévre terjedő előadásokat tartana:

2. Bevezetés az elméleti természettanba.
3. A kapilláritás elmélete.
4. A fény elmélete.

5. A rugalmasság elmélete.

6. Hidrodinamika.

Folyamodó kijelenti, hogy ezeket az előadásokat egészen matematikai alakban tartaná és csak a nélkülözhetetlen alapkísérleteket mutatná be, melyeknek kivételére szükséges készülékeket saját költségén állítaná elő.

Hozzáteszi, hogy Tek. THAN KÁROLY tanár úr beleegyezésével előadásait a kir. m. tudományegyetem újonnan épült és már fel is szerelt vegytani intézetében szándékozik tartani.

A bölcsészeti kar e kérvényt összes mellékleteivel együtt Tek. PETZVAL OTTÓ, Tek. JEDLIK ÁNYOS, Tek. THAN KÁROLY rendes tanárokból álló bizottságnak adta ki véleményezésre.

Báró Eötvös  
Loránd  
magántanári  
kérvényének  
elintézése.

Itt mindenekelőtt THAN KÁROLY bizottsági tag azt a nagy fáradságot vette magának, hogy folyamodóról, az akkori idő szokása szerint, részletes minősültségi táblázatot készített, melynek rovataiba bevezette kérvényező származási adatait, végzett tanulmányait, akadémiai és egyéb rangját, viselt hivatalát, tudományos és irodalmi munkálatait, különösen laboratóriumokban és szemináriumokban készített dolgozatait, végre nyelvismereteit és előadóképességét.

E pontos minősítési táblázathoz és THAN KÁROLY által részletességgel készített *előadói jelentéshez* a bizottság többi két tagja és velük együtt az egész bölcsészeti kar egyhangúlag hozzájárult és a következő felterjesztésben állapodott meg:

«A felhozott indokok alapján a bölcsészeti kar folyamodó báró EÖTVÖS LORÁNDOT a mennyiségtani természettanra nézve egyetemi magántanárrá képesíti, egyszersmind pedig benyújtott nagy értékezése és eddigi tudományos tevékenysége alapján a habilitáció szokásos cselekményei alól felmenti és a heidelbergi egyetemen nyert tudori rangját hazánkra nézve is érvényesíti és kéri a n. m. minisztériumot, hogy a karnak e határozatát megerősíteni méltóztassék.»

De a bölcsészeti kar ugyanezen 1871. évi március hó 14-í V. rendes ülésén báró EÖTVÖS LORÁND ügyében, THAN KÁROLY rendes tanár külön indítványára még mást is cselekedett.

Ez az indítvány a következő volt:

Báró Eötvös  
Loránd  
helyettes tanár.

«Tekintve báró Eötvös tudornak habilitációja alkalmával ki-  
tűnt jeles szakképzettségét a mennyiségtani természettanban,  
alólírott azon a meggyőződésen van, hogy e kiváló fiatal erő és  
búvár biztos megnyerése az egyetem részére, az egyetemi taní-  
tásra és a hazai művelődésünkre nézve több tekintetben előnyös  
volna; tekintve továbbá azt, hogy a mennyiségtani természet-  
tan tanszékének betöltése, illetőleg e szaknak rendszeres elő-  
adása az egyetemen már égető szükséggé vált, alólírott javas-  
latba hozza, hogy addig is, míg a fentnevezett tanszék végleges  
betöltése eszközölhető lesz, báró EÖTVÖS LORÁND tudor e szak-  
mának előadásával, a legközelebbi nyári félévtől kezdve, *helyettes-  
tanári minőségben* a bölcsészeti kar által bízassék meg.

Pest, 1871. évi március hó 13. napján.

Dr. THAN KÁROLY,  
kir. m. vegyésztanár.

E kari ülés határozatai alapján a nagyméltóságú vallás- és  
közoktatásügyi m. kir. minisztérium 1871. évi április hó 8.  
napján 7605. szám alatt kelt rendeletében báró Eötvös  
LORÁND egyetemi magántanárrá történt képesítését, vala-  
mint heidelbergi bölcsészeti oklevele nostrifikációját meg-  
erősítette (493. böles k. szám, 1871. IV. 13. és ugyanaz a  
szám).

Ugyanezen a kari ülésen báró Eötvös LORÁNDnak az elméleti  
természettan helyettes előadó tanárává történt megválasztása  
tárgyában és az ezzel összefüggő ügyek tekintetében felterjesz-  
tést tett a kar a nm. vallás- és közoktatásügyi m. kir. minisz-  
tériumhoz. (422. b. k. sz. a.)

E megválasztásról a bölcsészeti dékán (TÉLFY IVÁN) érte-  
síti báró Eötvös LORÁNDOT és kéri, hogy a küszöbön lévő nyári  
félévre szóló tanrendjét küldje be mielőbb, valamint arról is,  
hogy a m. kir. középiskolai tanárképzőben is heti kétórás gy-  
akorlatot fog tartani, miről a dékán e képezde akkori igazgató-  
ját, BARTAL ANTAL urat is értesítette.

A nm. vallás- és közoktatásügyi m. kir. minisztérium, az előbb nevezett 684. b. k. sz., 1358. rektori szám és az 12,763. min. szám alatt érkezett leiratának végén jóváhagyólag veszi tudomásul báró EÖTVÖS LORÁNDnak a felsőbb természettan előadására helyettes tanárrá történt megválasztását, továbbá az 1871. évi március hó 23-án 843. sz. alatt tett felterjesztése folytán oly megjegyzéssel értesíti a kart, miszerint a helyettes tanárnak kijáró helyettesi jutalomdíj később fog utalványoztatni. 1871. évi június hó 19-én. Dr. PAULER TIVADAR, m. sk.

Ez az utalványozás 1871. évi július hó 16-án történt, 16,520. miniszteri szám alatt, az előbbi 12,763. min. sz. alatti leirat kiegészítéseként 743. b. k. szám alatt, a miniszter helyett TANÁRKY GEDEON államtitkár aláírásával.

«A magyar kir. egyetemnél újabban rendszeresített felsőbb természetani tanszék helyettesítésével báró EÖTVÖS LORÁND egyetemi magántanár lévén megbízva, felhívom (címet), miszerint az ezen működésért nevezettnek kijáró évi 819 frtnyi helyettesi díjat, ezen működése kezdetétől, vagyis folyó évi április hó 17-étől számítva és pedig a multa nézve azonnal, azután pedig utólagos havi 68 frt 25 krnyi részletekben bélyeges és az egyetemi Rektor által láttamozott nyugtája iránt, további intézkedésig fizesse ki.»

Ezzel EÖTVÖS LORÁND báró *ideiglenes* alkalmazásának az intézkedései befejeződtek és ő ez alapon 1871. évi április hó 17. napján az akkor már elkészült, THAN KÁROLY tanár vezetése alatt álló egyetemi vegytani intézet kis tantermében előadásait megkezdhette.

Előadásaink  
megkezdése.

E tanterem ablakai délnyugat felé néztek; báró EÖTVÖS LORÁND előadásait pedig a délutáni órákban, meglehetősen melegen tartotta.

Az említett nap délutánján 4 órakor megjelent TÉLFY IVÁN akkori bölcsészeti dékán e tanteremben és az ő magas hangján bemutatta az új tanárt, báró EÖTVÖS LORÁNDOT a kisebbszámú hallgatóságnak. E hallgatóság egyik része az exakt tudományok három növendékéből állott; köztük volt e sorok írója

is; a hallgatóság nagyobb részét főleg az az érdeklődés hozta a terembe, hogy látni kívánták azt a valóságos bárót, ki az egyetemen előadást tart, ami annak előtte itt még nem történt meg; végre megjelent mint felkért bíráló THAN KÁROLY tanár, ki a fiatal tanár előadása, módora felett jóindulatú megjegyzéseket tett.

A hallgatóság nem szakképzett része figyelemmel hallgatta LORÁND báró fényelméleti előadását, meg is csodálták, de nem állhatták meg, hogy meg ne jegyezzék, mi ugyan nem értjük az előadót, csak azt szeretnők tudni: vajjon ő maga érti-e tárgyát? és lassanként elmaradoztak; de báró EÖTVÖS kitartással folytatta előadásait a félév végéig.

Nem említve a kezdettel járó apróbb teendőit, báró EÖTVÖS LORÁND lelki állapotának jellemzésére csak az akkori időtájából, 1871. évi augusztus hó 3-áról kelt levelét közöljük, melyben elmondja: «Eljutottam ahhoz az az irigylésreméltó pillanathoz, melyben mint szabadúszók először ugrunk be vezetés nélkül a tudományba, és megvallom, hogy én e pillanatban is töprenkedtem: töprenkedtem a felett, hol és miféle módon tegyem ezt az ugrást?»

Rövid ideig tartó magántanári működése után állása véglegesítését a következő legfelsőbb elhatározás képezte: 1872. évi május hó 21. napján értesíti az egyetem akkori Rektor Magnificusa, TOLDY FERENC báró EÖTVÖS LORÁND urat, hogy őt Ő cs. és apostoli királyi Felsége 1872. évi május 10. napján kelt legkegyelmesebb elhatározásával az elméleti természettani tanszék nyilvános rendes tanárává kinevezni méltóztatott (1251. bölcs. kari, 12,127. v. és k. min. szám. Dr. PAULER TIVADAR m. sk.)

Bár ez a véglegesítés báró EÖTVÖS LORÁNDRA nézve igen hízegő volt és nagy halára kötelezte őt, ő maga, az alapjában véve tulajdonképpen nagy kísérletező, nem érezhette magát jól kizárólagosan elméleti előadásai keretében; az ő experimentális természete közvetlenül követelte, hogy a tényleges, a megfigyelhető fizikai jelenségekkel is foglalkozhassék.

Ez, az élete további folyására oly szükséges tapasztalati elem

Kinevezése egyetemi nyilv. r. tanárára az elméleti természettanból.

kielégítést nyert ő Császári és Apostoli Királyi Felségének 1874. évi október hó 19. napján kelt legfelsőbb elhatározásával, mely báró EÖTVÖS LORÁND nyilvános rendes tanárt feljogosította, hogy a budapesti kir. m. tudományegyetemen a kísérleti természettanból is előadásokat tarthasson. Az egyetemi tanács értesítettett, hogy az egyetemnek természettani szertára, mely *Jedlik Ányos* rendes tanár vezetése alatt állott, a nevezett nyilvános rendes tanárnak is szabad rendelkezésére állhasson, és a kísérleti természettan rendszeres tanárával együtt közösen használtathassék.

Kísérleti fizikai előadásokra is jogosítottatott.

Időközben báró EÖTVÖS LORÁND tanszéke bizonyos anyagi segédeszközökkel lett ellátva, úgy hogy egyelőre egy külön, másodiknak nevezett fizikai intézetet létesíthetett, melynek vezetését is átvette.

II. Fizikai intézet létesítése.

Ezalatt a természettannak említett rendszeres tanára, *JEDLIK ÁNYOS* az 1878. év folyamában *hetvennyolc éves korában* nyugalmába vonult, amely változás után rövid idővel a következő intézkedés történt: (33,505. min. szám) Ő császári és apostoli királyi Felsége folyó 1878. évi december hó 14-én kelt legfelsőbb elhatározásával a tudományegyetemnek a természettan jövőbeli előadására és a természettani intézet használatára vonatkozó javaslatát legkegyelmesebben helybenhagyni méltóztatván, ezen legfelsőbb elhatározás alapján és értelmében Méltóságodat (báró EÖTVÖS LORÁNDOT) az elméleti természettan rendszeres előadásainak kötelessége alól felmentem és a kísérleti természettan rendszeres előadásával megbízom; egyszersmind megengedem, hogy továbbra is tarthassa meg jogát, ebbeli előadásait az elméleti fizikára is kiterjeszteni.

A két intézet egyesítése és a kísérleti természettan rendszeres előadásával történt megbízás.

Budapesten, 1878. évi december hó 26. napján.

TRÉFORT.

E legfelsőbb elhatározás szerint báró EÖTVÖS LORÁND a kísérleti természettan nyilvános rendes tanára lett; és ő alatta, mint igazgató alatt egyesítve lett az eddig fennállott két egyetemi fizikai intézet. Ezzel végre báró EÖTVÖS LORÁNDnak a pesti

egyetem fizikai tanszékein fennálló hatás- és kötelességi köre pontosan körül lett írva. Így maradt az ő tanári működése élete befejezéseig. —

Élete, egészen 1919. évi április hó 9-ig bekövetkezett gyászos haláláig, kizárólagosan a tudománynak, a fizikai kísérletezésnek volt szentelve. Ennek, a tudomány iránt való legteljesebb odaadásnak látható elismerései mindenekelőtt e hazában nyilvánultak, amennyiben ő már 1873-ban, huszonöt éves korában mint az Akadémiának levelező tagja foglalhatott üléseiben helyet. Bár azóta többször vett részt az Akadémia összejövetelein, mégis csak 1880-ban január 19. napján foglalta el formálisan székét: «*Adatok az elektrosztatika elméletéhez*»\* c. értekezésével. Előadása bevezetését így kezdte:

Akadémiai  
székfoglalója.

«Ifjan, komoly akarattal, de személyes érdem nélkül törekedtem hazánk tudományos munkásságának terére lépni, s előttem minden ajtó mintegy varázsszóra megnyílt, mindenütt baráti karokra találtam, melyek első lépéseim támogatására ajánkoztak. A szó, melynek ezt köszönhettem, boldogult atyám neve, e név, mely legnagyobb örökölt kincsem s mely folyton arra int, hogy erre munka által érdemessé váljak.

Soha máskor nem éreztem ezt annyira, mint amikor a Tek. Akadémia III. osztálya levelező tagjául választott. E kitüntetést megérdemelni, arra magamat méltónak mutatni, életem egyik legfőbb törekvése lesz. Érdemtelenségem érzete soká visszatartott abban, hogy e tudományos testületben széket foglaljak; mert bár megválasztásom óta már voltam szerencsés e helyen értekezhetni, székfoglalóul valami készszel, egy kikerekített egésszel kívántam volna fellépni. De idővel én is idősebb lettem s napról-napra meggyőződtem arról, hogy a tudományban készen sohasem leszünk. Kérem ezért a Tekintetes Akadémiát, legyen elnéző most is, midőn zöldasztala előtt széket foglalva, arra csak töredékeket hozhatok.»

Érdemleges értekezésében azután szól a láncolatatos elektro-

\* M. T. Akadémia Értesítője XIV. k. 1880, 4—5. lap.

mos sűrítőkről, alkalmazva a JEDLIK-féle sűrítő láncra, de azután az általa folytatólagosnak nevezett sűrítők esetére, melyek egyaránt, mind nagyfeszültségek előállítására, mind pedig kicsiny feszültségek mérésére alkalmasak. —

Báró EÖTVÖS LORÁND mint fiatal egyetemi tanár 1876-ban nőül vette HORVÁTH GIZELLÁT, HORVÁTH BOLDIZSÁR akkori igazságügyi miniszter leányát, kivel, a kettőjük életének majdnem egy napon bekövetkezett végéig gyengéd frigyben élt. Házassága.

Mikor az 1881. évi első villamossági kongresszuson Párizsban Magyarország hivatalos képviselője volt, ennek céljául ki volt tűzve azoknak az elektromossági mértékegységeknek megállapítása, melyek az elektromos méréseknél alapul szolgálnak. Ez alkalommal a francia kormány őt a becsületrend lovagkeresztjével tüntette ki.

A M. Tud. Akadémia az 1883. évben, május 17. napján *rendes taggá*, 1889 május 3-án pedig *elnökévé* választotta.

Az 1891/92. évben egyhangu választás alapján a budapesti kir. m. tudományegyetem Rector Magnificus-méltóságát viselte. Ily minőségben több lelkesítő és buzdító beszédet mondott a hallgató-ifjúságnak, melyet ez nagy tetszésnyilvánítással fogadott.

Akadémiai  
rendes tag; az  
Akadémia Elnöke, az  
egyetem  
Rector  
Magnificusa.

E közben egyetemi tanszékét is sikerült a régi, központi egyetemi (egyetemtéri) épületből kiszabadítani és ezt egy egészen új, kizárólag a fizika tanítása és a fizikai kutatások részére berendezett épületbe elhelyezni és felszereltetni és ekként a fizika részére oly tudományos otthont létesíteni, melyet az ő tudományos kutatásai később világhírűvé tettek.

Várható volt, hogy a hazai tudományos testületek és egyesületek mind tagjukká választják; és a felső oktatás fórumai mind vetélkedtek abban, hogy őt működésük körébe vonják.

Az Akadémiában 1889-től 1905-ig viselt Elnöki tisztsége fényes díszet kölcsönzött ez állásnak és ebben érdemleges és mindig a tudományért újra meg újra lelkesítő és arra buzdító elnöki beszédeiben mélyremenő hatást fejtett ki.

Időközben több belföldi és külföldi kiküntetés érte. Így Tudományos  
elismerése.

1896-ban a M. Tud. Akadémia Nagydíjával tüntette ki, később valóságos belső titkos tanácsos lett és a Ferenc József-rend nagykeresztjével díszítették fel, a *Litteris et Artis* díszjelvényét nyerté el, a kir. m. Természettudományi Társulat SZILY-érmével tisztelte meg, a krakkói JAGELLO-egyetem, a krisztiániai norvég kir. FREDERIK-egyetem tiszteletbeli doktorrá kreálta, a porosz kir. Akadémia külső tagjává, a Magyar Írók Segélyegyesülete elnökévé választotta.

Legkedvesebb fizikus elődjei voltak a tudományában: NEWTON, a halhatatlan matematikus, fizikus és csillagász, és az igénytelen FARADAY, a legügyesebb és legszerencésebb kísérleti felfedező, kiknek szép arcképei dolgozószobájában mindig szeme előtt voltak. —

De ő több más téren is létesített igen áldásos, a hazai tudomány és az általános művelődés állandó emelését célzó alkotásokat.

Így mikor a budapesti matematikusok, köztük báró EÖTVÖS LORÁND, HUNYADI JENŐ, KÖNIG GYULA, SCHOLTZ ÁGOSTON, SZILY KÁLMÁN 1885. év őszén fesztelenül összejöttek, hogy egymásközt a tudomány újabb haladását megbeszélhessék: e magánjellegű összejöveteleket «*Matematikai Társaság*»-nak nevezték el és elég gyakran tartottak ily összejöveteleket. E rendszeren működő Társaságban többször érdekes előadásokat tartottak, az érdeklődés szemlátomást nagyobb lett s a fizikusokat is belevonták érdekkörükbe.

Az első lépést b. EÖTVÖS LORÁND tette meg, amikor 1890. évi december havában a «*Földi gravitáció*»-ról két előadást tartott, melyek végeztével felhívta ezek látogatóit, hogy gyakrabban tartsanak hasonló összejöveteleket és egyesületté formálódva külön szakfolyóiratot indítsanak.

Így megalakult a «*Matematikai és Fizikai Társulat*»; és így indultak meg a «*Matematikai és Fizikai Lapok*», melynek rendeltetését «*Szaktársainkhoz*» intézett felhívásában báró EÖTVÖS a következőkben körvonalozta:

«Folyóiratot akarunk teremteni, mely a mi kedves hazánkban

Matematikai és  
Fizikai Társulat  
létesítése.

Matematikai és  
Fizikai Lapok.

is terjessze tudományszakainknak napról-napra gyarapodó vívmányait és amely matematikusaink és fizikusaink tudományos érdeklődését ébren tartva, kedvessé tegye nekik tudományuknak nemcsak művelését, de tanítását is. Azért, ha a lapokat csak magunknak írjuk is, olyan formában, amint szakember szakembernek ír, mégis fontos szolgálatot vélünk vele tenni közművelődésünknek is, mert kétségtelen, hogy a tanítás sikere úgy a felső, mint a középfokú iskolában mindenekelőtt a tanár tudományos képzettségétől függ.»

«Célunk nem a tudomány népszerűsítése és nem is önálló tudományos dolgozatok: mások már sikerrel vállalkoztak teljesítésére. Mi tudományosan *ismertető* cikkek alakjában fogjuk megadni a szakembernek azt a szellemi táplálékot, melyre szüksége van, ha haladni akar, mert jól tudjuk, hogy különösen a tudományban a *nemhaladás* csak annyit jelent, mint az *elmaradás*.»

Ennek folytán a véglegesen megalakult *Matematikai és Fizikai Társulat* 1891. évi november 5. napján báró EÖTVÖS LORÁNDOT is egyhangú lelkesedéssel választotta elnökeül, ki örömmel üdvözölte az egybegyűlt buzgó tagokat, a vállalt feladat lelkiismeretes teljesítésére buzdította őket, «mely bár látszólag könnyű, de mégis érdemes munka; mert ha elérjük azt, hogy mindenki, aki hazánkban fizikát és matematikát tanít, igazán fizikus és matematikus legyen, akkor nagy szolgálatot tettünk nemcsak az iskolának; hanem hazánk tudományosságának is.»

Ily szép rendeltetéssel, célzattal indult meg e Társulat működése, melyben az elnök is, különösen eleinte, többször személyesen részt vett.

Különös ragaszkodással és lelkesedéssel ünnepelte e kis Társulat elnökét, mikor 1894 október 25. napján tartott ünnepélyes ülésén őt, mint nem rég kinevezett vallás- és közoktatásügyi minisztert, szinte családias bensőséggel üdvözölte; a napilapok megjegyzték, hogy báró EÖTVÖS LORÁND ezt az estét fesztelen kedélyességgel leghívebb janicsárjai közepette töltötte. Ő pedig ennek emlékére *matematikai és fizikai tanulóversenyt* s ez alapján kiosztandó: *Eötvösdiát* alapított.

Károly  
Irenaeus.

Legyen szabad e helyen megemlítenünk, hogy báró Eötvös LORÁND ez utóbbi szép cselekménye buzgó követőt talált főtisztelendő KÁROLY IRENAEUS, nagyváradai premontrei Kanonok igen nemes ténykedésében, ki az elmúlt évek folyamán a Társulat részére ugyanakkora alaptőkével, *fizikai Károly-díjat* alapított, úgy hogy jelenleg évenként egyenlő matematikai és fizikai versenydíjak hirdethetők és oszthatók szét. Nagy sajnálatunkra e kedves tiszteleti tagtársunk, e sorok nyomdai szedetése közben 1929. évi március hó 13. napján elhúnyt. Áldás poraira !

Báró EÖTVÖS LORÁND tudományszeretetét és komoly kötelességtudó felfogását a következő jellemző mondatokban nyilvánította az üdvözlésekre :

Üdvözlése a  
Mat. és Fizikai  
Társulat részéről.

«De mikor erről az örömről szólok, amelyet nekem most okoztak, nem tagadhatom, hogy ezen öröm mellett, mint minden földi öröm mellett van valami fájdalom is, valami abból a fájdalomból, melyet érez az, ki a megszeretett otthont, amelyben nagyra nőtt, amelyben soká dolgozott, elhagyni kényszerült, és amelyet azután később, bár mint szeretett vendég, de mégis csak mint vendég láthat meg. Hisz ez a terem otthonom, kedves otthonom volt, most pedig csak vendégül jelenhetek meg benne.»

«Önök uraim ismernek engem jól, hiszen eddigi pályatársaim, nagyrészt régi barátaim; azért tudják azt, nem szükséges, hogy részletesen kifejtsem Önök előtt, hogy nem a nagyravágyás, nem a hatalom utáni törekvés volt az, mely arra indított, hogy a jelen állásomat elfoglaljam. Tudják, hogy erre is ugyanaz a törekvés, ugyanazokra a célokra való törekvés indított, amely azelőtt vezérelt; ez a törekvés, hogy hazánknek a tudomány szolgálatában munkása legyek.» —

Egészen új  
kinevezés.

Sajnos, politikai okoknál fogva minisztersége héthónapi tartam után megszakadt; de ezzel rövidebb időre megszakadt az egyetemi tanári pályája is, amennyiben szintén politikai körülményeknél fogva csak két évvel későbbben, 1896-ban folytathatta ismét a tanári működését; *ez csak az 1896. évi február hó 16. napján, új Felső-elhatározás, egészen új kinevezés alapján*

*történhetett meg.* [6419. sz. legf. rezolúció 1886. évi január 28-áról.] A kinevezés az előbbi, a *kísérleti természettani tan-székre szól.* (Bölcs. kari 1886. évi 721. sz. február hó 25.-e.)

Mindazonáltal egy terve, egy intézkedése, melyet miniszter-sége elején igen fontosnak, igen szükségesnek velt, megvalósult, és ő ennek az alább nevezendő intézménynek örökös kurátora lett.

Tanári pályája elején mindjárt észrevette, hogy elég sok növendéke, ki lelkesedéssel és tudományszomjjal jött az egyetemre, anyagi nehézséggel kénytelen küzdeni és tanulmányait csak nehezen fejezheti be. Ezen a bajon ő gyökeresen kívánt azáltal segíteni, hogy az atyja után báró EÖTVÖS JÓZSEF-kollégiumnak nevezett, most már az országban nagyhírűvé lett tudományos és nevelő intézményt alapította, melynek célja, körülbelül száz fiatal hallgatónak ösztöndíjat és nyugodt megélhetést biztosítani tanulmányi idejük alatt, sőt még számos művelődési segédeszközzel látókörüket szélesíteni és tudományos képzettségüket fokozni, felfogásukat mélyíteni. Ez az intézet fennállásától kezdve báró EÖTVÖS állandó kurátorságára volt bízva, és a miniszterségben utódja, báró WCLASSICS GYULA anyagi továbbfejlesztéséről lelkiismeretesen gondoskodott. Később, báró EÖTVÖSnek aránylag korai halála után gróf TELEKI PÁL, volt m. kir. miniszterelnök, a M. Tud. Akadémia t. tagja vette át a kurátori tisztséget.

Báró Eötvös  
József-  
Kollégium.

Ez az intézet fennállása óta, harmincöt esztendő alatt, BARTONIEK GÉZA lelkiismeretes és gondos igazgatósága mellett sok száz jól kiképzett, művelt középiskolai és elég nagyszámú egyetemi és főiskolai tanárt adott hazai tanügyünknek, és a jövőben is folytonosan végez ily fontos művelődési munkát.

Bartoniek  
igazgató.

Egy másik ilyenmű tudományos és közművelődési intézmény az, hogy báró EÖTVÖS tanácsára és kérésére SEMSEY ANDOR, hazánk tudományos, gyűjteményes intézményeinek, különösen Nemzeti Múzeumunk ásvány- és őslénytani gyűjteményeinek

Semsey Andor  
és báró Eötvös  
Loránd

nemesszívű mecénása, hazánkban az angol college-kben fennálló Fellowship-ok. *Fellowship*ok, tudományos állások mintájára fiatalabb erőknek tudományos pályájukon való megtartása érdekében gondtalan anyagi megélhetést, fellowship-ot biztosított, hogy függetlenül fejlődhessenek tudományos pályájukon tovább. Bár szűkebb keretben, mégis ez az intézmény is jelentékeny szolgálatot tett; azonkívül SEMSEY a tudományos segédeszközök megszerzésében és egyéb módon is, bőkezűen segített; sőt mikor báró EÖTVÖS gravitációs vizsgálatai folytatására csak szerényebb keretű expedíciót törekedett szervezni, SEMSEY ezt is igen hathatósan támogatta, s így nagy segítségére volt a hazai tudományosságának.

Ugyancsak báró Eötvös közbenjárására történt, hogy SEMSEY különböző tudományágakban tíz tudományos, kifejezetten a magyarországi viszonyokra és Magyarországra vonatkozó pályakérdést tűzött ki egyenként 10,000 forintnyi jutalomdíjjal: —

1. Magyar nyelvtanra. 2. Magyar irodalomtörténetre. 3. Magyarország archaeológiájára. 4. Magyarország történetére. 5. Magyarország földrajzára. 6. Magyarország közgazdaságára. 7. Magyarország geológiájára. 8. Magyarország mineralógiájára. 9. Magyarország florájára. 10. Magyarország faunájára. E díjak közül a 8. számú teljes, 20,000 K díjat elnyerte 1908 április 29-én KRENNER JÓZSEF SÁNDOR r. tag *«Tellur»* jeligéjű pályamunkájával; a 2. számú *«Mult»* jeligéjű pályamunkát a nagygyűlés a 3000 koronás másodjutalomban részesítette; szerzője PINTÉR JENŐ, jelenleg r. tag; a 6. sz. díjra beérkezett munkát *«A közgazdasági viszonyok stb.»* a nagygyűlés a 3000 koronás másodjutalomban részesítette; szerzője MILHOFFER SÁNDOR. Ezentúl a pályadíjak már nem tűzettek ki és a díjösszegek más tudományos célokra fordítottak.

Lemondás az  
Akadémia  
Elnökségéről.

Bár ő igen nagy megtiszteltetésnek tartotta akadémiai *Elnökké* történt megválasztását; azért mégis mindig hangoztatta az ő saját hitvallását, hogy a tudományt csak önmagáért és minden mellékes cél nélkül művelhetjük eredményesen, mert «a tudo-

mány, mint féltékeny kedves, csak annak homlokára nyomja csókját, ki minden percét neki szenteli.» Ez a meggyőződés vezette őt akkor, mikor 1905-ben a M. Tud. Akadémia Elnöki tisztségétől megvált és az akkori másodelnökhöz, KAUTZ GYULA úrhoz intézett lemondó levelében írja: «Múlnak az évek, s bár munkaerőmet lankadni még nem érzem, mégis minden lenyugvó nap arra int, hogy a Mindenhatótól részemre kiszabott munkaidő előbb-utóbb végére jár. Addig, amíg erőm tart, addig, míg erőm van munkára, első, mert csak általam teljesíthető feladatomnak kell tartanom azt, hogy kiegészítsem és feldolgozzam azt a tudományos anyagot, melyet évtizedek alatt nagy fáradsággal és részben éppen Akadémiánk támogatásával és 1896-ban nagydíjával történt kitüntetésével összehordtam. Ameddig élek, ennek kell hogy éljek. Mielőtt késő volna, erre kell összegyűjtenem erőmet, megválva azon állásaimtól, melyek annak további szétforgácsolását okoznák.»

Mindazonáltal meg kell mondanunk, hogy különböző tisztsegeiről való lemondásokkal sem érhetette el ezt a célját, melyet elérni kívánt: még halála előtt egy évvel, mikor már végső betegségét előre érezte, csak azt óhajtotta, hogy még tíz esztendeig élhessen, hogy befejezhesse jelzett munkáit. —

Eötvös munkásságának súlypontja sokkal inkább az önálló kutatásra, mint a tanítói működésre esett: arra nevelte érettebb növendékeit és későbbi munkatársait, kik közül többen halála után függetlenül művelték tovább és egészítették ki mérési módszereit.

Ő tulajdonképpen *csendben, szerényen dolgozó igazi tudós volt*, ki tekintet nélkül minden más körülményre, annyira belemerült kísérleti problémáiba, hogy neje többször sóhajtva panaszkolta el, hogyha férje mögött bezárul laboratóriuma ajtaja, akkor ő családja részére sokszor a következő napig el van veszve.

Előre megállapítva az őt érdeklő problémákat, ezek megvizsgálásában mindig eredeti úton haladt. Első független, önálló

B. Eötvös, mint csendes tudós.

Tudományos kutatásai megkezdése.

«Iskolai fel-  
adatok.»

vizsgálatainak tárgyai az akkori fizikai tudományból voltak merítve, ő az ilyeneket egyszerűen *iskolai feladatok*nak nevezte, mert rendszerint az akkori fizikai tanmenet ismertebb tárgy-  
köréhez tartoztak.

Az előbb említett székfoglalója is ilyen természetű volt ; éppen így a DOPPLER-féle elvet tárgyaló értekezése is, valamint az a dolgozata is, amelyen Németországból való hazaérkezése után több évig dolgozott ; ez egy világító testnek, pontnak és az észlelőnek egy egyenes mentén történő mozgásából keletkező fényjelenségekről szól.

Ő ugyanis ezt a jelenséget elméleti úton törekedett tárgyalni, de reáutalt e kérdésnek nehézségeire is, melyek a fény esetében, speciálisan a fény terjedésének nagy sebességénél fogva előállanak. Ezt a tisztán elméleti dolgozatát az akkor Németországban megjelenő legtekintélyesebb fizikai folyóirat, az *Annalen der Physik und Chemie* 1874. évi folyamában közölte.

Kisebbségi közléseit nem is említve, amelyek az irodalomban közzétett újabb elektromos jelenségek ismertetéséből álltak és amelyek népszerű alakban főleg a «Természettudományi Közlöny»-ben jelentek meg, erejét most jóformán csak *elméletileg igen jól előkészített kísérleti kérdések megvizsgálására fordította*, mindig állhatatosan kitartva addig, míg valamely kérdés alapos megvizsgálását céljainak megfelelőnek és kívánságát kielégítőnek találta.

Folyadékok  
felszíni feszültsége.

E fontos kérdések egyike a folyadékok felszíni feszültségének pontos meghatározása és a különböző folyadékok e tekintetben való igen sajátos viselkedésének, törvényszerűségének elismerése volt.

\* «Über die Intensität der wahrgenommenen Schwingungen bei Bewegung der Schwingungsquelle und des Beobachters» címen ; Band CLII, 514—535. lap, ez provokálta E. KETTELER német fizikus ellenvetéseit, *Erwiderung auf einige Bemerkungen des Herrn. Baron Eötvös*, U. o. sechste Reihe, vierter Band 1875, 260—271. lap ; ezekre felelt báró Eötvös, de kiderült, hogy mindkét félén felmerültek bizonyos tökéletlenségek, amelyek folytán a további polémia elmaradt.

Ugyanis már a königsbergi egyetemen mint hallgató részletesen megismerkedett FRANZ NEUMANN tanárnak «*Capillarität*» című elméleti előadásában és az ezekkel kapcsolatos szemináriumában a folyadékok felszíni felületével, az úgynevezett *kapilláris felülettel*, amelynek alakját elméleti úton, egyszerűbb esetekben szépen és teljesen meg lehet határozni és melynek érdekes, sokszor nem egyszerű alakját kísérletileg szándékozott megvizsgálni. Erre nézve akkor már a szemináriumban egy igen alkalmas, pontos módszert gondolt ki és alkalmazott. E jelenségeknek legfontosabb jellemzője az úgynevezett *felületi feszültség*. Ennek értelmezésére az idetartozó jelenségek egyszerűbb eseteit kell egy kissé megfigyelnünk: Így közönséges szappanos vízből már szalmaszállal elég nagy buborékot fúhatunk; ez a buborék vékony folyadékhártyából áll, mely mindkét oldalán a légköri levegővel érintkezik; a külső és belső felülete egy-egy ily kapilláris felületet alkot, melynek az a sajátága, hogy mihelyt a felfúvás megszűnik, összehúzódni törekszik; s ha a felfúvó szalmaszál nyílását nyitva hagyjuk, az összehúzódás azonnal megindul és addig folytatódik, míg a felfújt gömbbuborékból minden levegő kiszorult.

Felületi  
feszültség.

E felfúváshoz bizonyos munkavégzés szükséges; az a munka, amely szükséges arra, hogy ebben az esetben az előálló két felület bármelyike a területegységgel, például egy négyzetcentiméter területtel növekedjék, a szappanos oldat felületi munkája, amely ellenkező előjellel vett számértékével egyenlő az oldat *felületi feszültségének* számértékével.

Mindenkor, mikor valamely folyadék szabad felülete levegővel vagy más gázzal érintkezik, ily kapilláris felület keletkezik, melyre nézve állandó az a munkamennyiség, amely a területegységgel való növelésére szükséges; de minden ily esetben kísérletileg kimutatható, hogy az ily felület mindig összehúzódni törekszik.

Így ha csak tiszta, szabad vízfelületet tekintünk és reáhelyezünk óvatosan egy nagyon jól szárazra megtisztított acélvarrótűt hossza mentén, akkor e tű, bár sokszorta nagyobb

a fajsúlya, mint a vízé, nem fog a víz alá merülni, hanem nyugodtan fog úszni a víz tiszta felületén. Ez annak a tapasztalati igazolása, hogy ez a felület teljesen úgy viselkedik, mintha felszíne egy összefüggő rugalmas réteggel volna borítva, melynek folyadékrészei annyira összefüggenek egymással, hogy a rajtuk lévő kisebb, de sűrűbb testecskéket nem bocsátják rajtuk vagy közöttük át, hanem a felületen tartják fenn.

Ugyanily tapasztalat áll fenn bármely más folyadék esetében. Ez az úgynevezett *felületi feszültség*, amelynek nagysága különböző folyadékokra nézve különböző, sőt különböző a szerint, amint ez a folyadék-felszín más-más testekkel, esetleg más-más folyadékokkal érintkezik.

Báró Eötvös e jelenségek területén két kérdést kívánt pontos mérések segélyével eldönteni:

1. Ténylegesen megfelel-e a kapilláris felület alakjára nézve mindig és egész terjedelmében annak az inkább csak elméletileg feltételezett tulajdonságának, hogy a felszíni feszültség egy és ugyanazon folyadéokra nézve ugyanakkora, változatlan, *állandó mennyiség*? s a felületnek e feltevésből szigorúan következő alakja pontosan megegyezik-e a megfigyelt alakokkal?

2. Mily befolyást gyakorol a *folyadék anyagi minősége*?

Báró Eötvös  
reflexiós-módszere.

Az első kérdésre csak a kapilláris felületnek szabatos mérése adhatott feleletet; e végből báró Eötvös már *königsbergi* egyetemi hallgató korában, miközben, mint fent már érintettem, FRANZ NEUMANN fizikus tanárnál a kapillaritás előadását hallgatta és szemináriumában dolgozott, egy mérési eljárást gondolt ki, melyet tanárának megmutatott, ki őt ezért megdicsérte és ezt szintén életrevalónak nyilvánította; ez a kapilláris felületek alakjának szabatos és pontos észlelésére igen alkalmasnak bizonyult; ez Eötvös *reflexiós-módszere* volt, mely először magyar nyelven a Műegyetemi Lapok I. kötetében 1876. 2—10. l. jelent meg: «Új módszer a kapillaritási tünetmények tanulmányozására»; mely a jelzett reflexiós-eljárás kiinduló pontját

képezte s melynél egyszerűbb és pontosabb módszer e célra nem létezik.

Az a sok mérés, amelyet Eötvös báró előtt ezekre a kapilláris jelenségekre vonatkozólag végeztek, nagyon különböző, egymástól eltérő eredményhez vezetett, de ő észrevette, hogy e nagy eltéréseknek csak azok a kicsiny testecskék az okai, melyek mint tisztátalanságok rakódnak az eredetileg frissen és teljesen tisztán előállított felületre, a levegővel, vagy esetleg más testtel való érintkezés folytán és rövid idő múlva igen észrevehetően változtatják meg a felszín szerkezetének egyenletességét.

Báró Eötvös, e tárgy felett gondolkodva, hamar észrevette, hogy a kapilláris felület tisztaságát változatlanul el lehet érni azzal, hogy a tiszta folyadékot egy úgynevezett DUMAS-féle üveg-gömbbe zárta, amilyent gőzsűrűség mérésére használnak, melyet a folyadékkal közepéig töltött meg. E vizsgálatának első előnye az volt, hogy a kapilláris felület mindig saját gőzével érintkezett és az így légmentesen elzárt folyadék feszültsége éveken át is állandó maradt, s így új természetű erők felvételére, mint például rugalmas utóhatás téves feltevésére, szükség nem volt.

Folyadék te-  
lőlete érintke-  
zése saját gő-  
zével.

De az így légmentesen elzárt folyadék hőmérsékletét az észlelő addig változtathatta, ameddig azt az elzáró edény szerkezete engedte; nemcsak a folyadék forráspontján alóli hőmérsékleten történhetett a megvizsgálás, hanem azon felül is, egészen az úgynevezett kritikus hőmérsékletig, amikor a folyadék-állapot megszűnik és az egész elzárt tömeg gőzzé válik.

Ez az egyszerű, de valóban klasszikus eljárás egy csapással teljesen kifogástalanná tette a kapilláris felület vizsgálatát. —

A második itt említett kérdés: az anyagi minőségnek befolyása a kapilláris feszültségre csak több esztendei, igen fárasztó kísérletezések után nyert megoldást, de mondhatni *dicső megoldást*; mert egy új, nevezetes, általános törvényt eredményezett, az úgynevezett *Eötvös-féle törvényt*. Mielőtt azonban ezt közöl-

Molekuláris fe-  
lületi energia.

jük és értelmezzük, legyen szabad egynéhány, nem egészen mindennapi fogalmat ismertetni, melyre itt szükségünk lesz.

Ilyen a *molekuláris felületi energia fogalma*.

Az anyagokat a molekuláris felfogás (hipotézis) szerint egymástól helyileg különböző, diszkrét molekulák összeségéből állónak tekinthetjük. A folyadék felületét is ily elkülönített molekulák alkotják. Tekintsük most a felületet olyan kicsiny, egyenlő területekre elosztva, hogy mindegyikre átlag *egy* molekula essék; az ily kicsiny részt molekuláris területnek nevezzük, melynek nagysága változik a folyadék minőségével és hőmérsékletével. Ha most a folyadék felületét éppen *egy* ily molekuláris felülettel megnagyobbítjuk, munkát kell végeznünk; s ennél fogva a folyadék energiája növekszik egy bizonyos értékkel, melyet *molekuláris felületi energiának* neveznek. Így is fejezhetjük ki e fogalmat: *a molekuláris felületi energiának mértéke az a munka, melyet végeznünk kell, ha egy molekulát a folyadék belsejéből a szabad felületre viszünk*. A folyadék sűrűségéből, molekulásúlyából és felületi feszültségéből könnyen kiszámíthatjuk a molekuláris felületi energia meghatározott sokszorosát, amelyet akár az energia mértékéül fogadhatunk el.

Báró EÖTVÖS LORÁND azt találta, hogy bárminő folyadékot veszünk is: annak molekuláris felületi energiája mindig ugyanúgy változik a hőmérséklettel; akár *étert*, akár *alkoholt*, *benzolt*, *kloroformot* veszünk és mindegyiket egy hőmérsékleti fokkal melegítjük: valamennyinek molekuláris felületi energiája ugyanannyival változik és pedig függetlenül attól, hogy milyen hőmérsékletről melegítünk egy fokkal, akár  $10^\circ$ -ról  $11^\circ$ -ra, akár  $100^\circ$ -ról  $101^\circ$ -ra. Az a szám tehát, mely megmondja, hogy mennyivel változik meg a molekuláris felületi energia egy fokkal való melegítésre, ez az úgynevezett EÖTVÖS-féle *állandó*, mely független a folyadék anyagi minőségétől, állapotától, hőmérsékletétől; ezért ezt általános, *univerzális* állandónak nevezhetjük, mely jellemző a folyadék-állapotra, tekintet nélkül arra, hogy milyen folyadékkal van dolgunk.

Ilyen univerzális állandót az egész fizika csak keveset ismer,

ilyen például az általános gázállandó, mely kifejezi, mennyivel változik bárminő gáz molekuláris nyomási energiája, ha a hőmérséklet egy fokkal növekszik. Ez az ideális gáz univerzális állandója; és EÖTVÖS törvénye teljes analogonja az ideális gáz híres állapotegyenletének vagy miként gyakran nevezik, a BOYLE—MARIOTTE—GAY-LUSSAC egyesített törvényének: az egyik a *gázállapotra* jellemző, a másik a *folyadékállapotra*. E szerint az általános *gázállandó* analogonja az EÖTVÖS-*állandó*, mely jellemzi a folyadékállapotot.

Gázállandó.  
Eötvös-  
állandó,  
szerkezete.

Meg kell jegyeznünk, hogy sok folyadék EÖTVÖS állandója eltér a normális értéktől, ezeknek a folyadékoknak belső szerkezetéről az EÖTVÖS-törvény rendkívül érdekes felvilágosításokat ad.

Amint az abnormális gőzsűrűségekből azt következtethetjük, hogy a gőz molekulái részben szétestek, disszociáltak, azonképpen az EÖTVÖS-féle állandó rendellenes és pedig túlkicsiny értékéből azt kell következtetnünk, hogy az illető folyadék molekulái nagyobbak, mint gőzállapotában, hogy részben összeálltak, asszociáltak. Így például az EÖTVÖS-féle törvény alapján tudjuk, hogy a nagyon közönséges folyadék, a *víz*, nagyon rendellenes molekula-szerkezetű; molekulái közönséges hőmérsékleten jóval nagyobbak, mint gőzállapotban és még  $100^\circ$  és  $210^\circ$  között is kétszer akkorák. Látható ebből az EÖTVÖS-féle törvény fontossága a vegyész szempontjából is, mert módszert nyújt annak az eldöntésére, eltérnek-e a folyadékmolekulák a gőzmolekuláktól vagy: ugyanakkora-e a folyadék molakulasúlya, mint a gőz-é?

E munkálatokat báró EÖTVÖS az 1882—1886. években magyarul és németül közölte.\*

\* «A folyadékok felszíni feszültségének összefüggése a kritikus hőmérséklettel». M. T. Akadémia Mat. Termtt. Értesítője III. kötete, 54—73 lap, 1885. «A folyadékok felületi feszültsége és vegyi alkata között fennálló kapcsolatról». M. T. Ak. Mat és Termtt. Értesítője IV. kötet, 34—41. l., 1886.

«Über den Zusammenhang der Oberflächenspannung der Flüssigkeiten mit ihrem Molecularvolumen.» Annalen der Physik und Chemie. Neue Folge XXVII. k., 448—459. lap, 1886, és Ugyanaz: Math. und Naturwiss. Berichte aus Ungarn IV. k., 33—43. lap, 1886.

Ramsay kémikus eredeti álláspontja.

Bár báró EÖTVÖS LORÁND e törvényét, mint most említettük, 1886-ban közzétette: RAMSAY angol kémikus 1893-ban megjelent dolgozatában fejtegeti, hogy a kémia még nem rendelkezik oly módszerrel, mely a folyadék molekulásúlyának ismeretére vezetne. Vizsgálatai, úgy mondja, ily módszerre vezették; de ez az ő új módszere semmi egyéb, mint az EÖTVÖS-féle törvény! Ámbár ő maga a tények e téves beállítását helyesbítette, mégis, sajnos, az volt az eredménye, hogy eleinte az irodalomban némelyek, szerencsére a kisebbség, EÖTVÖS—RAMSAY-féle törvényről beszéltek; pedig ez teljesen báró EÖTVÖS LORÁND saját tudományos felfedezése; mert RAMSAY csak lényegtelenül egészítette ki e törvény eredeti alkalmazását.

Befejezése a kapilláris vizsgálatoknak.

A folyadék részei között működő, csak kicsiny távolságra ható erők vizsgálatát báró EÖTVÖS LORÁND a róla nevezett törvény megállapításával fejezte be, a továbbiakban csak elvétve foglalkozott a kapilláris erőkkel. —

Lékéselt vizsgálatok: hengeres üvegcsövekben magasabb hőmérsékletű folyadékok fénytörés-mutatói meghatározása; eredménytelen észleletek.

Közben néhány kisebbszerű problémával is foglalkozott; így például hengeres üvegcsövekben lévő folyadékok fénytörés-mutatójának meghatározásával magas hőmérséklet mellett, amellyel vele egyidőben GALITZINE orosz fizikus is foglalkozott, ki azonban előbb tette közzé ebbeli munkájának eredményeit, mint báró EÖTVÖS, aki a végleges közlést nem szerette, azt mindig tehernek tekintette, és így a nevezett orosz fizikus őt e tekintetben megelőzte, míg báró EÖTVÖS ebbeli hosszabb munkájának nem maradt nyoma az irodalomban.

Sajnos, még számos más ily, megkezdett kísérleti vizsgálatba fogott báró EÖTVÖS LORÁND, a nélkül, hogy az idetartozó nagyszámú megfigyeléseit befejezhette volna; sőt feljegyzései részben nem mindig rendezett észleletek sorozatát képezik, melyek rendezése most már alig látszik lehetségesnek.

Gravitációs és Mágnességi vizsgálatok.

Érdeklődését most már jóformán kizárólagosan egy másik, de ismert törvényű erő: a gravitáció és a hasonló törvények

hódoló erő, a *mágnességi erő* kötötte le. A gravitáció és a mágnességi erő problémáitól nem voltak képesek elvonni őt a mult század végén és a jelen század elején ismertté lett nagy fizikai felfedezések és elméletek sem. Így a RÖNTGEN-sugarak, a rádióaktivitás, az elektro-optikai jelenségek, a quantum-elmélet, a relativitás elmélete; ezeket és az eredményeiket mind tudomásul vette ugyan, de ezeknek ő csak érdeklődő szemlélője volt és nem foglalkozott velük érdemlegesen.

A gravitációra és a mágnességre vonatkozó vizsgálatai során, amelyekkel körülbelül harminc esztendeig foglalkozott, báró EÖTVÖS LORÁND idetartozó eszközeinek érzékenységet és biztonságát folytonos kísérletezéssel annyira fokozta és annyiféle új eszközt szerkesztett, hogy a földi tömegmennyiségek között működő aránylag csekély vonzási erő jóformán kézzelfoghatóvá lett és ezzel olyan feladatok megoldására vállalkozhatott, melyek kényességüknél fogva ezelőtt megközelíthetetlennek látszottak. A három évtizeden át végzett szakadatlan munkájának eredménye egyrészt a Föld alakjára és belső szerkezetének felismerésére vonatkozik; ő ez új kutatások szabályszerű irányát, és a messze jövőre szóló feladatait jelölte ki, amely feladatok végrehajtására ő maga hazánk egyes területeinek rendszeres átkutatásával klasszikus példát adott.

Annak az eszköznek, amellyel báró EÖTVÖS LORÁND e kutatásait végezte, *alaptípusa, magva*, a COULOMB-féle csavarási mérleg vagy csavarási inga, amelyet ma már minden középiskolai tanuló ismer.

Egyszerű Coulomb-féle csavarási inga.

Ez eredeti alakjában egy vékony fonálra, vízszintesen, felfüggesztett fémrúd vagy farúd, két végén egy-egy golyóval vagy egy-egy hengeres súllyal.

Báró EÖTVÖS LORÁND először szintén a COULOMB-féle mérleg ez egyszerű formáját használta gravitációs méréseihez, de mindenekelőtt szabálytalan, a méréseket nagyon zavaró járását megszüntetni törekedett; ezt igen jól el tudta érni azáltal, hogy az egyszerű COULOMB-mérleget kettős, sőt hármasszálú szűk szekrénybe zárta, miáltal a belső térben a zavaró légáramokat

csökkentette és a hőmérséklet-különbségeket, melyek legnagyobbbrészt okozzák e légáramokat, nagy mértékben kisebbítette. Ezáltal az inga lengései szabályosak lettek és az egyensúlyi helyzete biztosan meg volt állapítható.

Gravitáció  
állandója.

Báró Eötvös első vizsgálata az volt, hogy ez eszköz segélyével a *gravitáció állandóját* meghatározza; ez a szokásos módon történt, úgy, hogy le kellett mérnie az ingán lévő két ólomgolyó tömegét és megfigyelni azt, mekkora vonzást gyakorolnak ezekre a közelükben elhelyezett szintén ólomgolyók vagy ólomtégglák, mely utóbbiak tömegét szintén le kellett mérni, és a vonzó, valamint a vonzott tömegeknek egymástól való távolságát is ismerni kellett. A kölcsönös vonzás elcsavarta a függő ingát, a mérleg-rudat a felfüggesztő sodrony körül és ebből a lemerített erőből és a többi adatból nehézség nélkül ki lehetett számítani a *gravitáció állandóját*, vagyis annak a vonzóerőnek a számértékét, amelyet egy gramm tömeg egy másik egy grammra gyakorol, egy centiméter távolságból. Ez az utóbbi erő e mérések szerint igen kicsiny, ugyanis tizenötmilliószor kisebb, mint egy milligramm súlya; az oly eszköznek tehát, amely ily csekély erőt enged lemérni, igen érzékenynek kell lennie, hogy a földi tárgyak vonzását lehessen vele meghatározni.

Ámde ezzel az eljárással már elég sokan mérték báró Eötvös előtt a *gravitáció állandóját* és egymás között többé, vagy kevésbé egyező értékeket kaptak; de báró Eötvös értéke valamivel jobb a többi értékeknél.

Torziós inga  
lengése.

De báró Eötvösnek a torziósmérleggel még egészen más, új céljai voltak. Ugyanis a torziós-inga rúdja a vonzóerők hatása alatt nemcsak meghatározott elfordulást, kitérést szenved, hanem a vonzóerőnek úgynevezett erőterében vízszintes lengéseket is végez a felfüggesztő sodrony körül, hasonlóan a közönséges, nehézségi ingához, mely függőleges síkban leng. Csakhogy most nem a földi nehézség lengeti ezt az ingát egyensúlyi helyzete körül, hanem a megcsavart drót rugalmassága; ily lengés tartamát itt is lengési időnek nevezik. Ha most vonzó tömegek is vannak a közelben, ezek elhelyezésük szerint erősíthetik vagy gyen-

gíthetik a drót hatását és így a lengési időt kisebbítik vagy növelik.

Egyik ilyenmű nevezetes kísérlete alkalmával a torziós-inga két, nagy ólomtéglából felépített oszlop között lengett: ekkor a rúd egy bizonyos egyensúlyi állása körül 860 másodpercnyi lengési idővel, a reá merőleges állás körül pedig 641 másodperccel lengett. Ez a különbség igen jelentékeny, ugyanis 219 mp., mely már a legkevésbé pontos időmérővel is megállapítható. Báró EÖTVÖS LORÁND e módszerrel a gravitációs állandó értékét körülbelül  $\frac{1}{50}$  résznyi pontossággal határozta meg. De bizonyos, hogy a részletek kidolgozásával e módszer ennél jóval pontosabb értéket fog szolgáltatathatni.

Állandó meghatározása lengésekkel.

A fentmondottak szerint: a csavarási inga közelében elhelyezett tömegek növelhetik az inga lengési idejét és ezzel együtt jár az érzékenység növelése is, éppen úgy, mint a közönséges mérlegen tapasztalhatjuk, hogy az érzékeny mérleg lassan végzi a lengéseit, az érzéketlen gyorsan. A vonzó tömegek alkalmas elhelyezésével báró EÖTVÖS LORÁND az érzékenységet jóformán szószerint a végtelenségig tudta fokozni. Ez elv szerint készült egy eszköze, a *gravitációs kompenzátor*, melynek érzékenysége oly nagy, hogy a tőle körülbelül egy méter távolságban ülő ember tömegét elég nagy pontossággal lehetett lemérni.

Gravitációs kompenzátor.

Azonban báró EÖTVÖS LORÁND gravitációs vizsgálatai őt még más, igen fontos probléma kutatására is vezették. Ugyanis minden tömeg elválaszthatatlanul vonzóerővel bír, ilyet mindig kifejt. Másrészt ugyanilyen, a tömegnek elválaszthatatlan tulajdonsága az is, hogy bármily tömegnek mozgatására, mozgási állapotának, sebességének a megváltoztatására erő kell, mely ennek a tömegnek mennyiségével egyenesen arányos. Ezt az utóbbi tulajdonságát nevezzük a test tehetetlenségének. E tulajdonság tapasztalati megnyilvánulása egyszersmind a tehetetlennek mondott tömeg mérőszáma.

Tömeg vonzása és tehetetlensége.

De mint fent megjegyeztük, bármely test tömegénél fogva más testre gravitációs vonzást fejt ki, és megfordítva, e tömeg más tömegek vonzásának is alá van vetve. NEWTON tör-

vénye szerint ez a vonzóerő egyenesen arányos a tehetetlen tömeggel, függetlenül az anyagi minőségétől; ez azt jelenti, hogy a gravitáció független az anyagi minőségtől, szóval, hogy egy gramm ólom ugyanakkora vonzást gyakorol, mint egy gramm üveg és ugyanakkora vonzást is visel el. Ezt a tapasztalatot röviden úgy fejezik ki, hogy a *tehetetlen tömeg egyenesen arányos a gravitáló tömeggel*; ha pedig az egységeket alkalmasan választjuk, akkor a *tehetetlen tömeg egyenlő a gravitáló tömeggel*. Kérdés, vajjon milyen pontossággal igaz ez a tapasztalat? Hogyan vehető észre az esetleges eltérés a szigorú arányosságtól? Ezt olyformán vennők észre, hogy különböző anyagi minőségű testek különböző gyorsulással esnének a Föld felszíne felé!

A földi nehézségi erő ugyanis, mely a testeket esésre készíti, két erőnek az eredője: a Föld tömege gravitációs vonzásának és a Föld forgásából származó (középpontfutó) erőnek. Az utóbbi a Földdel forgó test tehetetlenségét fejezi ki és pontosan, szigorúan arányos e forgó test tehetetlen tömegével; ha e szerint a *Föld* vonzása is függene az anyagi minőségtől, akkor az egész nehézség is függene attól úgyhogy egy gramm ólom nehézsége különböző volna egy gramm üvegétől; ez pedig ismét abban nyilvánulna, hogy az ólom más gyorsulással esnék lefelé, mint az üveg. Már NEWTON, utána BESSEL königsbergi csillagász és többen úgy vizsgálták meg e kérdést, hogy különböző anyagokból készült, de egyforma alakú ingák lengésidejét mérték le, és azt egyformának találták. Ismert dolog a mechanika elemeiből, hogy a fizikai inga lengésideje, alakja és méretein kívül, függ a nehézségi gyorsulástól is; NEWTON és BESSEL előbb említett kísérleteikből következtették, hogy bármilyen anyag földi gyorsulása ugyanaz. BESSEL e mérések pontosságát annyira vitte, hogy észrevett volna akkora különbséget, mint az egész gyorsulás egyhatvanadezred része; de nagyobb pontosságot addig nem tudtak elérni. Így állott ez a kérdés, mikor báró EÖTVÖS LORÁND 1890-ben idetartozó első kísérleteit végezte és pedig a csavarási ingával, mely jóval érzékenyebb e célra, mint a közön-

Vonzótömeg  
egyenlő a  
tehetetlen  
tömeggel.

Newton és  
Bessel.

séges inga. Persze, ez az eszköz nem azt árulja el, hogy a különböző anyagok nehézségi gyorsulása egyforma nagyságú-e, hanem azt, hogy *egyforma irányú-e*; de ez nem jelent egymástól független két tényt.

Ha ugyanis a Föld vonzása különböző anyagok egy grammjára különböző nagyságú volna, a nehézségi erő, mint a Föld vonzása és a centrifugális erő eredője, különböző anyagokra különböző irányú volna, mert a Föld vonzása és a centrifugális erő nem esnek egy és ugyanannak az egyenesnek az irányába. Ebben az esetben a földnehézség ugyan benne feküdne a mindenkori meridiánsíkban, de például *ólomra* más irányú volna, mint üvegre. Ennek pedig nevezetes következménye volna a csavarási ingára: a meridiánra merőlegesen állított rudat elforgatná, a meridiánba állítottat ellenben nem, ha a rúd egyik végén például ólomgolyó, a másikon üveggolyó van. A rúd elforgását pedig igen finoman lehet mérni, ha fénysugarat használunk mutató gyanánt oly módon, hogy a rúdra tükröt erősítünk és erről fénysugarat veretünk vissza. Báró EÖTVÖS LORÁND úgy járt el, hogy a rúd egyik végére sárgaréz golyót vagy platinahengert erősített, a másik végére pedig rendre különböző más-más anyagokat, mint antimon, magnárium, réz, üveg, fa, aszbeszt, rézszulfát, rézszulfát-oldatot; de elforgást nem észlelt. Az 1890. évben végzett mérések eredménye az volt, hogyha van eltérés a különböző anyagok nehézsége között, akkor az kisebb, mint az egész nehézség egyhúszmilliomod része. A módszer érzékenysége már akkor háromszázszorta nagyobb volt, mint BESSELÉ.

Báró EÖTVÖS LORÁND e kísérleteiről eleinte kevesen tudtak, aminek oka részben az volt, hogy nyugati nyelven csak a Math. u. Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn-ban jelent meg egy nem terjedelmes cikk, mint az Akadémia elé terjesztett magyar dolgozat fordítása.

A göttingeni tudóstársaság, nyilván a fenti kísérletek tudomásul vétele alapján, 1906-ban pályakérdést tűzött ki a gravitáció és a tehetetlenség arányosságának tüzetes megvizsgálására.

A göttingeni tudós társaság által koszorúzott pályamunkája.

Amint előre várható volt, csak egyetlen egy pályamunka érkezett be, mert csak kevés fizikusnak állhattak rendelkezésre ily munkához szükséges finom kísérleti segédeszközök. Ennek a pályamunkának oda is ítélték a pályadíjat<sup>79</sup>; szerzői voltak báró EÖTVÖS LORÁND és munkatársai: PEKÁR DEZSŐ és FEKETE JENŐ. Az e munkában végzett vizsgálatok ugyanily módszerrel történtek, mint az előbb leírtak, de a használt eszközök már sok évi tapasztalat alapján igen jelentékenyen tökéletesítve voltak s ezeknek a javított eszközöknek a pontosságát az előbbieknél tízszeresére lehetett fokozni. Mindezeknek a nagyszámú és igen fáradtságos méréseknek az eredményét abba a kijelentésbe lehet összefoglalni, hogy a különféle anyagok nehézsége annak csak egy kétszázmilliomod részével, ( $\frac{1}{200.000.000}$ )-od részével lehet különböző. Ez oly magasfokú pontosság, melyet más fizikai mennyiségek mérésében — a tömegmérést kivéve — nem lehetett eddig elérni.

Milyen hatást tett báró EÖTVÖS LORÁNDRA e pályamunkájának sikere: ezt 1906. évi július hó 3. napján, kedvenc nyári tartózkodó helyéről, Schluderbachból kelt levele mutatja, melyben mondja: «A göttingeni egyetem által kitűzött pályakérdésről az Allgemeine Zeitungból már volt tudomásom; örvendtem a hírnek, de azért nem kevésbé örvendtem az Ön levelének, mely irántam való jóindulatának újabb jelét adja.

Megvallom, jól esik nekem az elismerésnek ez a fajtája, melyből látom, hogy nem egészen hiábavaló dologra fordítottam életem javarészét.

Itt, a jó levegőben, egészséges életmódom mellett különben még úgy érzem magam, hogy van előttem még egy néhány év, mely alatt sikerülni fog munkálataimnak némi befejezése.

Kérem, tartsa meg nekem ezentúl is érdeklődését, törekvéseim részvételét. Melegen üdvözli régi barátja

EÖTVÖS LORÁND.»

Báró EÖTVÖS LORÁND e kísérlete a fizika klasszikus kísérletei közé tartozik; azóta felhasználták az úgynevezett EINSTEIN-féle elméletnek, a relativitás általános elméletének egyik tapasztalati alapjául.

Báró EÖTVÖS már 1890-ben megkezdte e nevezetes méréseit, amikor még csak nagyon kevés fizikust érdekelt a gravitáció; annyira nem volt az divatos téma, hogy amikor báró EÖTVÖS-nek erre vonatkozó első nagyobb közlése 1896-ban megjelent, magyar és német nyelven, nem keltette azt az általános érdeklődést, melyet méltán megérdemelt volna: \*

Báró Eötvös  
első ilyen  
közlése.

Később, mikor báró EÖTVÖS vizsgálatait kiterjesztette a gravitációs erők ama megnyilvánulásaira, amelyek a Föld tömegének a föld felületén és a föld mélységeiben való térbeli eloszlásából keletkeznek, amikor a báró EÖTVÖS által szerkesztett oly finom és érzékeny csavarási inga nemcsak a föld felületén látható, de a föld felszíne alatt lévő tömegek eloszlását engedte észrevenni és meghatározni: akkor mindinkább fokozódni kezdett az illetékes hozzáértő szakkörök érdeklődése báró EÖTVÖS LORÁND ebbeli eszközei s ezek alkalmazása iránt és pedig itt nemcsak az ebből előálló gyakorlati haszonra való tekintetből, hanem a felsőbb földmértan tudományának sikeres bővítése szempontjából is. Földünk, mely csupa vonzó, gravitációs tömegeknek konglomeratuma, a térnek bármely pontjában meghatározott irányú és nagyságú vonzó erőt fejt ki; ennek az erőnek úgy a nagysága, mint az iránya, pontról-pontra más; hiszen már a legelső tapasztalatokból ismeretes, hogy a Föld nehézségi ereje az egyenlítőn kisebb, mint a pólusokon, és pedig egyrészt a Föld tengelye körüli forgása következtében előálló középpontfutó

Földmértan  
és b. Eötvös  
gravitációs  
mérései.

\* Ez volt: «*Vizsgálatok a gravitáció és mágnesség köréből.*» M. Tud. Akadémia Mat. és Természett. Értesítője XIV. kötete, 221—266. lap, 1896; és ugyanaz német fordításban: «*Untersuchungen über Gravitation und Erdmagnetismus.*» Annalen der Physik und Chemie. Neue Folge 59. kötete, 354—400. lap, 1896; és Mathem. und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn, Band XIII. pg. 293—343., 1896. évi április 20-án.

erőnél fogva; másrészt pedig annál fogva, mert a Föld alakja nagy közelítésben tengelyekörüli forgási ellipszoid, melynek a vonzása a Föld felületének különböző helyein különböző.

A földi nehézség erőterében tehát kifejezést nyer a földtömeg alakja és tömegeinek belső eloszlása; és azért is az erőter ismeretéből következtetést vonhatunk a Föld alakjára és belső szerkezetére. Sőt a Föld pontos alakját egyenesen a nehézség erőterével értelmezhetjük.

Geoid.

A Föld pontos alakját mutatja ugyanis a földön nyugvó, egyensúlyban lévő nagy kiterjedésű vízfelület, a tenger; ezt a felületet nevezzük *Geoid*-nek.

A mechanika tapasztalatai szerint a nyugvó víz felülete úgy alakul, hogy az mindenütt merőleges az ott uralkodó nehézségre, azaz, a nyugvó víz felülete a nehézségi erőnek úgynevezett egyensúlyi, nívófelülete. A nehézség erőterének ismerete e szerint a Föld alakjának, a geoidnak ismeretére vezet. A felsőbb földmértan, a geodézia, éppen ennek a felületnek a meghatározásával foglalkozik és ezideig főeszköze a libella és a közönséges inga volt. Az előbbi eszköz vízbuborékának állásával, a nehézség irányáról; az utóbbi pedig lengésidejével a nehézség nagyságáról nyújt felvilágosítást.

A Föld különböző helyein lengetve a közönséges ingát, képet nyerünk arról, hogyan változik a nehézség a Földön, de csak megközelítő képet; mert a közönséges inga nem elég érzékeny arra, hogy eltérést áruljon el két olyan hely nehézsége között, mely például egy centiméter távolságra fekszik egymástól. Báró EÖTVÖS LORÁND tapasztalt érzéke észrevette, hogy az ő csavarási ingája segítségével mérni lehet a nehézség változását olyan két hely között is, amely csak egy centiméter távolságra esik egymástól. A csavarási inga rúdja egy-egy felével belenyúl a nehézség egy-egy erőterébe; ezzel a csápjával azt mintegy kitapogatja és ha ebben térbeli változást vesz észre, akkor ezt azzal jelzi, hogy elcsavarodik és meghatározott irányba iparkodik elhelyezkedni, akárcsak a mágnestű. De ez az irány sem az észak-déli, sem a kelet-nyugati irány, hanem általában jellemző a hely nehézségi

A Föld nehézségi erő vízszintes kitapogatója.

erőterére; a nivófelület alakjától függ, irányát a nivófelület egyik főgörbületi irányának nevezik; a másik főgörbületi irány a nivófelületet érintő síkban az elsőre merőleges. A csavarási ingával nemcsak ez a nevezetes irány jelölhető ki, hanem le is mérhető annak a törekvésnek az erőssége, amellyel a főgörbületi irányba iparkodik az inga elhelyezkedni. A rúd ugyanis ebbe az irányba akar beállani, de a felfüggesztő sodrony vissza akarja tartani és a rúd tényleg úgy helyezkedik el, hogy e két hatásbeli tényező egymást éppen ellensúlyozza; az inga rúdja nem helyezkedik teljesen az általa keresett irányba, csak közeledik hozzá annyira, amennyire a sodrony engedi: a rúd bizonyos fokig elcsavarodik. Az inga rúdjával így különböző irányokban kitapogathatjuk a nehézség terét; csak különböző irányokba kell állítanunk a rudat az egész eszköz elforgatásával; és mérni a rúd elcsavarodását. Ezekből a mérésekből azután meg tudjuk mondani, hogy mily mértékben tér el a nivófelület a gömbalaktól.

De ennél még többre képes a csavarási mérleg, ha lefelé nyúló csáppal is ellátjuk, mellyel a nehézség erőterét *lefelé* is kitapogathatjuk. Ezt tette báró Eötvös, mikor a rúd végén lévő egyik súlyt mélyebbre helyezte, úgyhogy a rúd végére függesztette a súlyt 50—100 centiméter hosszú sodronyon. Ezzel az egyszerű, de valóban ingeniózus gondolattal oly alakot adott eszközének, hogy ez az eszköz most már elárulta azt is, hogyan változik a nehézség pontról-pontra a rúdon átmenő egész vízszintes síkban és pedig egyetlen egy helyen végzett mérésekből. Eltekintve attól, hogy a közönséges inga meg sem közelítheti a csavarási inga érzékenységét, kitűnik báró Eötvös Loránd műszerének másik igen nagy előnye: míg ugyanis a közönséges ingával két helyen kellett mérni, hogy a nehézségnek csupán e két hely közötti változását megkaphassuk: addig a csavarási ingával meg tudjuk a nehézségváltozását a nivófelületet érintő, egész vízszintes síkban és mégis csak egyetlen egy helyen kellett mérnünk.

A nivófelület főgörbületi sugarai és a csavarási inga.

A Föld nehézségi erő függélyes kitapogatója.  
A torziós inga egyik súlya mélyebb, mint a másik.

B. EÖTVÖS  
expedíciótól.

Ezzel a két műszerrel felszerelve, báró EÖTVÖS LORÁND átkutatta hazánk területének nagy részét, sűrűn behálózva az egyes területeket észlelő állomásokkal.

Alighogy a nyár beköszöntött, elindult az expedíció és pedig kezdettől fogva Dr. Pekár Dezső vezetése alatt, hazánk egy-egy érdekesnek ígérkező területe átkutatására és csak az első hó és fagy szakította meg a méréseket, amelyeknek feldolgozása azután igénybe vette a telet és a tavaszt. De volt idő, hogy a tél sem riasztotta vissza báró EÖTVÖS LORÁNDOT a mérés fáradalmaiktól; így az 1903. év telén a Balaton jegén álltak az észlelősátrak és az észlelők melegedő kunyhói; ezt a helyet azért választotta báró EÖTVÖS LORÁND, mert ott a sík- és sima altalajon nincs u. n. terrain-korrekción.

De ekkor Steiner Lajos, az akkori obszervator, jelenleg a meteorologiai intézet igazgatója és három munkása oly jég-táblán voltak, mely észrevétlenül a parttól elszakadva, a rajta-lévőket magával a Balaton szabad vizére vitte. A környező falvak észrevették a veszedelmet és félrevert harangszóval segítségre hívták a lakosokat, és így szerencsére megmenekülhetett az expedíció.

A fentjelt mérések eleinte szerényebb keretek között folytak a M. T. Akadémia és SEMSEY ANDOR áldozatkész támogatásával.

Kedvezőbb lett a támogatás, mikor 1906-ban az «*Internationale Erdmessung*» társasága Budapesten tartotta XV. általános összejövetelét, melynek egyes tagjai az ekkor Aradon folyó mérésekhez is ellátogattak. Tulajdonképpen báró EÖTVÖS LORÁND-nak ezen az értekezleten tartott előadása és eljárásának aradi gyakorlati bemutatása keltette fel nagyobb mértékben a külföld érdeklődését e tárgy iránt, aminek első hatása abban nyilvánult, hogy az értekezlet a magyar kormányt e mérések támogatására kérte.

E lépése a magyar kormánynál megértésre talált: Vallás- és Közoktatásügyi m. kir. Miniszter Úr 28762/907 számú, 1907. évi május hó 15-én kelt rendeletével; és azóta állami támogatással szélesebb mederben, nagyobb erővel folytak e mérések; az államsegélyt oly kötelezettséggel adta a Kor-

mány, hogy az ebből létesített beszerzések összegei és tárgyai külön leltározatassanak; és így meg volt vetve az alapja a később, báró EÖTVÖS LORÁND halála után létesült, az ő nevét viselő geofizikai intézetnek. Báró EÖTVÖS LORÁND gyászos elhúnyta után is a kormány további támogatásával, az ő lelkes tanítványai, mesterük szellemétől áthatva, hivatásukat e nagy mű továbbfejlesztésében látták, és az azóta elmúlt tíz esztendőben a várakozásnak fényesen megfeleltek.

A vázolt sok mérés tanúsága szerint, a nehézség eloszlása a Földön valóságban jól mérhető mértékben eltér attól, mely a Föld szabályos forgás-ellipszoid alakjának felelne meg. Ezeket az eltéréseket egyrészt a Föld színe felett látható közelebbi és távolabbi tömegek, hegytömbök és vonulatok okozzák, másrészt a Föld alatt lévő olyan láthatatlan tömegek létesítik, melyeknek sűrűsége eltér a talaj átlagos sűrűségétől. A Föld feletti, látható tömegek hatása kiszámítható elhelyezkedésükből, méreteikből és sűrűségükből; ezek levonásával az észlelt változásban még fennmaradó rész Föld alatti nagyobb vagy kisebb sűrűségű tömegfelhalmozódásokra, hegyvonulatok jelenlétére vall, melyek alakjáról, méreteiről, helyzetéről így kapunk felvilágosítást. Így például az *Arad* vidékén végzett mérések világosan mutatják, hogy az aradi Hegyalja szélén, *Ménes* falu körül, a hegység sziklás rétege a síkság alatt folytatódik, lefelé körülbelül 760 méter mélységig; azután ismét lassan a felszín fölé emelkedik. E sziklás altalajt borítja az Alföld lazább földje.

Földfeletti, látható és Földalatti láthatatlan tömegek hatása.

Hasonló példa *Kecskemét* város közelében végzett mérések eredménye; ott a földi nehézségnek jól kifejtett minimumát lehetett észlelni, azaz, e helytől bármely irányban haladva, a nehézségi erő egy körülbelül harminc kilométer átmérőjű körig emelkedik; azontúl megint fogy. Ha itt is olyan Föld alatti tömegeket tételezünk fel, melyek sűrűsége *nagyobb* a felső talaj sűrűségénél, akkor a nehézség észlelt eloszlását egy körülbelül 30 kilométer átmérőjű körhegység okozná, melynek közepén krátterszerű mélyedés van; olyan fajta alakulat ez, mint

a holdkráterek. Ha azonban a talajnál *kisebb* sűrűségű tömegeket tételeznénk a felszín alatt fel, akkor az észlelt eloszlást Föld alatti nagyobb sőtömeg is okozhatja.

A gravitációs  
mérések ered-  
ményét a  
geológia segíti.

Ebből is látható, hogy a földalatti tömegek alakjára, helyzetére vont következtetések biztonságban nyernek, ha sűrűségükről a geológia valamiféle útbaigazítást ad, mint például *Arad* vidékén, hol a Föld alatti vonal a síkság szélén felbukkan.

Nehezebb a helyzet a Nagy-Alföldön; de itt is fontos felvilágosítást adnak báró EÖTVÖS LORÁND mérései. Így például a *Hortobágyon* a mérések a nehézségnek egy maximumát, meg egy minimumát jelezték. Az egyik vagy a másik helyen kell, hogy a Föld mélyében oly alakulat legyen, melyet a geológusok antiklinálisnak, *dómnak* neveznek. Tudvalevő dolog, hogy a *földgáz* az antiklinálison gyűl össze. Ha tehát a Hortobágyon földgázt keresünk, elég két helyen, a maximum és a minimum helyén fúrunk; ha egyáltalában van ott földgáz, akkor azt a két hely egyikén kell meglelnünk. Ha báró EÖTVÖS LORÁND módszerével nem is lehet eldönteni, van-e az illető helyen földgáz vagy nincs, mégis felette értékes utasítást ad arra, hogy hol keressük s így sok hiábavaló [költséges fúrást elkerülhetünk. — A külföld eleinte tartózkodóan fogadta báró EÖTVÖS LORÁND itt jelzett vizsgálatait, kételkedtek abban, hogy a szeszélyesnek ismert csavarási mérleget annyira meg lehessen fékezni, hogy a szabad ég alatt felállítva, a nehézségi erőtér finomságait biztosan és híven jelezze. Csak mikor sokan meggyőződtek az adatok valódiságáról, váltak hívókké, az új módszer lelkes pártolóivá és terjesztőivé. —

Az Eötvös-féle  
torziós mérleg  
elméletét és  
gyakorlatát  
ismernünk  
kell, ha alkal-  
mazni akarjuk.

De nem kell gondolni, hogy az ily érzékeny eszközzel a kellő bánásmód oly egészen egyszerű; az eljárás elméletét is jól kell ismerni és, miként néhai JEDLIK ÁNYOS jeles fizikusunk magát helyesen kifejezte, *az eszköz minden csinját-bínját ki kell tapasztalni*, hogy azt jól használhassuk. Szóval, egy valóságos studiumot, elméletit és gyakorlatit kell végeznie annak, ki az Eötvös-féle apparátusokat sikerrel kívánja alkalmazni.

Így, 1912-ben a londoni *Royal Society* 250 éves fennállása jubileumán találkoztam herceg *Galitzine* orosz fizikussal, az orosz állami középponti fizikai intézet igazgatójával, ki sajnálkozva említette, hogy ő ily Eötvös-féle torziósmérleget rendelt, s amikor ez megérkezett, sem ő, sem a segédje nem tudtak vele boldogulni, mert készületlenül akartak vele dolgozni.

Azóta sok fizikus és geodéta eleinte magánál báró Eötvös Lorándnál, részben hazai tanítványainál megtanulta az Eötvös-féle geofizikai intézetben az ily műszerek sikeres használatát; így néhai báró Eötvös Loránd életében is már Ausztriában, Német-, Olasz-, Horvátországban, sőt Japánban mértek az Eötvös-féle graviméterekkel és pedig főleg az itt Budapesten, a Süss-gyárban készült eszközökkel; az azóta elmúlt tíz esztendőben pedig ez az alkalmazás igen tete-  
 mésen megnövekedett.

Az eszközök  
részletelt is  
meg kell  
tanulni.

Valóban méltán csodálkozhatunk azon, hogy ez az annyira igénytelennek látszó eszköz, hírt ad a Föld mélyében elterülő láthatatlan világról. De még inkább kell csodálnunk az alkotó mester szellemi ingéniumát, aki ezzel a bűvös szerszámmal mintegy maga elé idézte a föld belső erőit és arra kényszeríté, hogy a föld rejtelmeiben eltakart titkokat fedjék föl. Méltán büszkék lehetünk arra, hogy e hatalmas szellem hazánk szülötte, ki fényesen tanuskodik a mellett, hogy a magyar faj a tudományra is rátermett és kiveszi a maga részét a tudomány és a kultúra fejlesztéséből.

Báró Eötvös Loránd szelleme bizonyára még igen soká fogja irányítani azokat a tudósokat, kik az Eötvös-ingával felszerelve, behálozzák majd az egész föld kerekességét megfigyelő állomásokkal, hogy ezek bemondásai alapján megrajzolhassák majd földünk földalatti térképét. —

Báró Eötvös Lorándnak eme kísérletei, amelyek a Föld alatti tömegek helyzete, méretei és minőségére nézve felvilágosítást adnak, legnagyobb figyelmet keltettek azoknál, kiknek érdeke a Föld alatti kincseknek a felkeresése volt: így kőszent, föld-

gázt, kőolajat kerestek főleg, szóval a Föld alatti energiákat nyújtó anyagokat, fekete gyémántokat. —

Tudományos munkásságának utolsó tárgya.

Tudományos munkásságának még utolsó pontjáról kell megemlékeznünk. Ugyanis oly kutatásai vannak még báró EÖTVÖS LORÁNDnak, melyekben a kezdeményezést mások munkáját kritizáló elméje indította meg. Ilyenek ama vizsgálatok, melyek *a földön mozgó tömegek nehézségére vonatkoznak* és melyekkel élete utolsó idejében foglalkozott. Ezek alapján egy nagy jelentőségű gravitációs kutatás kísérleti eredményei feldolgozásába becsúsztott *elvi* tévedést észrevette és helyreigazította. Ezekről következőleg adhatunk rövid jelentést:

HECKER tanár a potsdami porosz geodéziai intézet tagja, jelenleg *Jénában*, az izosztázia-törvény érvényességének megvizsgálása céljából az 1901—1905. években a nyílt tengereken, az Indiai- és Csendes-óceánokon, mozgó hajón gondos nehézségi méréseket végzett. E terjedelmes, nagy gonddal és körültekintéssel készült munka tanulmányozása közben EÖTVÖS báró észrevette azt, hogy a megfigyelések alkalmával és az eredmények feldolgozásában egy lényeges tényezőt figyelmen kívül hagytak: a hajó mozgását a szerint, amint az kelet felé, vagy nyugat felé mozgott.

Ugyanis a GALILEI—NEWTON-féle mechanika tapasztalata értelmében a nehézség a Föld tömegvonzásának és a Föld tengelykörüli forgásából származó centrifugális erőnek az eredője. A Földön lévő testre működő vonzóerő a földi tömegeknek a test körüli eloszlásától függ, a középpontfutó erő pedig a test sebességének négyzetével egyenes és a forgási sugárral fordított arányban van. Mivel a Föld tömegeloszlása változatlan és a Földnek tengelykörüli forgása egyenletes, azért a Földhöz képest nyugalomban lévő test nehézsége a Földnek ugyanazon a helyén egy állandó, meghatározott érték. Ha azonban a test a Földön mozgásban van, akkor a testnek a Földhöz viszonyított, relatív sebessége a Föld forgásából származó sebességhez irány és nagy-

ság szerint hozzáadódik, minek folytán a test (például a hajó) mozgása egy álló koordinátarendszerre vonatkoztatva, *növeli* a testnek a Föld forgásából származó sebességét s így a középpontfutó erőt is, ha a mozgás a Föld forgása irányában, azaz *kelet felé* történik; ellenben *kisebbiti* azt, ha a test *nyugatra* mozog. Így tehát a nehézség, mely a Föld vonzóerejének és a középpontfutó erőnek, illetőleg egy összetevőjének különbsége, *kisebbedik*, ha a test kelet felé mozog s nagyobbodik, ha mozgása nyugat felé történik.

Földnehézség  
változása a  
Földön mozgó  
test esetén.

Báró EÖTVÖS figyelmeztetésére HECKER méréseit az 1909. évben megismételte a Fekete-tengeren. Az orosz kormány két hajót bocsátott rendelkezésére, melyekben egyidőben nehézségi megfigyeléseket végeztek, mégpedig úgy, hogy a hajók *egyike kelet felé, másika pedig nyugat felé* haladt. Az új méréseket a legnagyobb gonddal végezték és átszámították és külön kinyomatták, felemlítve, hogy mindez báró EÖTVÖS LORÁND kezdeményezésére történt. A mérések EÖTVÖS gravitációs megfontolásait teljesen igazolták.

Bár a mozgó hajón végzett eme megfigyelések kétségtelenül igazolták báró EÖTVÖS e felfogását, mégis akadtak egyesek, kik kétségbe vonták ennek ez effektusnak jelenlétét. Ez a körülmény arra indította báró EÖTVÖST, hogy oly kísérletet gondoljon ki, mely a laboratórium zárt falai között is szemmel láthatólag igazolja a hatás jelenlétét.

E célra érzékeny mérleget használt, amelyen a mérlegkarra serpenyők helyett súlyokat erősített. A mérleget függélyes tengely körül forgatható állványra állította s azt óraművel lassan és egyenletesen forgatta.

A forgás közben a mérlegrúd karjai felváltva kelet felé, illetőleg nyugat felé mozdultak, aminek folytán az előzők szerint a kelet felé mozgó kar könnyebb, a nyugat felé mozgó pedig nehezebb lesz. A mérlegrúdra tehát impulzus-szerű hatások működnek. E hatások bár kicsinyek, de mégis oly nagyok, hogy azok jó mérleggel kimutathatók. A kimutatás nehézsége csak abban van, hogy a hatást a mérleg keringése közben kell megfigyel-

E hatás  
laboratoriumi  
igazolása.

nünk; báró Eötvös e kis hatás kimutatására a rezonancia elvét alkalmazta. E célból a mérleget az óraművel oly szögsebességgel forgatta, hogy a mérlegrúd *keringési* ideje (mely a forgáskor érvényes) a mérlegrúd teljes lengésidejével egyenlő legyen. Ekkor ugyanis a mérleg karjaira ható, előbb említett impulzusszerű hatások oly időközökben váltakoznak, hogy azok a mérlegrudat mindig nagyobb és nagyobb lengésbe hozzák. Az amplitudó szakadatlan növekedésének, e hatás sokszorosításának (multiplikációjának) végre határt szabnak az élnél fellépő súrlódás és a levegő ellenállása, egyszóval az úgynevezett csillapító erők. Ily módon báró Eötvös e hatás multiplikálásával egy maximális amplitudót nyert, mely kényelmesen megfigyelhető és alkalmas optikai berendezéssel meghatározható.

Báró Eötvösnek e nevezetes kísérlete tehát teljes diadalra juttatta felfogását: minden kétséget kizáróan igazolta e hatás jelenlétét. Maga a kísérlet a Föld forgásának egy újabb bizonyítéka, mely a Föld forgássebességének meghatározását is lehetővé teszi. —

Utolsó értekezése.  
Utolsó napjai.

Báró Eötvös LORÁND élete utolsó napjaiban oly előszere-  
tettel foglalkozott még e tárggyal, hogy néhány nappal halála előtt, 1919. évi március hó 31. napján erről írt értekezését be is fejezte. Ez az utolsó, majdnem posthumus értekezését a jelzett keltezéssel német szöveggel elküldte az «Annalen der Physik» folyóirat szerkesztőségének; ott ez a folyóirat 59. kötete 743—752. lapjain 1919-ben meg is jelent. Az értekezés német szövegét halála előtt néhány nappal átadta e sorok írójának, hogy tartalmát gondosan ellenőrizze és magyarra fordítsa az Akadémia Mat. és Természettudományi Értesítője számára. Az akkori hazai közviszonyok, az Akadémia működésének ideiglenes kényszer-szüneteltetése és nyomdai nehézségek miatt ez a magyar közlemény csak valamivel később jelenhetett meg, mint az idézett német.\*

\* Címe: «Kísérleti kimutatása annak a nehézségi változásnak, amelyet valamely a szabályos alakúnak felvett Földfelületen keleti vagy nyugati

## Mélyen tisztelt ünneplő Közülés!

Idáig jutottunk, hogy néhai báró EÖTVÖS LORÁND életét és tudományos működését az igazság szerint röviden és egyszerűen ecsetelhettük. Legyen szabad még élete alkonyáról és elhunytáról néhány szót szólnunk. Befejezés.

Egészsége az 1917. év végéig általánosságban véve elég tartós volt, hiszen fiatalabb éveiben a leghíresebb hegymászók egyike volt, ki a déltiroli dolomitokban több, nehéznek tartott hegycsúcsot először mászott meg. Később két leánya társaságában számos ily túrát végzett. De már ezidőtájt szervezetét belső betegség kezdte megtámadni és nemsokára már kötelességszerű előadásait sem tudta megtartani s azokat helyettessel kellett elláttatnia. Ő azonban bízott, hogy betegsége csak múló lesz és rövid idő múlva egészsége teljesen helyre fog állani s azért az volt a kívánsága, hogy előadásait és búvárlatait változatlanul folytathassa, dacára annak, hogy kora már a hetvenedik Közeledő  
hetvenedik  
életéve. évet megközelítette. Akkoriban már érvényes volt az 1912. évi LXV. törvénycikk, melynek 35. §-a mondja, hogy az egyetemi tanár, ki a hetvenedik életévét betöltötte, csak akkor tartható meg továbbra a tetteleges szolgálat kötelékében, ha a minisztertanács arra felhatalmazást ad.

Báró EÖTVÖS LORÁNDOT valószínűleg nem érintette volna kellemesen az, ha ebben az ügyben az ő érdekében bölcsészeti és egyetemi tanácsi határozattal az egyetem a közoktatásügyi miniszterhez és közvetítésével a minisztertanácshoz fordulna. Ezért PETZ GEDEON kartársunk, ki hivatalból is többször más ügyekben érintkezett a közoktatásügyi miniszterrel, alkalomadtán egyenesen előhozta báró EÖTVÖS LORÁNDNAK ezt az ügyét, mire a miniszter úr rögtön kijelentette,

---

*irányban mozgó test e mozgás által szenved.* Báró EÖTVÖS LORÁND † rendes tagtól. M. Tud. Akadémia Mat. és Természettudományi Értesítője XXXII. kötete, 1—28. lap, 1920. Előterjesztette a M. Tud. Akadémia III. osztálya 1919. évi október hó 20. napján tartott ülésén Fröhlich Izidor rendes tag.

hogy ő báró EÖTVÖST annyira tiszteli, hogy propriu mótu azonnal jelentést tesz a minisztertanácsnak.

Így 1917. évi december hó 1. napja kelettel a következő miniszteri leirat érkezett le:

193,258. szám

1917. IV. ü. o.

Miniszter-  
tanácsi  
marasztalás  
a tanszékén.

A budapesti kir. m. tudományegyetem Tekintetes Tanácsának.

Értesítem a Tekintetes Tanácsot, hogy a folyó évi november 22-én tartott minisztertanács felhatalmazása folytán és nevében egyidejűleg felkérem nagyméltóságú dr. báró EÖTVÖS LORÁND budapesti tudományegyetemi nyilvános rendes tanár urat, *hogy hetvenedik életéve betöltése után is tanszékét mindaddig, míg kívánja és ereje engedi, továbbra is megtarthassa.* Felhívom a tekintetes Tanácsot, hogy erre vonatkozólag ./. alatt borítékban idezárt iratomat nevezett tanár úrnak kézbesítse. Kelt mint fent.

Az akkori vallás- és közoktatásügyi Miniszter gróf Apponyi Albert úr volt.

Hogy mennyire jól esett e gyors és nemes intézkedés báró EÖTVÖS LORÁNDnak, arról tanuskodik egyrészt 1917. évi december 22. napján a miniszter úrhoz és a megelőző napon az egyetem bölcsészeti karához intézett köszönő levele, mely utóbbinak a végén mondja «A kollégiális összetartásnak, merem mondani szeretetnek legszebb megnyilatkozását látom abban, hogy amikor a vallás- és közoktatásügyi miniszter úr Ő Nagyméltósága nekem örömet szerez, ebben az örömben résztvesznek társaim, kikkel együttes munkásságban töltöttem életemet.

Reményelem, felgyógyulván, módomban lesz magamat e jó indulatra további tetteimmel is érdemessé tenni.»

Kiváló tisztelettel

BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND.

Budapest, 1917. évi december 21.

Báró EÖTVÖS LORÁND-nak az ő legkedvesebb alkotása, a róla nevezett *Matematikai és Fizikai Társulat* nem akarta e nevezetes napot, ugyanis születése hetvenedik évfordulóját, elmulasztani a nélkül, hogy szeretett Elnökét alkalmas meg-  
lepetéssel ne ajándékozza meg. Így összeállott báró EÖTVÖS LORÁND néhány közelebbi tanítványa és barátja és tudta nélkül felosztották maguk között azt a tudományos vizsgálati anyagot, amely az ő buvárkodási munkája főeredményeit tartalmazza, hogy ezeket ismertető módon közzé téve, báró EÖTVÖS LORÁND tudományos munkásságáról hű képet adjanak. Így készült el a Társulat *Eötvös füzete*, amelynek munkatársai: TANGY KÁROLY rendes tag vizsgálatok a kapillaritásról, és gravitációs vizsgálatok; PEKÁR DEZSŐ lev. tag gravitációs mérésekről; PEKÁR DEZSŐ és FEKETE JENŐ a gravitáció és tehetetlenség arányosságáról; FEKETE JENŐ a Földmágnes-  
ségre vonatkozó vizsgálatokról; RYBÁR ISTVÁN levelező tag vizsgálatok a Földön mozgó tömegek nehézségéről, előadásairól és eredeti előadási kísérleteiről; MIKOLA SÁNDOR lev. tag Életrajzáról, báró Eötvös Loránd Tudós egyéniségéről és tudományos vizsgálatai filozófiájáról és végre RENNER JÁNOS úr a báró EÖTVÖS LORÁNDRA vonatkozó addigi egész tudományos irodalomról tett részletes jelentést.

A Mat. és Fizikai Társulat hódoló ajánlása.

Sajnos, báró EÖTVÖS akkor, mikor ez az arcképével díszített és RADOS társulati alelnök, rendes tag előszavával bevezetett szép füzet nyomdailag teljesen elkészült, már nem vehette át a Társulat hálájának és ragaszkodásának ezt a jelét a nyilvános ülésén, hanem e sorok írója adhatta csak kezébe az ágyban szenvedő jubilánsnak, akit a Társulat érzelmeinek ily módon való kifejezése nagyon meghatott. —

Eötvös-füzet.

De most, mikor már tízesztendei históriai köz választ el bennünket halála napjától, az Akadémia vezetőségének beleegyezésével: az itt felolvasott Emlékbeszédek kiegészítéseként, ezt a most említett Eötvös-füzetet új, pontos átdolgozásban óhajtjuk hozzacsatolni az ünnepély emlékbeszédeihez, hogy így legalább addig, míg báró EÖTVÖS LORÁND összes munkáinak az Akadémia

által tervezett kiadása megtörténhetik, a közelebbi szakkörök is abban a helyzetben lehessenek, hogy báró EÖTVÖS tudományos vizsgálatait összefüggően, és szigorú előállításban ismerhessék meg és tanulmányozhassák.

Legyen szabad még egy *kiegészítő*, idetartozó megjegyzést hozzáfűznöm: Napjainkban, éppen tíz évvel báró EÖTVÖS LORÁND halála után, a *Matematikai és Fizikai Társulat* közreműködésével jelent meg egy *kisebb füzet*, amely a Társulathoz az 1894 évtől az 1928 évig megtartott versenyvizsgálatainak kitűzött, díjnyertes matematikai tételek gyűjteményét tartalmazza, KÜRSCHÁK JÓZSEF rendes tagtárs úr feldolgozásában és megjegyzéseivel; csak az 1919, 1920, 1921. zavaros évek, a melyeken versenyvizsgálatokat nem lehetett tartani, hiányoznak. E füzet ily módon igen eleven képet nyújt a Társulathoz ebbeli művelődési munkájáról. —

Halála.

Sajnos, báró EÖTVÖS LORÁNDnak fent kifejezett ama forró óhaját, hogy felgyógyulhasson, a kérlelhetetlen sors nem teljesítette, mert hosszas szenvedés után, de majdnem az utolsó életnapjáig tudatos elmével, kellett 1919. évi április 9. napján elválnia tőlünk, kiknek mindegyike mondhatja a latin költővel, Horatiussal:

«Multis ille bonis flebilis occidit,  
Nulli flebilior quam mihi!»

Csak azzal az imádságszerű könyörgéssel zárhatjuk életrajzát, hogy kérjük a Mindenhatót, adjon a hazának még több báró EÖTVÖS LORÁNDOT. —

Búcsúztatása.

Bár az akkori alkotmány nélküli kormány őt, a nemzet halottjának tekintette és őt a Nemzeti Múzeum oszlopcsarnokában közkielégően ravatalozta fel: a hatalmon lévő nem alkotmányos kormány mégsem engedte meg, hogy ravatalánál az Akadémia elnöksége szóhoz jusson és *csak nehezen egyezett bele abba, hogy báró EÖTVÖS LORÁND ravatalánál az Akadémiának egyik funkcionáriusa, a III. osztálya titkára mondhasson felette búcsúztatót*; továbbá BARTONIEK GÉZA és PEKÁR DEZSŐ. —

Legyen szabad végre még néhány szót szólni arról, hogyan képzelte magának báró EÖTVÖS LORÁND a vonatkozást az *igazi költő* és az *igazi tudós* között.

Ő szerinte a tudós is költő; az a lelkesedés, mely őt eltölti szeretett tudományos problémáival való foglalkozása közben, éppen olyan tiszta és önzetlen, mint a költő ihletése, mikor fenséges gondolatát szép és megragadó külső formában óhajta kifejezni. A költőt is lelkesíti saját, sikerült költeménye; a természettudós is érzi a benne lakozó isteni szikrát, mikor hosszú munka és fáradozás után sikerül egy új igazságot kifogástalanul megtalálni; a megelégedettség és az öröm, mely a tudóst ekkor eltölti, fellemeli őt a mindennapi gondolatköréből és azt érezteti vele, hogy az egész emberiség boldogításáért cselekedett.

A különbséget a költő és a tudós között így kívánta kifejezni:

A költő gondolatait aránylag könnyen tudja formálni *versben*, a tudós majdnem kivétel nélkül *prózában*.

A költő és a tudós ily módon igazi cselekményeik közös értelmi és érzelmi magaslatán találkoznak; és jellemző báró EÖTVÖS LORÁNDRA is, hogy már tizenöt éves korában, számos verset írt, melyek egy kis kötetben, tisztázottan az egyik legdrágább Eötvös-ereklyét alkotják.

Legyen szabad e helyen szüleihez intézett következő két megható költeményét idéznem:

## I.

### Atyámhoz.

(Pest, 1863 március 19-ére, József napjára.)

Atyám, szerzője földi éltémnek!  
 Te énnékem elmét és észet adál,  
 Fömláldozom ezt kedves nemzetemnek.  
 Használja, hogyha méltónak talál,  
 Segítem őt a békében, csatában!  
 S a nagy munkához hordok egy követ,  
 Talán így vígadás lesz e hazában?!  
 S feléje majd szerencse hír nevet.  
 S ha ezt tevén céloznak, megfelelttem  
 Tudom, hiszed: hogy ezt megérdemeltem.

Atyám! nekem igaz hitem te adtad!  
 Mellyel csak egy dicsó Istent hiszek.  
 Előtte senki semmit sem titkolhat,  
 Kit fel nem bírnak fogni emberek,  
 Ki atyja a szegények s gazdagoknak,  
 Mindig kedves szemében az erény,  
 Vétkeket büntetlen nála nem maradnak,  
 Azért vétkezni legnagyobb merény!  
 S ha ezt tevém, céloznak megfelelttem;  
 Tudom, hiszed: hogy ezt megérdemeltem.

Atyám, te tőled kaptam én reményem!  
 Hogy föltámadván a sors ellenem,  
 Ha szűm viharban és keblem állna vérben,  
 Lehessen jobb jövőt reménylenem!  
 És tetteim további buzdítója,  
 Legyen zöld ággal a kecses remény  
 S a csüggedés közt a bűn hódolója,  
 Ne legyek, győzzön szűmben az erény,  
 S ha ezt tevém, céloznak megfelelttem,  
 Tudom, hiszed: hogy ezt megérdemeltem.

Atyám, te adtál hő szívet énnékem!  
 Mellyel szeressem a legjobb anyát,  
 Őt el ne hagyjam búban, gyötrelemben,  
 És vívjak érte bármily bőszt csatát!  
 És adjon ez elég erőt e karnak,  
 Megvédeni leánytestvéreimet,  
 S én meg ne törjek, ha ők meghajolnak,  
 Vonuljon bár vihar e fej felett!  
 S ha ezt tevém, céloznak megfelelttem,  
 Tudom hiszed: hogy azt megérdemeltem!

Atyám, a vágyat kaptam én te tőled!  
 Ezzel kívánom, légy boldog magad,  
 Jó sors kövesse mindig áldott lépteid.  
 S nevedhez bár méltó legyen fiad!  
 És, ami több, eszméid győzedelme  
 Hordozza messze el dicsó neved!  
 Hisz hogyne áldna meg Isten segélye,  
 Ki nemzetednek szántad életed!  
 S ha ezt kívánván, meg lesz, mit reméltem,  
 Isten hiendi: ezt megérdemeltem!

## II.

## Anyámnak.

(Csabacsüd, 1863 szeptember 18-án.)

Midőn feljött a hold s a csend beállta,  
Terjedt fának tövében ültem én,  
És képzetemben messze elröpültem,  
Áldott anyám, rólad emlékezém.

S a lantot már már kezembe vettem,  
Hogy zengjek, ég áldását kérve reád,  
Midőn a fa zúgni kezdett felettem  
S elbámulva hallgatám szavát.

S a fa beszélt, midőn ifjúkoromban  
Lesujta engem a bős fergeteg:  
Anyád volt az, ki újra felsegitett,  
«Az ég hatalma áldja érte meg.»

És zengeni kezdett a kicsiny madárka:  
«Midőn megfogtak pajzán gyermekek,  
Anyád volt az, ki újra elbocsátott:  
Az ég hatalma áldja érte meg.»

S a lepke, a virág, minden, ami érez,  
Fejedre, oh anyám! áldást rebeg,  
De egy, ki mindenét nyeré tőled,  
Nem tud szólni, csak hallgat, gyermeked!

Lett volna-e báró EÖTVÖS LORÁND nagy költő, ha a fent bemutatott nyomon továbbhaladt volna: ki tudja? de hogy ő az ország legnagyobb természettudósa lett, azt teljes büszkeséggel mondhatjuk, s ez őreá és az országra hervadhatatlan dicsőséget árasztott.

BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND ALKOTÁSAINAK  
JELENTŐSÉGE A TUDOMÁNYBAN  
ÉS A GYAKORLATI ÉLETBEN.

PEKÁR DEZSŐ I. tagtól.

Mélyen tisztelt ünneplő Gyülekezet!

Tekintetes Akadémia!

A tízéves évfordulóval szomorú időknek fájdalmas emléke elevenedik fel bennem. A Magyar Nemzeti Múzeum kupolacsarnokában magam előtt látom a magas ravatal körül lobogó lángokat. Érzem a mélységes gyászt és a szokatlanul nyomasztó légkört, amely a hazaáruló vörösök uralma miatt mindannyiunkra reánehezedett. Újra átérzem elfogódottságomat, amidőn ez istentagadó környezetben, a Mindenható kiszámíthatatlan rendelkezésére és vigasztalására hivatkozva búcsúztattam nagy halottunkat, utolsó Istenhözszódot mondva szeretett Mesterünknek.

Megkínzott és szétmarcangolt *Hazánk legnagyobb természet-tudósát veszítettük el Benne*, aki a fizika tudományát maradandó és örökbecsű alkotásokkal gazdagította és aki messze túl az ország határán, az egész művelt világ előtt igaz elismerést, hírt és dicsőséget szerzett a magyarnak! Őszinte lelkesedéssel választotta tudományos pályáját és már kora ifjúságában nemes ambiciótól áthatva, nagy célokat tűzött maga elé. Ez az érzés lobogott benne élete fogytáig és serkentette a szakadatlan, nem

egyszer, szinte pihenés nélküli munkára. Csodálatos éleslátásával meglátta a természet jelenségeinek mélyén rejlő igazságokat, átfogó gondolkozásával észrevette az egymástól távol eső részletek közötti kapcsolatot. Merész fantáziájával lehetőknek tartotta oly kísérleti feladatok megoldását, amelyekre előtte senki még csak gondolni sem mert. A megsejtett és kitűzött cél felé haladva, nagy körültekintéssel és kritikával végezte mintaszerű kísérleti kutatásait, amelyekben mindenkor az emberi gyarló eszközökkel elérhető legnagyobb pontosság és tökéletesség lebegett szemei előtt. Az apjától örökölt költői hajlam tudományos működésében is érvényesült. Hiszen a tudományban is nagy szerepe van a költői fantáziának, ha mindjárt a tudós nem is kötött formában fejezi ki gondolatait.

Tudós volt a szónak valódi értelmében, *csendben és szerényen munkálkodó igazi tudós*, aki tulajdonképpen a saját örömére végezte kutatásait. A külső elismeréseket, az érvényesülést sohasem kereste, a legnagyobb elismerést mindenkor saját magában és tudományos kutatásainak eredményeiben lelte fel. Egyik akadémiai beszédében maga mondja: «Miért nem elégzik meg a tudós azzal a néki adott leírhatatlan gyönyörűséggel, amelyet minden, még a legesekélyebb igazságnak felfedezése is nyújt?» . . . S ő valóban többnyire megelégedett a saját gyönyörűségével. Megjelent értekezéseiben kutatásainak csupán legfőbb részleteit és legfontosabb eredményeit foglalta össze. Aránylag rövid közleményeit lapozgatva ma, amikor a nem egyszer jelentéktelen és súlytalan tudományos dolgozatok özönével jelennek meg, nem is gondoljuk, hogy azoknak egy-egy oldala mögött hónapok és nem egyszer évek szorgalmas munkája rejlik. E körülmény magyarázza, hogy különösen a külföld jó ideig nem értékelte tudományos munkásságát oly fokban, amint azt jelentősége és belső értéke megérdemli. Ez a felfogás azonban még Eötvös életében egyre jobban megváltozott és végül már az egész művelt világ elismerte tudományos kutatásainak alapvető és messze kiható jelentőségét. Alkotásainak súlyát és kiváló értékét mi sem igazolja jobban, mint az, hogy azok az utóbbi tíz év

alatt jelentőségükben egyre növekedve az egész emberiség közkincsévé váltak. Vele beteljesedett az, amit még évtizedekkel ezelőtt Akadémiánk egyik közgyűlésén elnöki megnyitójában a tudományok művelőinek buzdítólag mondott: «Igazán diadalünnep akkor lesz, amikor a magyar tudomány haladását meg fogja látni és gazdagodásnak fogja tekinteni az egész világ!»

Tudományos kutatásaiban nem a kor divatos és zajos sikereket ígérő kérdései érdekelték, hanem úgyszólván állandóan az ő nagy problémái, a *kapilláritás*, a *gravitáció* és a *mágnesség* tanulmányozásának szentelte munkásságát. Már magában véve is jellemző éleslátású és nagy kutató szellemére, hogy éppen e kérdésekkel foglalkozott előszeretettel, amelyek jelenségei annyira megszokottak, hogy a felületes szemlélő nem igen látja meg bennük a működő titokzatos erőket és a felderítendő sok ismeretlent. Kitartó tudományos buvárkodásai oly fontos eredményekre vezettek, amelyek mindenkor igazak és értékesek lesznek és új perspektívát nyitva, hosszú időkre alapot nyújtanak a további kutatásokra.

Eötvös elsősorban a *kapilláritással*, a *folyadékok felületén működő erőkkel*, a *felületi feszültséggel* foglalkozott. Ezek az erők szabják meg a pohár víz felületének alakját, ezek hatására lesznek a cseppek gömbalakúak, ezek okozzák, hogy a víz vékony hajszálcsöveken felemelkedik. Majdnem két évtizedig tartó kutatás után Eötvös végeredményében egy nagyon fontos összefüggést állapított meg a folyadékok felületi feszültsége és azok szerkezete, nevezetesen azok molekulásúlya között. Ez alapon a folyadékok felületi feszültségének a hőmérséklettel való változásából a molekulásúlyt határozhatjuk meg. E fontos összefüggés az egész világon *Eötvös-féle törvény* néven ismeretes és lényegében hasonló a közismert BOYLE-, MARIOTTE- és GAY-LUSSAC-féle nevezetes gáztörvényekhez. E törvény alapvető jelentőségét mi sem igazolja jobban, mint a kiváló fizikusok és kémikusoknak hosszú sora, akik azzal már eddig és jelenleg is foglalkoznak.

Ezután EÖTVÖS majdnem négy évtizeden keresztül a *gravitációval, a nehézségi erővel foglalkozott*. Ez az egyetemes erő nyilvánul meg a testek súlyában, ez az erő tartja össze a világrendszert és szabja meg az égi testek mozgásait. EÖTVÖS teljesen új, zseniális módszert dolgozott ki a földi nehézség térbeli változásainak meghatározására és alkalmas, szinte hihetetlen érzékenységgű műszereket, *torziós ingákat* szerkesztett, amelyekkel e felettébb kényes méréseket nemcsak a laboratóriumban, hanem a szabadban is kifogástalanul elvégezhetette. Amidőn 1906-ban az *«Internationale Erdmessung»* Budapesten tartott konferenciáján gravitációs módszeréről beszámolt, azt a világ minden részéből összesereglett delegátusok szokatlanul nagy érdeklődéssel fogadták. Eleintén azonban a szakemberek, élükön HELMERTTEL, Akadémiánk már elhunyt kiváló külső tagjával, szinte nem akarták elhinni, hogy EÖTVÖS ingáival a szabadban észlelve a szükséges nagy pontosságot és biztosságot elérhetjük. Később azonban, amikor hosszabb észlelési sorozatok és az azokban mutatkozó rendszeresség kapcsán módjukban volt a mérések realitásáról meggyőződni, a módszer legbugzóbb partolóiává lettek. Egy alkalommal Potsdamban járva maga HELMERT elragadtatással említette előttem, hogy a felső geodézia két legcsodálatosabb műszerének tartja a libellát és EÖTVÖS eszközét, mert mind a kettő olyannyira egyszerű és mégis okkalmóddal használva általuk a föld alakjára és felszínének szerkezetére oly fontos és messzemenő következtetéseket vonhatunk. Önkéntelenül EÖTVÖS saját szavai jutottak eszembe, amidőn eszközéről szólva, mondotta: «Egyszerű, mint Hamlet fuvolója, csak játszani kell tudni rajta és miként abból a zenész gyönyörködtető változatokat tud kicsalni, úgy ebből a fizikus, a maga nem kisebb gyönyörűségére, kiolvashatja a nehézségnek legfinomabb változásait». Maga a kongresszus e méréseket oly nagy horderejűnek ítélte, hogy GEORGE DARWIN, a nagy CHARLES DARWIN méltó fiának felszólalására, külön kérelemmel járult a magyar kormányhoz: tegye lehetővé e vizsgálatok szélesebb mederben való végzését. A kormány nagy megértéssel fogadta

a külföld érdeklődését, 1907-től kezdődőleg külön e kutatások céljaira tekintélyes évi támogatást biztosított s ezzel alapját vetette az *Eötvös-Intézetnek*.

Óriási Eötvös gravitációs módszerének jelentősége a *tudományban*, ahol új perspektivákat nyitva eddig hozzáférhetetlen problémák megoldását tette lehetővé, de nem kevésbé fontosak azok a *gyakorlati jellegű következtetések*, amelyeket a végzett mérésekből vonhatunk. Hiszen ma már szerte a nagyvilágban biztos varázsvesszőként használják Eötvös eszközt a föld mélyében rejlő hasznosítható ásványi kincsek felkutatására.

Elsősorban tudományos szempontból, a *fizikában* azért különösen fontos a torziós inga, mert vele mint igen érzékeny műszerrel elenyészően kicsi erőket lemérhetünk. A torziós ingát használta például EÖTVÖS a *tehetetlenség és gravitáció arányosságára* vonatkozó értékes kísérleteiben, amely vizsgálatokkal PEKÁR DEZSŐ ÉS FEKETE JENŐ társaságában a göttingeni egyetem 1909. évi BENECKE pályadíját nyerték el. Igen nagy 1/200.000.000 pontossággal kimutatták e tétel helyességét, vagyis hogy a különböző anyagú testek egyformán vonzanak. E fontos kísérleti eredmény jelentősége újabban még csak fokozódott, mert az EINSTEIN általános relativitási elméletének egyik alapkövetelménye. EÖTVÖS tudományos érdemeit ismerte el a külföld a gravitáció terén, amikor a németek kezdeményezésére a torziós ingamérésekben használatos alapegységet nemzetközileg «Eötvös»-nek nevezték el.\*

A *geofizikában* Eötvös eszközével ugyancsak értékes vizsgálatokat végezhetünk, amelyekkel megállapíthatjuk, hogy miként van egészében felépítve a Föld felülete, sőt a jelenlegi viszonyok egyes részleteiből a multa, földünk fejlődésére is következtethetünk. Így a sok érdekes probléma közül csupán egyet, az *izosztázia elvére* vonatkozó kutatásokat említtem, amelyek sze-

---

\* Az Eötvöst internacionálisan *E*-vel jelölik;  $1E = 1.10^{-9}$  CGS, ami kbl. a gramm súlyának billiomod részével egyenlő.

rint földünk felületén az igen nagy tömegek akként helyezkednek el, mintha azok a környezetben úsznának, akárcsak a tengerben a jéghegyek. Az eddigi vizsgálatok szerint a nagy hegységekre, továbbá magukra az egész kontinensekre nézve ezt kell feltételeznünk, míg a kisebb hegységekre, kisebb tömegekre vonatkozólag ez az elv érvénytelen. Így másfajta tudományos vizsgálatok alapján valószínűnek látszik, hogy réges-régen Amerika és Európa egy tömböt képezett, amely azután kettéhasadt és részei egymástól eltávolodtak s hogy e távolodás még napjainkban is folyamatban van.

A felsőbb *geodéziában* Eötvös eszköze egyre fontosabbá, szinte nélkülözhetetlenné válik. A Föld alakjának meghatározása céljából nemzetközi együttműködéssel végzik a fokméréseket, amelyekkel úgyszólván egész világrészeket végigmérnek s ebből a Föld alakját levezetik. Az egyre szaporodó mérések tanúsága szerint a Föld nem olyan egyszerű lapult gömb, mint azt régebben gondolták, alakja meglehetősen bonyolult. Éppen ezért e fokmérések pontossága szempontjából különösen fontos, hogy a felmért területeken a gravitációs zavarokat Eötvös eszközével pontosan meghatározzuk és azokat számításba vesszük. Ezenkívül a torziós inga bizonyos közvetlen adatokat nyújt a földfelület, a nívófelület tényleges alakjára vonatkozólag, amelyek alapján lehetséges, hogy kellő mennyiségű mérési adat birtokában a felsőbb geodézia egy újabb, pontosabb rendszerét építhetjük fel. A Föld felületének valóságos alakjára érdekes példaképen említhetem Tirolban a Monte Cristallo és a Croda Rossa közötti szűk völgyben végzett méréseink eredményét. E hatalmas kiemelkedő tömegek hatása ugyanis abban nyilvánult, hogy különösen a völgy szélein a nívófelület annyira lapos, mintha az egy Földünknel harmincszor nagyobb sugarú gömbhöz tartoznék.

A *szeizmológiában* ugyancsak hasznosan értékesíthetjük Eötvös eszközét. A veszedelmes tektonikai vonalakat kereshetjük ki vele, amelyek mentén a földrétegek nincsenek kellően kiegyensúlyozva, ahol azután földrengés esetén nagy másodlagos elmoz-

dulások, rétegsuszamlások jöhetnek létre. Továbbá földrengéses avagy vulkánikus tömegeltolódásokat mutathatunk ki a torziós ingával. Analógiaképpen csupán felemlítem, hogy éppen Akadémiánk pincéjében végezte Eötvös azokat az értékes kísérleteket, amelyekben megfelelő érzékenységgű eszközével a Duna szintváltozását pontosan meghatározhatta, tisztán a változó mennyiségű víztömeg vonzó hatása alapján.

Ezenkívül különösen a *geológiában* nagyon értékes és hasznos felvilágosításokat nyújt a torziós inga. A föld kérgében foglalt különböző sűrűségű anyagok ugyanis a föld felületén működő nehézségi erőben elárulják jelenlétüket. Ennek megfelelően ezen erő részletes ismeretéből, amelyet Eötvös eszközei nyújtanak, a földalatti rétegek menetére, alakulatára, sőt bizonyos fokig azok minőségére is következtethetünk. Kimutathatjuk a földalatti lejtőket, a földalatti rétegek legmagasabb és legmélyebb helyeit, az úgynevezett antiklinálisokat és szinklinálisokat, a földalatti lépcsőszerű alakulatokat, a vetődéseket stb., amelyek nem egyszer gyakorlati szempontból is fontosak. Így Tokod vidékén a torziós ingával földalatti vetődéseket kerestünk, amelyek előzetes felkutatása a bányászat szempontjából azért értékes, mert ott a szénfejtés elakad. A dorogi szénbányában pedig 250 méterre a felszín alatt végeztünk eredményes méréseket, kimutatván a szén környezetében lévő üregeket, amelyeken keresztül a vízbetörés a bányászatot állandóan veszélyezteti s amely üregeket cementtel betömve e veszedelemet elháríthatjuk. Egyes földalatti munkálatoknál is Eötvös eszköze már többször hasznos útbaigazításokat nyújtott.

Végül a *gyakorlati bányakutatásokban* használják legnagyobb mértékben Eötvös eszközét, amikor is segítségével a föld mélyében rejlő értékes ásványi kincseket igyekeznek felkeresni. A torziós ingával ugyanis *közvetlenül* kimutathatjuk az olyan anyagokat, amelyek sűrűsége a környezettől eltér s amelyek éppen ezért a nehézségi erőben megfelelő zavarokat okoznak. Így a nagyobb sűrűségű érevonulatokat, a kisebb sűrűségű söttesteket, a szénét stb., amint azt úgy Magyarországon, valamint a kül-

földön végzett mérések igazolják. Ezenkívül *közvetve* oly anyagokat is felkereshetünk, amelyek maguk nem okoznak ugyan gravitációs zavart, de mindenkor olyan földalatti alakulatokkal kapcsolatban fordulnak elő, amelyeket a torziós ingával ki-nyomozhatunk. Az e fajta alkalmazások közül a legfontosabb és legelterjedtebb a *petróleum és földgáz kutatása*. Ezek az anyagok ugyanis a sótestek szélein, magmatikus kőzetek feltörése mentén, vetődések közelében, avagy az antiklinálisokon, a dómokon találhatók. Mindezeket az alakulatokat pedig eszközeinkkel jól és biztosan kimutathatjuk.

Éppen a szörnyű világháború hívta fel a közfigyelmet a petróleum és az ebből előállított benzin óriási fontosságára. Nem csoda tehát, hogy a nagy olajtársaságok a legnagyobb buzgalommal és a legádázabb vetélkedéssel igyekeznek szerte a nagy világban az újabb olajkészleteket felkutatni. A hegyvidéken e munkálatok a régebbi geológiai módszerekkel elvégezhetők s éppen ezért e területeket már meglehetősen feltárták. A sík vidéken, az alföldeken azonban a geológiai módszerek teljesen bizonytalanokká válnak, a mint azt különösen az amerikai tapasztalatok igazolták. Itt csak a geofizikai eljárások és közöttük elsősorban a torziós inga segítségével nyerhetünk biztos útmutatásokat s takaríthatjuk meg az egyébként nélkülözhetetlen és nagyon költséges próbafúrásokat. Így Amerikában, Texas kiterjedt síkságain, Luisianában, Mexikóban és legújabban Venezuelában már úgyszólván kizárólag geofizikai módszerekkel kutatnak petróleum után. Igen nagy mértékben használják EÖTVÖS eszközét, és pedig meglepően kedvező eredménnyel. Volt tanítványunk a Houston-ban működő geofizikus DONALD C. BARTON cikke alapján közölhetem, hogy ez úton az utóbbi pár év alatt több olajat találtak, mint előzőleg évtizedeken keresztül. Ily módon hazánk szerény tudósának torziós ingája, mely mint a tiszta tudomány segédeszköze kezdte meg pályafutását, valóságos *világgazdasági jelentőségre* emelkedett.

EÖTVÖSnek a gravitáció terén végzett sokoldalú, egyéb kuta-

tásaival e helyen nem foglalkozhatunk. Mellőznünk kell azoknak az értékes kísérleteinek részletezését, amelyeket *gravitációs kompenzátorával, multiplikátorával*, valamint *a gravitáció állandójának* dinamikus meghatározására szerkesztett eszközzel végzett.

Meg kell azonban még emlékeznünk azon nagy horderejű kutatásairól, amelyekre a potsdami porosz királyi Geodéziai Intézetnek az Óceánokon végzett gravitációs mérései indították. E méréseket ugyanis HECKER professzor arra alkalmas berendezéssel mozgó hajón végezte. EÖTVÖS az erről szóló közleményeket tanulmányozván, rájött arra, hogy az adatok feldolgozásában a hajó haladási irányát és sebességét nem vették figyelembe, ami pedig az eredményeket észrevehetően befolyásolja. Bizalmas figyelmeztetésére ezután HECKER külön e kérdés megvizsgálására a Fekete-tengeren újabb méréseket végzett, amelyek a fenti megjegyzés helyességét teljesen igazolták. Éppen ezért a potsdamiak a régebben közölt eredményeket az EÖTVÖS-féle korrekcióval kijavítva újból kiadták. EÖTVÖS kutató szelleme azonban nem nyugodott addig, amíg oly alkalmas kísérleti berendezést nem gondolt ki, amellyel a kérdéses hatást a laboratóriumban kimutathatta, illetőleg pontosan lemérhette. Ily módon kísérletileg igazolta, hogy *a földön mozgó testek nehézsége, súlya megváltozik*. A változás a mozgás sebességétől és irányától függ, így a kelet felé mozgó testek könnyebbek, a nyugat felé mozgók pedig nehezebbek lesznek. E hatással a szakirodalomban «*Eötvös-effektus*» néven sokat foglalkoznak.

EÖTVÖS gravitációs vizsgálataihoz hasonló módon a másik csodás földi erőt, a *földmágnességet* is kutatásai körébe vonta. Ez az az erő, amely többek között az iránytű állását meghatározza. A mágnesség azonban a testeknek nem általános tulajdonsága s így ennek az erőnek részletes ismerete bizonyos következtetéseket enged meg a föld kérgében rejlő mágneses tulajdonságú anyagokra. EÖTVÖS geofizikai vizsgálatai alkalmával mindenkor a földmágnességi adatokat is meghatározta s

ezzel a mérések eredményeiből vonható következtetéseket kibővítette. Ezenkívül a mágneses erő részletes tanulmányozására egész különleges új műszereket szerkesztett és értékes laboratóriumi kísérleteket végzett. Továbbá a mágnességre vonatkozó ismereteinket alapvető elméleti kutatásokkal gazdagította.

EÖTVÖS halála óta az ő nyomdokain haladva a vezetésem alatt álló *Báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet* folytatja hazánkban a megkezdett tudományos és gyakorlati munkálkodást. Elsősorban megszakítás nélkül és fokozott mértékben folytattuk *torziós ingaméréseinket*, valamint *földmágneses megfigyeléseinket*, amelyek Eötvös életében is már kezdettől fogva az én vezetésem alatt történtek. Habár újabban többnyire bizonyos gyakorlati, főleg petróleum- és földgázkutatási céllal mértünk, a munkálatokat mindenkor a legnagyobb tudományos pontossággal végeztük. Ily módon oly nagy tudományos anyag gyűlt össze, hogy annak közlése a legtömörebb alakban 14 vaskos kötetet fog megtölteni. Különösen a torziós ingával oly nagy területeket mértünk fel teljes részletességgel, hogy *ehhez fogható sehol a világon nem találunk*.

Az Eötvös-Intézet ezenkívül a külföldön is végzett méréseket. Így az angol kormány legnagyobb olajvállalata, a *Burmah Oil Company Ltd.* megbízásából három ízben mértünk Indiában, egyrészt Khairpur bennszülött állam dzsöngeljeiben, másrészt Upper Assam őserdeiben. A *francia köztársaság Ministère des Travaux Publics*-je közvetlen felkérésére immár két ízben kutattunk petróleum után a Puy-de-Dôme alatt elterülő limagne-i síkságon.

A szabadban végzett méréseken kívül a laboratóriumban megszakítás nélkül folytattuk tudományos kutatásainkat. Lépcsőről-lépcsőre haladva *tökéletesítettük Eötvös eszközeit*. Legújabb típusú kis eszközünk a mezei mérések legmesszebbmenő igényeit kielégíti s éppen ezért egyre keresettebbé válik. Torziós ingáink már kiállották a gyakorlati élet tűzpróbáját, amint azt szerte a nagyvilágon, Japán és Indiától Amerikáig, Európától

Afrikáig hetven egynéhány darab használatban lévő «Original Eötvös made in Hungary» bizonyítja.

Az Eötvös-Intézet állandó összeköttetésben áll az egész világ megfelelő szakembereivel. Eleintén csak a tudós világ, főleg a geodéták érdeklődtek a torziós inga iránt, később inkább a geológusok és a gyakorlat emberei. A külföldiek ismételten felkeresték intézetünket és mérőexpedícióinkat, sőt némelyikük hónapokon át nálunk tartózkodott, hogy a módszert úgy elméletileg, mint gyakorlatilag elsajátítsa. Ily módon több mint huszonöt szakember közvetlenül itt az Eötvös-Intézetben tanulta meg a torziós inga használatát s külföldi tanítványaink a világ minden részében dolgoznak eszközeinkkel. A külföldön, különösen Németországban és Észak-Amerikában, igen kiterjedt szakirodalom foglalkozik Eötvös módszerével és annak különböző alkalmazásaival. A *Zeitschrift für Geophysik* majdnem minden számában találkozunk Eötvös nevével és más német, angol, francia, holland, spanyol, olasz, lengyel, orosz, japán és amerikai lapokban gyakran jelennek meg cikkek e tárgyra vonatkozólag.

Az előzőekben röviden vázoltuk Eötvös alkotásainak sokoldalú és messze kiható jelentőségét úgy a tudományban, mint a gyakorlati életben. Az *Eötvös-féle törvény*, az *Eötvös-inga*, a *gravitáció Eötvös-egysége* és az *Eötvös-effektus* közvetlenül és ércnél maradandóbban örökéletűvé tették nevét az egész világon, mert értékes alkotásainak fennmaradását az élő tudomány és a gyakorlati élet biztosítja.

Nekünk magyaroknak azonban kötelességünk, hogy hazánk legnagyobb természettudósát megbecsüljük: értékes munkásságához méltó emléket állítsunk! Sajnos, porai még mindig a kerepesi-úti temető igénytelen sírjában nyugosznak s a munkásságának folytatására hivatott Eötvös-Intézet kellő személyzet, helyiség és támogatás híján képtelen, nemcsak magyar, de internacionális vonatkozásban is fontos és felelősségteljes hivatásának kellően megfelelni.

Már 1926-ban a *Természet-, Orvos-, Műszaki és Mezőgazdaság-*

*tudományi Országos Kongresszus* nagy megértéssel tárgyalta az EÖTVÖS-Intézet ügyét. TANGY KÁROLY Akadémiánk rendes tagja, mint a Természettudományi Szakosztály elnöke, már a megnyitóülésen hangsúlyozta, hogy egyik megoldandó feladat báró EÖTVÖS LORÁND a földi nehézség erőterére vonatkozó korszakot alkotó kutatásainak folytatása, elsősorban hazai területen. Ezt a célt szolgálja a *Báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet* a pénzügyminisztérium fennhatósága alatt. Ennek az intézménynek nincs megfelelő, végleges hajléka, dotációja elégtelen. Báró EÖTVÖS LORÁND kutatásai a magyar fizikának örök dicsősége, kötelességünk arról gondoskodni, hogy *a további ilyen irányú kutatásoknak is hazánk legyen az irányító centruma*. A természettudományi szakosztályok tárgyalásai kapcsán pedig a kongresszus főtitkára, GORKA SÁNDOR egyetemi tanár javasolta: «EÖTVÖS nevét a magyar nemzet el nem múló dicsőségére egy külön, a gravitációs mérések céljára épült és e vizsgálatokkal állandóan foglalkozó, azokat fejlesztő intézettel és az intézetben rendszeresített tudományos állásokkal kell örökéletűvé tenni a párizsi Pasteur- és a berlini Koch-Intézet mintájára. *Legyen egy külön intézete a gravitációs vizsgálatoknak, annak a tudományágnak, amely magyar lángelméből fakadt, s amely Eötvös nevével lett naggyá és járta be az egész világot, mindenütt dicsőséget szerezve a magyarságnak*. Legyünk bármilyen csonkák, legyünk bármilyen szegények, ezt az intézményt meg kell teremtenünk, hadd hirdesse ez az intézet az egész világon, hogy a kis magyar nemzet is alkotott olyant a tudomány terén, amivel az összes nemzetek elismerését vívta ki!» KLEBELSBERG KUNO gróf kultuszminiszter úr ő excellenciája a legnagyobb szeretettel karolta fel az építendő új EÖTVÖS-Intézet ügyét, sőt az ő nemes és kegyeletes terve, hogy «ez intézettel kapcsolatban oldhatnók meg az *Eötvös-mauzoleum* kérdését is olyszerűen, amint azt PASTEUR-rel a franciák tették, aki a párizsi Pasteur-Intézet egy kápolnaszerűleg kiképzett termében nyugszik».

A tízéves évforduló felidézi kötelességünket: meg kell valószínűsítanunk e nemes terveket. Ily módon nekünk tanítványainak

megadatnék a lehetőség, hogy beváltsuk szent fogadalmunkat, amelyet szeretett Mesterünk ravatalánál tettem: «Szerény erőinkhez képest követjük tanításaidat, a kijelölt szellemben folytatjuk kutatásaidat és igyekezni fogunk, hogy a vezető szerepet, amelyet nagy szellemed e téren az egész világ előtt a magyarságnak biztosított, továbbra is megtarthassuk. Munkás életednek így állíthatunk igazán méltó, maradandó, eleven, örök emléket!»

---

*E kötet további részében következik báró Eötvös Loránd tudományos működésének vázlatos ismertetése olyanok részére, kik a természetlan alapismereteivel bírva, báró Eötvös Loránd tudományos munkásságával némileg közelebbről megismerkedni kívánnak.*

*A kötet a Matematikai és Fizikai Társulat kiadványai között 1918-ban megjelent báró Eötvös Loránd-füzet javított és kiegészített tartalmát mutatja be, az egyes szerzők által kívánt változtatásokkal és felelősségük mellett.*

*Budapest, 1929. évi november hó 30-án.*

*Fröhlich Izidor,*

*Ig. és rendes tag, osztálytitkár ;  
a Báró Eötvös Loránd Matematikai  
és Fizikai Társulat ezidei elnöke.*



## BEVEZETŐ.

A Matematikai és Fizikai Társulat\* folyóiratának jelen ünnepi számával hódolatát óhajtotta kifejezni nagynevű elnöke és alapítója iránt, aki az isteni gondviselés jóvoltából az 1918. évi nyár folyamán munkakedvének teljességében és sikereinek magaslatán lépte át a patriarkakor küszöbét. Kérjük mélyen tisztelt elnök urunkat, hogy fogadja ragaszkodásunk és hálánk e csekély jelét oly kegyesen, amilyen meleg szeretettel azt neki följánljuk.

E füzet mesterünk eddigi, tanulságokban oly gazdag pályafutásának és a fizika fejlődésére oly jelentékenyen befolyt kutatásainak vázlatát adja elő. Boldogok lennénk, ha vele e nagyfontosságú kutatások módszereit és messze kiható eredményeit hozzáférhetőbbé tettük volna és a kínálkozó gyakorlati alkalmazásokhoz közelebb hoztuk volna.

E kutatások a világegyetem mechanizmusán uralkodó vonzó erők vizsgálatára vonatkoznak és amíg egyrészt a régi mechanika zárókövének tekinthetők, másrészt a világegyetem új fölfogását szolgáló relativitási elméletnek egyik legfontosabb kiinduló pontjául szolgáltak. A gravitáció mérésére szolgáló új módszernek tökéletessége és a vele elért eredmények nagy jelentősége e kuta-

---

Jelenleg néhány év óta: «Báró EÖTVÖS LORÁND Matematikai és Fizikai Társulat».

tásoknak a természettudományok kincsházában örök helyet biztosítanak.

De tanuságot tesznek ezek mesterünknek ideális és nemes törekvéséről is, aki a tudományt mindig célnak és sohasem eszköznek tekintette. Talán éppen ezért adatott meg neki, hogy kutatásait nyomban követték a fontosabbnál fontosabb gyakorlati alkalmazások, úgy hogy a tiszta igazság fölismerésére irányuló ideális vágya ily módon az egész emberiség haladásának eszköze lett, melynek nemcsak szellemi emelkedésére, hanem anyagi jólétének fokozására is vezetett.

Mélyen tisztelt elnökünk lelkében az elmebeli erő, az akarat céltudatossága az érzés melegével és az életfölfogás nemes emelkedettségével szívet és lelket örvendeztető összhangban egyesülnek. De éppily harmonikus élete folyása is. Az élet mosolygó, boldog tavaszát, az erős, férfias munkával teli nyár követte és most az ősz beálltával beköszöntött a dús termés aratásának ideje. Isten áldása legyen rajta és lelkünkől kívánjuk, hogy a jóságos gondviselés engedje meg szeretett elnökünknek, hogy e bő termésnek még sokáig örvendhessen!

Budapest, 1918. évi július hó 27. napján.

*Rados Gusztáv*  
alelnök.

# BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYOS MŰKÖDÉSE.

## I. VIZSGÁLATOK A KAPILLARITÁSRÓL.

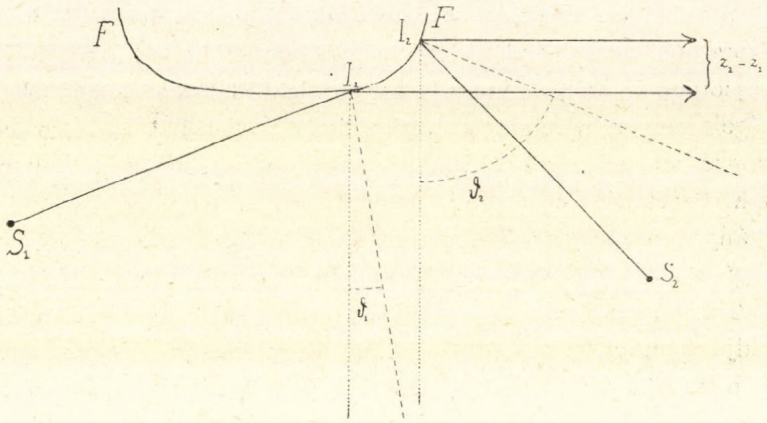
TANGL KÁROLY r. tagtól.

Mikor báró EÖTVÖS LORÁND tudományos munkájáról írok, szeretném azzal kezdeni, hogy egész emberi mivoltának képét rajzoljam; hű képét, hogy benne mindenki felismerhesse a jelenségek mélyére ható éles kutató szelleme mellett azt a sok nemes, vonzó vonást, melyek annyira harmonikus egyéniségét alkotják. Szeretném ezt tenni, hogy kitűnjék, nagyszabású tudományos munkássága is mennyire harmóniában van egész egyéniségével; a problémák természetében, melyek érdeklődését felkeltik, abban a módban, mellyel a problémát megfogja s megoldja, mennyire visszatükröződik egész egyénisége. A tudományban sem bilincselik le figyelmét a népszerű, divatos jelenségek, azok, melyeket a távolabb álló is érdekeseeknek tart, melyekkel zajos sikereket lehet aratni, hanem inkább azok, melyek folyton szemünk előtt vannak s melyeket éppen mindennapos voltuknál fogva annyira megszoktunk, hogy titokzatosságuk csak a mélyen járó gondolkozót izgatja. Hogy a pohárban a víz a pohár falán felhúzódik, hogy a szabadon ejtett test a föld felé esik, annyira köznapi jelenségek, hogy egyszerű tudomásvétellel könnyen elsiklunk a felett, hogy e jelenségekben a legtitokzatosabb erők nyilvánulnak meg; pedig emez igényteleknek látszó jelenségek beható kísérleti tanulmányozásától várhatjuk, hogy a bennök megnyilatkozó úgynevezett molekuláris erőkről s gravitációról tudásvágyunkat kielégítő megismeréshez jussunk.

A kapilláris jelenségek még egyetemi hallgató korában felkeltették báró EÖTVÖS LORÁND érdeklődését. FR. NEUMANN

königsbergi tanár, a német fizikusok egyik legjelesebbjének szemináriumában ismertette a felületi feszültség mérésére szolgáló saját módszerét, amiért FR. NEUMANN meg is dícsérte.

E módszer leírása 1876-ban jelent meg, mint az akkor megindított — sajnos, nagyon rövidéletű — Műegyetemi Lapok első számának első értekezése. A módszer abban áll, hogy a folyadékfelület két ismert hajlású elemének egymástól való függélyes távolságát mérjük meg.  $FF$  legyen a folyadék szabadfelületének átmetszete egy függélyes síkkal. (1. ábra.)  $S_1$  és  $S_2$  két



1. ábra.

egyenesvonalú, az előbbi függélyes síkra merőleges fényforrás, például egy megvilágított vízszintes rés; ennek minden egyes pontjából kiinduló sugárkúp  $FF$ -ről visszaverődik s újra egy-egy sugárkúpot szolgáltat, melyeket egy kathometer vízszintes távcsővében fogunk fel. A távcsőben két fényes csík jelenik meg mint az  $S_1$  és  $S_2$  képe; e csíkok magasságkülönbsége ugyanakkora, mint a folyadék ama két pontjának,  $I_1$  és  $I_2$ -nek magasságkülönbsége, melyeken a beeső fénysugár vízszintesen verődik vissza. Ismerve  $S_1$  és  $S_2$  helyét, kiszámíthatjuk  $S_1 I_1$  és  $S_2 I_2$  szögét a vízszintessel s ebből azt a  $\vartheta_1$  illetőleg  $\vartheta_2$  szöveget, melyet a felület normálisa képez  $I_1$  és  $I_2$ -ben a függélyessel. A katheto-

meterrel közvetlenül lemérhető az  $I_1$  és  $I_2$  pontok magasságkülönbsége. Ez adatokból kiszámítható a felületi feszültség a felületnek az elméletadta egyenletéből.

Gondoljuk például hogy vizet töltünk egy nagyobb tiszta üvegedénybe, melyet sík falak határoljanak. A víz az edény fala mentén felemelkedik. A szabad vízfelület az edény sarkaitól távol hengerfelület lesz, melynek alkotói vízszintes egyenesek. E felület egyenletét az elmélet a következő alakban adja meg:

$$z = a \sqrt{2} \sin \frac{\vartheta}{2},$$

hol  $z$  a felület valamely pontjának a felület vízszintes, tehát az edény falától távol eső részétől függélyesen felfelé számított ordinátája,  $\vartheta$  a felület normalisának szöge a függélyessel,  $a$  pedig az úgynevezett kapilláris állandó, mely a felületi feszültséggel,  $\alpha$ -val, a következőképp függ össze:

$$a^2 = \frac{2\alpha}{sg}$$

( $s$  a folyadék sűrűsége,  $g$  a földnehézség gyorsulása). Mint ismeretes,  $a$  hosszúság jellegű mennyiség  $s$  értéke megadja azt a magasságot, melyre a folyadék egy vertikális végtelen síklap mentén felemelkedik, ha azt nedvesíti;  $a$  pedig az a feszítő erő, mely a felületben fekvő egységnyi hosszúságú egyenes darabra működik, egyúttal annak a munkának negatív értéke, melyet végeznünk kell, ha a felületet a területegységgel megnagyobbítjuk. Ha már most  $\vartheta_2$  és  $\vartheta_1$ ,  $z_1$  és  $z_2$  az  $I_1$  illetőleg  $I_2$  ponthoz tartozó értékek, akkor

$$a = \frac{z_2 - z_1}{\sqrt{2} \left( \sin \frac{\vartheta_2}{2} - \sin \frac{\vartheta_1}{2} \right)}.$$

Ugyanígy alkalmazható a módszer, ha a folyadék szabad felülete forgásfelület, amelyet kapunk, például ha függélyes üvegcsőbe zárjuk a folyadékot. Ez esetben azonban a folyadékfelület egyenletét  $z$  és  $\vartheta$ -ban kifejezve, az elmélet csak bizonyos köze-

lítéssel adja meg; ezért a cső átmérőjét úgy kell választani, hogy a közelítés legalább olyan pontos legyen, mint magok a mérések. Így a víz állandójának meghatározására báró EÖTVÖS LORÁND a vizet egy kereken 80 mm átmérőjű DUMAS-féle gömbbe zárta (amilyent gőzsűrűségmérésekhez használnak), melyet a víz a közepéig töltött meg. Az edény falához közel eső rész egyenlete jó megközelítéssel

$$z = a \sqrt{2} \sin \frac{\vartheta}{2} \left[ 1 + \frac{a}{3\sqrt{2} \cdot u} \frac{1 - \cos^3 \frac{\vartheta}{2}}{\sin^2 \frac{\vartheta}{2}} \right].$$

hol  $u$  a gömb sugara, feltéve, hogy  $\frac{a}{u}$  kicsiny. A kapillaris állandó hasonlóan adódik,  $z_2 - z_1$ ,  $\vartheta_2$  és  $\vartheta_1$ -ből.

Kisebb, 10—20 mm átmérőjű csövekbe zárt folyadék felületének alakját a fenti formula nem állítja elő elegendő pontossággal. Ilyenkor báró EÖTVÖS LORÁND a kapillaris forgásfelületek hasonlóságának elvét használta oly módon, hogy az ismeretlen kapillaris állandót egy ismert állandóval mérte össze. Ugyanis az elmélet a kapillaris forgásfelület differenciál-egyenletét a következő alakban adja meg:

$$z = \frac{a^2}{2r} \frac{d}{dr} \left( \frac{r \frac{dz}{dr}}{\sqrt{1 + \left(\frac{dz}{dr}\right)^2}} \right).$$

Ebben  $z$  jelentése ugyanaz, mint előbb,  $r$  a felület valamely pontjának távolsága a forgástengelytől. Ha írjuk

$$\frac{z}{a} = \zeta; \quad \frac{r}{a} = \varrho,$$

egyenletünk így alakul:

$$\zeta = \frac{1}{2} \frac{1}{\varrho} \frac{d}{d\varrho} \left( \frac{\varrho \frac{d\zeta}{d\varrho}}{\sqrt{1 + \left(\frac{d\zeta}{d\varrho}\right)^2}} \right).$$

Amint látható, a folyadék anyagi minőségét jellemző  $a$  állandó egészen eltűnt, vagyis mindenféle folyadék felületének differenciál egyenlete ugyanaz lesz, ugyanazokkal az állandókkal, ha minden hosszat a kapilláris állandóval,  $a$ -val mérünk. Gondoljuk az egyenletet megoldva:  $\zeta = F(\rho, C_1, C_2)$ , két tetszésszerű  $C_1$  és  $C_2$  állandóval, melyeket a határfeltételekkel határozhatunk meg. Zárjuk a folyadékot üvegcsőbe, melyet a folyadék nedvesít, a cső sugara legyen  $R$ . Ahol a folyadék a cső falát éri, az érintkezési szög zérus, tehát ha  $\zeta = \frac{R}{a}$ , akkor  $\frac{d\zeta}{d\rho} = \infty$ ; a meniszkus legmélyebb pontjában, hol  $\rho = 0$ ,  $\zeta$ -nak maximuma van, tehát  $\frac{d\zeta}{d\rho} = 0$ . E két feltételből  $C_1$  és  $C_2$  kiszámítható, mint  $\frac{R}{a}$  függvénye. Írhatjuk tehát  $\frac{z}{a} = \phi\left(\frac{r}{a}, \frac{R}{a}\right)$ , hol  $\phi$  minden folyadékra ugyanaz. Ebből következik: ha két folyadékot veszünk  $a$  és  $a'$  állandókkal s olyan csövekbe zárjuk, hogy  $\frac{R}{a} = \frac{R'}{a'}$ , akkor mindama pontokban, melyekben  $\frac{r}{a} = \frac{r'}{a'}$  egyzersmind  $\frac{z}{a} = \frac{z'}{a'}$  és  $\frac{dz}{dr} = \frac{dz'}{dr'}$ , azaz a felület hajlása is ugyanaz. A két felület hasonló lesz. Ha tehát a két felületre ugyanazon szögekkel ejtjük az  $S_1 I_1$  és  $S_2 I_2$  sugarakat (l. 1. ábra), akkor  $\frac{z_2 - z_1}{a} = \frac{z'_2 - z'_1}{a'}$ ,  $a' = \frac{z'_2 - z'_1}{z_2 - z_1} a$ ; és egyúttal  $\frac{z_2 - z_1}{R} = \frac{z'_2 - z'_1}{R'}$ . Ebből a mérési eljárás önként adódik: Vízzel telt különböző sugarú csövek sorozatát készítjük, melyen  $\frac{z_2 - z_1}{R}$  értékét, mindig ugyanazt a beesési szöget használva, lemérjük. A vizsgálandó  $a'$  állandójú folyadékon is lemérjük  $\frac{z'_2 - z'_1}{R'}$ -t ugyanazon beesési szögekkel s a vizes csövek sorozatából kikeressük azt, melyre  $\frac{z_2 - z_1}{R} = \frac{z'_2 - z'_1}{R'}$ , ekkor  $\frac{R}{a} = \frac{R'}{a'}$  vagy  $\frac{z_2 - z_1}{a} = \frac{z'_2 - z'_1}{a'}$ , amiből  $a'$  kiszámítható.

E módszerrel felkészülve fogott báró EÖTVÖS LORÁND kapilláris vizsgálataihoz, melyeknek első célja az volt, hogy az elmélet alapjait ellenőrizze. Mert sokan foglalkoztak ugyan a kapilláris állandó meghatározásával, «azonban a sok mérés sokféle eredményt adott». Úgy, hogy kétségessé vált, vajjon a

kapilláris jelenségek leírására elegendő-e egy a folyadékfelület minden pontjában állandó, változatlan felületi feszültség felvétele. Különösen a vízzel végzett mérések azt mutatták, hogy a kapilláris állandó értéke nagyon változik az idővel: friss felületé jóval nagyobb, mint azé, mely szabad levegőn hosszabb ideig állott, amiért QUINCKE felvette, hogy a folyadékfelületen a rugalmas utóhatáshoz hasonló jelenség lép fel. BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND vizsgálatainak első nevezetes eredménye az volt, hogy ilyen rugalmas utóhatás nincs; a felületi feszültség időbeli változása nem a folyadék természetében rejlik, hanem a levegőből a felületre került piszok hatása. A vizet légmentesen egy beforrasztott DUMAS-féle edénybe zárta s akkor a felületi feszültség éveken át változatlan maradt, eltekintve a hőmérséklet- okozta változástól. A vízre vonatkozó így nyert adatok «meglepő pontossággal igazolják azon kapilláris csövekben eszközölt méréseket, melyeknél a felület tisztántartására kellő gond volt fordítva. Ilyenek különösen mindazon mérések, melyeknél a hőmérséklettel való összefüggés megállapítása képezte a vizsgálat célját, amelyeknél a kapilláris cső a melegítő térben a levegőtől jól elzárva volt».

A vázolt úgynevezett reflexiós módszer előnyei:

1. Független minden arra vonatkozó feltevéstől, hogy milyen szöggel érintkezik a folyadék a szilárd fallal.
2. A folyadékot beforrasztott üvegedényben vagy csőben lehet vizsgálni s így attól minden szennyezést távol tartva a felületi feszültség biztos értékéhez lehet jutni.
3. A folyadékokat forrpontjuknál magasabb hőmérsékleten lehet vizsgálni a kritikus hőmérsékletig.

További vizsgálatai során báró EÖTVÖS LORÁND a kapillaritás tanának, a felület alakjának meghatározására irányuló inkább geometriai feladatát nevezetes fizikai szemponttal bővítette: kereste az anyagi minőség befolyását a felületi feszültségre, a molekulasúly és felületi feszültség összefüggését. Több éven át folytatott fáradságos mérései meglepően egyszerű, alapvető tör-

vényszerűsége vezettek s minden időkre klasszikus példája annak, miképpen kell, hogy irányítsa a kísérletet az elméleti kép, melyet magunknak a jelenségről alkottunk. Éppen ezért közöljük azt a gondolatmenetet, mellyel báró EÖTVÖS LORÁND *nevezetes törvényéhez* jutott.

Ha különböző anyagok viselkedését akarjuk egymással összehasonlítani, az első kérdés mindig az: milyen hőmérsékleten történjek az összehasonlítás? VAN DER WAALS megadta rá a feleletet; egyszerű törvényszerűségekhez juthatunk, ha az anyagokat nem ugyanazon, hanem olyan abszolút hőmérsékleteken hasonlítjuk össze, melyek az illető anyagok abszolút kritikus hőmérsékletének ugyanazon tört részei, s olyan nyomásokon, melyek a kritikus nyomásnak ugyanazon tört részei. Ezeket az állapotokat VAN DER WAALS megfelelő állapotoknak nevezi. Különböző folyadékok felületi feszültségét is megfelelő állapotokban, tehát hőmérsékleteken és nyomásokon kell összehasonlítani. Csakhogy akkor, mikor báró EÖTVÖS LORÁND vizsgálatait végezte, a kritikus hőmérsékletre elég pontos adatok nem álltak rendelkezésre, azonfelül az sincs kizárva, hogy a test ezen a magas hőmérsékleten disszociál. Ezért báró EÖTVÖS LORÁND a megfelelő állapotok más értelmezéséből indul ki.

«Részben folyós, részben telített gőzállapotban lévő vegyileg homogén testet egyenlő tömegű molekulákból álló rendszernek tekintve, ennek állapota molekuláinak térbeli elosztásmódjával jellemezhető. Jelöljük tehát  $v$ -vel a folyadék molekulár-térfogatát, vagyis annak a térnek átlagos nagyságát, melyet a molekula a folyadékban elfoglal,  $u$ -val ugyanazt az adatot a gőzállapotára vonatkozólag; ekkor a  $\frac{v}{u}$  viszony a test állapotának jellemzésére alapul szolgálhat. Ha már most ez a viszony két testre nézve a megfelelő  $T_2$  és  $T_1$  hőmérsékletek mellett ugyanazon értékű, akkor a testek molekuláikból hasonló módon vannak összetéve. A hasonló összetétel ilyen állapotában a két testre

$$\frac{u_1}{v_1} = \frac{u_2}{v_2} \quad (1)$$

egyenlet érvényes s mivel a gáztérfogatokra vonatkozó tételek szerint

$$\frac{p_1 u_1}{T_1} = \frac{p_2 u_2}{T_2},$$

egyszersmind

$$\frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{T_2},$$

hol  $p_1$  és  $p_2$  a két test telített gőzeinek nyomását jelentik a  $T_1$  és  $T_2$  hőmérsékleteken. Mivel a hasonló összetétel állapotára jellemző (1) egyenlet VAN DER WAALS értelmében megfelelő állapotokra is érvényes, «kitetszik, hogy a  $T_1$  és  $T_2$  hőmérsékleteken a két test a VAN DER WAALS-féle definíció értelmében is megfelelő állapotban van».

EÖTVÖS báró már mostan megkísérelte «egy bizonyos feltevésből következtetéseket vonni: abból a feltevésből t. i., hogy a megfelelő állapotban, tehát a hasonló összetétel állapotában levő testek mechanikai értelemben is, azaz a megfelelő részeik között működő erőket és energiájukat illetőleg is hasonló».

«Ugyanis valamely folyadék felületének oly részét véve tekintetbe, melyet  $n$  molekula borít, a gőztől reá gyakorolt nyomóerő:  $np_1 v_1^{2/3}$ ». Ugyanis  $v_1^{2/3}$  annak a felületnek átlagos értéke, melyet 1 molekula borít. Ezt beláthatjuk a következőképpen: Ha  $\lambda$  egy olyan kockának az éle a folyadék belsejében, melyben átlag 1 molekula foglal helyet, akkor  $v_1 = \lambda^3$ . E kocka bármely határlapja olyan felület lesz, melyet átlag 1 molekula borít; annak nagysága pedig  $\lambda^2 = v_1^{2/3}$ . Ugyanígy a kocka éle olyan egyenes, melyen átlag 1 molekula sorakozik, tehát «a felületi feszültségnek megfelelő erő egy olyan vonal mentén, melyben  $m$  molekula sorakozik:  $mv_1^{1/3} a_1$ , mely kifejezésben  $a_1$  a felületi feszültséget jelenti. Képezzük ugyanezeket a kifejezéseket egy másik testnek ugyanazon számú molekulából alkotott megfelelő részeire, ezek nyilván  $np_2 v_2^{2/3}$  és  $m v_2^{1/3} a_2$ .

Feltevésünkből az következik, hogy megfelelő állapotokra vonatkozólag

$$\frac{mv_1^{1/3}a_1}{np_1v_1^{2/3}} = \frac{mv_2^{1/3}a_2}{np_2v_2^{2/3}},$$

miből

$$\frac{a_1}{p_1v_1^{1/3}} = \frac{a_2}{p_2v_2^{1/3}}.$$

E tétel levezetésében feltételeztük, hogy a folyadék és a gáz molekulái egyenlő tömegűek. «Azokat a folyadékokat, melyekre ez csakugyan áll, röviden egyszerűen összetetteknek fogom nevezni». Ezt az elnevezést bevezetve, az előbb nyert tétel következőleg fejezhető ki:

Ha bármely két egyszerűen összetett folyadékra  $T_1$  és  $T_2$  abszolút hőmérsékleteik mellett a

$$\frac{p_1v_1}{T_1} = \frac{p_2v_2}{T_2} \quad (2)$$

egyenlet áll, akkor ugyanazon hőmérsékleteken még az

$$\frac{a_1}{p_1v_1^{1/3}} = \frac{a_2}{p_2v_2^{1/3}} \quad (3)$$

egyenlet is érvényes; továbbá (2) és (3)-ból

$$\frac{a_1v_1^{2/3}}{T_1} = \frac{a_2v_2^{2/3}}{T_2}. \quad (4)$$

VAN DER WAALS okoskodása szerint két test, mely  $T_1$  és  $T_2$  abszolút hőmérsékletek alatt megegyező állapotban van, ugyancsak megegyező állapotba jut, ha hőmérsékletük változása  $T_1$  illetőleg  $T_2$ -vel arányos». Tehát (4) fennáll akkor is, ha  $T_1$ -ből  $T_1 + dt_1$  és  $T_2$ -ből  $T_2 + dt_2$  lesz, feltéve, hogy  $\frac{dt_1}{T_1} = \frac{dt_2}{T_2}$ ; akkor  $\frac{av^{2/3}}{T}$  mindkét anyagra ugyanannyival változik meg, azaz

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{a_2v^{2/3}}{T_2} \right) dt_1 = \frac{d}{dt} \left( \frac{a_2v^{2/3}}{T_2} \right) dt_2,$$

vagy

$$T_1 \frac{d}{dt} \left( \frac{a_1v_1^{2/3}}{T_1} \right) = T_2 \frac{d}{dt} \left( \frac{a_2v_2^{2/3}}{T_2} \right) \\ \frac{d}{dt} a_1v_1^{2/3} = \frac{d}{dt} (a_2v_2^{2/3}). \quad (5)$$

Ez az elméleti okoskodás tehát arra vezet, hogy megfelelő hőmérsékleteken a  $\frac{d}{dt} (av^{2/3})$  hányados értéke minden folyadékra ugyanaz; értéke még függhet a hőmérséklettől; hogy tényleg függ-e és hogyan függ, arról a fenn vázolt okoskodás nem mond semmit.

Amint az elméleti eredmény megvolt, lázas laboratóriumi munka indult meg az (5) alatti törvény kísérleti igazolására. A régi egyetemi fizikai intézet ablakai sokszor bizony éjjel is világosak voltak. A mérések nagy meglepetéssel szolgáltak: nemcsak hogy igazolták a várt eredményt, hanem annál jóval többet mondó törvényszerűségekre vezettek: nemcsak hogy  $\frac{d}{dt} (av^{2/3})$  megfelelő hőmérsékleten minden folyadékra ugyanaz, hanem értéke egyáltalában független a hőmérséklettől, tehát a következő tételhez jutunk: «A  $\frac{d}{dt} (av^{2/3})$  hányados valamennyi egyszerűen összetett folyadékra állandó értékkel bír, mely a hőmérséklettől független».

Ez képezi az EÖTVÖS-féle törvény tartalmát. Az  $av$  mennyiségnek egyszerű fizikai értelmet adhatunk. Láttuk  $a$  számértéke egyezik ama munka értékével, melyet végeztünk a kapilláris erőkkkel szemben, ha a folyadék felületét az egységgel megnagyobbítjuk,  $av^{2/3}$  tehát a munka értéke, ha a felületet  $v^{2/3}$ -val, azaz akkora darabbal nagyobbítjuk meg, mint amekkorát éppen 1 molekula borít; ezt a felületet nevezhetjük *molekuláris felületnek*,  $av^{2/3}$ -ot pedig *molekuláris felületi energiának*. EÖTVÖS törvénye tehát azt mondja: *valamennyi egyszerűen összetett folyadék molekuláris felületi energiája 1° hőemelkedésre ugyanannyit változik.*

Az állandó értéke gyanánt 0·227 adódott, ha a molekuláris térfogat értékéül a molekulásúly és sűrűség hányadosát használjuk,  $a$ -t pedig  $\frac{\text{milligr s\ddot{u}ly}}{\text{mm}}$  egységekben fejezzük ki. Az állandót *Eötvös-féle állandónak* nevezik. Mivel ezek alapján

$$\frac{d}{dt} (av^{2/3}) = 0\cdot227$$

írhatjuk egyszersmind

$$av^{2/3} = 0.227 (T_0 - T),$$

hol  $T_0$  az a hőmérséklet, melyen  $\alpha = 0$  volna, ha a fenti formula egészen a kritikus hőmérsékletig érvényes volna. EÖTVÖS báró megjegyzi, hogy a megfigyelések arra látszanak mutatni, hogy  $T_0$  a kritikus hőmérséklettel megegyezik vagy legalább nem messze esik tőle. A legtöbb szerző az utóbbi alakban fejezi ki az Eötvös-féle törvényt. E nevezetes törvényt báró EÖTVÖS LORÁND 1885-ben ismertette a Magy. Tud. Akadémiában.

Ha a felületi feszültséget  $\frac{\text{din}}{\text{cm}}$  egységekben mérjük, akkor az állandó értéke 2.25 lesz.

Hogy a molekuláris felületi energia hőmérsékleti koefficiense a mérések tanúsága szerint mennyire állandó báró EÖTVÖS LORÁND alapvető értekezéséből vett következő számadatokon látható:

Aethylaether .....	6°-tól	62°	C-ig	$\frac{d}{dt} (av^{2/3}) = 0.228$
«	62°	«	120°	« = 0.226
«	120°	«	190°	« = 0.221
Aethylenbromid ....	20°	«	99°	« = 0.227
«	99°	«	213°	« = 0.232
Chloroform .....	20°	«	60°	« = 0.230
Higanymethyl .....	20°	«	99°	« = 0.228
Szénoxychlorid .....	3°	«	63°	« = 0.231
Széndioxid .....	3°	«	31°	« = 0.228
Szénkéneg .....	22°	«	78°	« = 0.237
Kénessav .....	2°	«	60°	« = 0.230

A víz, alkoholok, zsírsavak eltérően viselkednek. A víz állandója feltűnően kicsiny. 0° C és 20° C között kerekén 0.10; a hőmérséklet növekedtével nő, de még 150° körül is csak 0.14-ra emelkedik. Az aethylalkohol állandója 21° C-től 38° C-ig 0.104 199° C-től 236° C-ig már 0.226. Az ecetsavé 21° C-től 160° C-ig 0.132, 160° C-től 230° C-ig 0.138. Ez eltérő viselkedést a törvényhez vezető okoskodás alapján egyszerűen lehet értelmezni,

amivel egyszersmind értékes felvilágosítást kapunk az illető folyadékok szerkezetéről. A törvény levezetésében feltételeztük, hogy a folyadék «egyszerűen összetett», hogy ugyanolyan tömegű molekulákból áll, mint a telített gőz. Ez anyagok eltérését az általános törvénytől tehát úgy értelmezzük, hogy folyós állapotban az anyagok molekuláinak tömege más, mint gőzállapotban s pedig, mivel a gőzállapothoz tartozó molekulasúlyal számított hányados kisebb a normálisnál, azt mondjuk a molekulasúlyt túlkicsinynek vettük, a folyadék állapotban tehát a molekulák átlagos tömege nagyobb, mint gőzállapotban: a folyadékmolekulák asszociáltak. Ha a folyékony víz molekulasúlyát nem  $H_2O$ -nak, hanem  $H_4O_2$ -nek vesszük, akkor a hányados értéke  $100^\circ C$  és  $210^\circ$  közt  $0.228$  lesz, tehát arra az eredményre jutunk, hogy eme hőmérsékleti közben a folyós víz molekulái a gőz kettős molekuláival egyenlők, alacsonyabb hőmérsékleten átlag még nagyobbak.

Hogy az Eötvös-féle törvény szépsége s fontossága jobban kitűnjék, külön reámutatok arra, hogy a folyadékok olyan tulajdonságát fejezi ki, mely független az anyagi minőségtől s e szempontból analógiája a gázok egyszerű állapotegyenletével szembeszökő. Utóbbi, mint ismeretes, azt mondja, hogy a gáz nyomásának és molekuláris térfogatának szorzata arányos az abszolút hőmérséklettel  $pv = RT$ , hol  $R$  független a gáz anyagi minőségétől, tehát minden gázra ugyanaz. Az EÖTVÖS-féle törvény szerint a folyadék felületi feszültségének s molekuláris felületének szorzata arányos a kritikustól számított abszolút hőmérséklettel s az arányossági faktor minden folyadékra ugyanaz. Az analógia még szembeötlőbb, ha a gázegyenletet így írjuk:  $\frac{d(pv)}{dt} = R$ , Eötvös törvényét pedig:  $\frac{d(v^{2/3})}{dt} = E$ ;  $R$  és  $E$  minden anyagra annak minőségétől független két állandó. E két egyenlet baloldalán ugyanazon jellegű mennyiség áll:  $pv$  és  $av^{2/3}$  is munka;  $pv$  megadja azt a munkát, melyet a gáz végez, ha térfogata állandó nyomáson a molekuláris térfogattal nő;  $av^{2/3}$  az a munka, melyet a folyadék végez, ha felülete a molekuláris

felülettel fogy. Az Eötvös-féle törvény a folyadékokra ugyanolyan jelentőségű, mint a gázok egyszerű állapotegyenlete a gázokra.

Mint a vízre, alkoholra, zsírsavakra vonatkozó adatokból látható, az Eötvös-féle törvény kitűnő módszert szolgáltat annak megvizsgálására, hogy valamely folyadékot egyszerű vagy összetett molekulákból állónak kell-e gondolnunk vagy nem. A fenn felsorolt anyagokra már Eötvös báró maga eldöntötte a kérdést; azóta sok más anyagra is kiterjesztették módszerét s megállapították többek közt, hogy a folyékony klort, az olvasztott sókat és fémeket asszociált molekulákból állóknak kell mondanunk.

Azok közül, kik ebből a szempontból végeztek méréseket, különösen kiemelem RAMSAY angol kémikust, ki 1893-ban megjelent értekezésében egy módszert ismertet, mely felvilágosítást ad a folyadék molekuláris állapotáról, nevezetesen arról, hogy a molekulái asszociáltak-e vagy nem. Dolgozatában elmondja, hogy a kémia ezidőszerint nem rendelkezik oly módszerrel, mely a folyadék molekulásúlyának ismeretéhez vezetne. Az vizsgálatai ilyen módszerre vezették s ez az új módszer semmi egyéb, mint az Eötvös-féle törvény! Pedig RAMSAY ismerte báró EÖTVÖS LORÁND vizsgálatait, hiszen hosszasan foglalkozik azzal az elméleti okoskodással, mely a törvényhez vezetett, közli EÖTVÖS báró mérési eredményeit, kiemeli, hogy teljesen egyeznek az ő eredményeivel, mégis lényeges különbséget lát báró EÖTVÖS LORÁND  $av^{2/3} = 0.227 (T_0 - T)$  egyenlete s az ő egyenlete közt, melyet ilyen alakban ír:  $\gamma (Mv)^{2/3} = K (\tau - d)$ . Ebben  $\gamma$  a felületi feszültség,  $M$  a molekulásúly,  $v$  a fajlagos térfogat,  $\tau$  a kritikus-tól számított hőmérséklet,  $d$  pedig egy állandó, melynek értéke  $6^\circ$  körül ingadozik. Az egész különbség az, hogy RAMSAY a  $d$  állandót vezet be, ami egyértelmű azzal, hogy az EÖTVÖS-féle formulában  $T_0$  nem jelenti pontosan a kritikus hőmérsékletet, hanem annál valamivel alacsonyabbat. De hiszen már Eötvös báró is kiemeli, hogy a megfigyelések arra látszanak utalni, hogy  $T_0$  a kritikus hőmérséklettel megegyezik vagy leg-

alább nem esik messze tőle. Szó sincs róla, hogy az EÖTVÖS-féle és RAMSAY-féle formula közt lényeges különbség volna, sőt a kettő teljesen ugyanaz. RAMSAY vizsgálatai más új eredményt nem tartalmaznak, mint azt, hogy  $T_0$  nem pontosan a kritikus hőmérséklet, hanem annál valamivel alacsonyabb, továbbá, hogy a kritikus hőmérséklet közvetlen közelében  $av^{2/3}$  már nem változik lineárisan a hőmérséklettel, ott tehát az EÖTVÖS-féle formula nem érvényes; végre, hogy az EÖTVÖS-féle törvényt több más folyadékban igazolta, mint EÖTVÖS báró. Sajnos, RAMSAY erősen kifogásolandó beállítása azt eredményezte, hogy az irodalomban némelyek, örvendetes módon a kisebbség, az EÖTVÖS—RAMSAY-féle törvényről beszélnek.

Keverékekkel és oldatokkal PEKÁR DEZSŐ és ZEMPLÉN GÉZA végeztek méréseket s igazolták, amit báró EÖTVÖS LORÁND maga is megállapított aether és szénkéreg keverékére, ugyanis, hogy ezekre is fennáll az EÖTVÖS-féle törvény.

Az EÖTVÖS-féle törvény elméleti megokolásával többen foglalkoztak. Elsősorban emlitem VAN DER WAALST. A kapilláris jelenségeket azon az alapon tárgyalja, hogy az átmenet a folyadékból a gőzbe nem ugrásszerű, hanem folytonos; van egy véges vastagságú réteg a felület mentén, melyen belül az anyag sűrűsége folytonosan megy át a folyadék sűrűségéből a gőzébe. Ez elmélet azt adja, hogy

$$\frac{d(av^{2/3})}{dt} = \varphi \left( \frac{T}{T_k} \right),$$

hol  $T_k$  a kritikus hőmérséklet s  $\varphi$  minden anyagra ugyanaz a függvény; nem vezet tehát tovább, mint EÖTVÖS báró egyszerű elméleti megfontolása. Lényegesen többet nyújt MADELUNG s különösen BORN és COURANT elmélete. Utóbbiak ugyanazt a módszert alkalmazzák, mellyel DEBYE a szilárd anyagok fajhőjét sikeresen vizsgálta quantum-elméleti felfogásra támaszkodva. Ez elmélet szerint  $av^{2/3} = K(T' - T)$ , hol  $T'$  közel a kritikus hőmérséklet;  $K$ , az EÖTVÖS-féle állandó pedig ily alakban adódik:

$$K = 0.240 \left( 1 - \frac{\oplus}{3T} \right).$$

Itt  $\oplus$  a DEBYE-féle elméletben is szereplő úgynevezett karakterisztikus hőmérséklet, mely a hang terjedési sebességéből a folyadékban,  $c$ -ből  $s$  a molekuláris térfogatból  $V_0$ -ból kiszámítható:

$$\oplus = 3 \cdot 6521 \cdot 10^{-3} \frac{c}{\sqrt[3]{V_0}}.$$

Közepes hőmérsékleten  $\frac{\oplus}{3T}$  átlag  $1/10$   $s$  a hőmérséklettel keveset változik. E szerint  $K$  nem pontosan állandó, hanem kis mértékben függ az anyagi minőségtől és hőmérséklettől, ami a tapasztalással megegyezik. Ez elmélet az EÖTVÖS-féle törvényt helyesen adja, az állandónak a tapasztalással megegyező számértékével együtt.

*Tanogl Károly.*

## II. VIZSGÁLATOK A GRAVITÁCIÓRÓL.

TANGL KÁROLY r. tagtól.

A folyadékok részei között működő csak kicsiny távolságra számottevő erők vizsgálatát báró EÖTVÖS LORÁND a róla elnevezett nevezetes törvény felállításával fejezte be. Ezután csak elvértve foglalkozott a kapilláris jelenségekkel, mert érdeklődését majdnem kizárólag egy másik erő kötötte le, mely az égi testek között lévő óriási távolságokban éppúgy érezteti hatását, mint a földi tárgyak között. A gravitációra vonatkozó vizsgálatai folyamán báró EÖTVÖS LORÁND eszközeinek érzékenységet és biztonságát annyira fokozta, annyi új módszert gondolt ki ez erő mérésére, hogy a földi tárgyak között működő eme kicsiny erő szinte kézzelfogható lett és e tökéletesített eszközökkel és módszerekkel olyan feladatok megoldására vállalkozhatott, melyek addig megközelíthetetleneknek látszottak. Harminchárom év szakadatlan munkájának eredménye egyrészt alapvető a gravitációs erő felfogására nézve, másrészt a Föld szerkezetére vonatkozó kutatásoknak egészen új irányt és évszázadokra szóló feladatokat jelölt ki, melyeknek keresztülvitelére ő maga hazánk területének rendszeres átkutatásával klasszikus példát adott.

E vizsgálatok most is folynak külön e célra létesült intézetben, a «Báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet»-ben. Sajnos, egyelőre emez intézetnek nincs külön otthona, a Pázmány Péter Tud. Egyetem kísérleti fizikai intézete bocsátott rendelkezésére helyiségeket. Természetesen e megoldás egyik félre sem kielégítő. Az 1926-ban tartott Természettudományi Kongresszus nyomatékosan reámutatott arra, hogy az intézet csak úgy teljesítheti hivatását, ha külön e célra épített otthont kap, csak így biztosítható, hogy az EÖTVÖS-féle gravitációs kutatásokban továbbra is hazánk vigye az irányító szerepet. Bízunk abban, hogy a magyar kultúra törhetlen harcosa, gróf KLEBELSBERG KUNÓ vallás- és közoktatásügyi miniszter úr rövidesen megfelelő hajlékot ad az intézetnek.

E mérések gazdag anyagáról s eredményeiről egy másik cikk fog beszámolni; itt csak a módszerről s a gravitációra vonatkozó általános természetű vizsgálatokról lesz szó.

A kapillaritásra vonatkozó méréseit báró EÖTVÖS LORÁND egy új, kifogástalan biztos módszer felállításával indította meg; a gravitációs kutatásaiban is mindenek előtt arra törekedett, hogy a mérési módszert tökéletesítse, a mérést pontosabbá és biztosabbá tegye s a mérőeszköz érzékenységét növelje. A gravitációs erők mérésére elég érzékeny eszköz meg volt adva: a Coulomb-féle mérleg. A gravitáció állandó meghatározására eddig is többnyire ezt az eszközt használták, azonban nem volt elég állandó; a mérleg egyensúlyi helyzete egyelőre indokolatlan, kiszámíthatatlan ingadozásokat mutatott, minek folytán az egy- és ugyanazon eszközzel végzett egyes mérések közt jelentékeny eltérések mutatkoztak.

E zavarok eredetét báró EÖTVÖS LORÁND a mérleget magába záró szekrényben fellépő levegőáramokban kereste, melyeket apró hőmérséklet-különbségek hoznak létre. Hogy e zavaró hőmérséklet-különbségeket lehetőleg csökkentse, többféle próbálgatás után a Coulomb-féle mérleget kettős, sőt hármalfalú fémszekrénybe zárta; hogy pedig a szekrényben foglalt levegő mennyiségét leszállítsa, a rudat körülvevő fémszekrénynek lapos

hengeralakot, vagy amikor nagy lengésekre nem volt szükség, lapos paralelepiped vagy hengeres csőalakot adott. Ezzel az egyszerű fogással tényleg sikerült az eszközt annyira állandóvá tenni, hogy nemcsak kedvező hőmérsékleti viszonyok között jól védett laboratóriumi helyiségekben lehetett vele biztosan mérni, hanem künn a szabadban, egyszerű vászonsátorban is.

Zavart okoz továbbá a felfüggesztő drótban fellépő rugalmas utóhatás is. Báró EÖTVÖS LORÁND finom, kereken 0·04 mm átmérőjű platina vagy platina-iridiumra függesztette a mérleg rúdját. Ez a drót feltekercselve jó forgalomba; mikor aztán a Coulomb-féle mérleg rúdját reá függesztjük, nagyon hosszú időn át folyton egy irányban változtatja egyensúlyi helyzetét: a drót lassan kicsavarodik. Ezen a bajon úgy lehetett segíteni, hogy az eszközbe csak olyan drót került, mely előzőleg már hónapokon keresztül a mérleg rúdjával egyforma súllyal volt megterhelve s így elég ideje volt a kicsavarodásra. Ezt a kicsavarodási folyamatot gyorsítani lehetett azzal, hogy a dróton időnkint elektromos áram ment át, mely azt gyenge izzásig melegítette. Az így kezelt drót igen jónak bizonyult, úgyhogy egyensúlyi helyzete már csak a hőmérséklettel változik.

A gravitáció állandójának meghatározása képezte 1888 óta az egyetemi fizikai intézetben folyó vizsgálatoknak egyik célját. Már 1888-ban sikerült báró EÖTVÖS LORÁNDnak a tömegvonzás jelenségét egy népszerű előadáson nagyobb számú hallgatóságnak bemutatni. Ez az eszköz azóta hazai középiskolák szertárában is otthonos lett. A fémszekrényben jól védett Coulomb-féle mérleg alatt kvadransokra osztott hengeres vasedény volt elhelyezve, melynek szemben álló kvadranspárjait felváltva higannyal lehetett megtölteni. A higany vonzása eltérítette a mérleg rúdját, amit a mérlegre erősített tükörrel visszavert fénysugár tett láthatóvá. «Az eszköz már 3—4 percnyi lengés-idővel is elegendő érzékenységet s e mellett a kivilágított és fűtött tanteremben is kellő állandóságot tanúsított». Később báró EÖTVÖS LORÁND előadásában a tömegvonzást más eszközzel szokta bemutatni. Ebben a mérleg rúdját kívül 4 cm át-

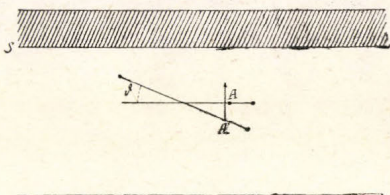
mérőjű kettősfalú fémhenger zárta körül, úgyhogy az eszköz szekrénye  $\perp$  alakú hengeres tok alakját nyerte. A rúd két végén levő golyókkal szemben ezekkel egy magasságban egy-egy 50 kg-os ólomgolyót helyez el forgatható asztalon; utóbbival az ólomgolyókat úgy lehet elforgatni, hogy mindegyik a mérlegrúd másik végén levő golyóval jut szembe s a rudat az ellenkező irányban téríti ki, mint az előbbi állásában.

A mérő-kísérletek hosszú sora CAVENDISH-éhez hasonló berendezésű volt, mégis azzal a jellemző különbséggel, hogy a vonzó tömegek többnyire a mérlegrúddal nem egy magasságban, hanem az alatt foglaltak helyet forgatható asztallapon, úgyhogy a rúdon levő golyó középpontját a vonzó golyó középpontjával összekötő egyenes a rúdra merőlegesen állván, a vízszintessel  $55^\circ$ -nyi szöget képezett. E helyzetben ugyanis a vonzó erő forgató momentuma maximum lesz a vonzó golyóknak a vízszintes síkban történő eltolására nézve. Ennek az az előnye, hogy a vonzó erő forgató momentuma a rúd kitérített helyzetében elhanyagolható keveset tér el attól, mely a ki nem térítettre hat; továbbá a tömegek viszonyos helyzetének meghatározásában csak a függélyes távolságok lemérésére kell nagyobb gondot fordítani, mert a vízszintes távolság mérésében elkövetett hiba, a maximum helyzet miatt, csak mint másodrendű kicsiny mennyiség változtatja az eredményt. A kitérés lemérése skálaleolvasással történik, azonban fotografiai eljárás is használatban volt oly módon, hogy a rúdra erősített tükörről visszavert fénysugár érzékeny fotografiai papirosra esett, mely óraművel hajtott vízszintes hengerre volt feclsavarva.

Esztatikai módszernél sokkal érzékenyebb báró EÖTVÖS LORÁND sajátos úgynevezett dinamikai módszere, mely nem a mérlegrúd kitérését méri, hanem azt, hogy mennyire változik meg a lengésideje a vonzó tömegek hatása folytán. Hogy e módszert átértsük, a következő eszményi berendezésből induljunk ki: Gondoljunk egy véges vastagságú, két irányban végtelen kiterjedésű homogén vertikális falat; vastagsága  $h$ , sűrűsége  $\sigma$ . E fal vonzása egy kívülre fekvő  $A$  pontban lévő tömegegységre füg-

getlen  $A$ -nak a faltól számított távolságától és egyenlő  $2\pi f\sigma h$ -val, hol  $f$  a gravitáció állandója. E végtelen fal közepébe gondoljuk helyezve a Coulomb-féle mérleget, először a fal irányával párhuzamosan, *longitudinális állás*, azután arra merőlegesen, *transzverzális állás*. Nyilván mindkét állásban a falnak a rúdra gyakorolt forgató momentuma zérus s a rudat ki nem téríti.

Ha azonban a rúd bármelyik állásból  $\vartheta$  szöggel kitér, a forgató momentum már nem lesz zérus. Nézzük, mekkora lesz a forgató momentum a longitudinális állásban. A rúd valamely  $A$  pontja a kitérés folytán  $A'$ -be jut (2. ábra). A rudat



1. ábra.

végtelen vékonynak vesszük majd számításunkban. Hogy az  $A'$ -ban lévő  $dm$  tömegelemre gyakorolt vonzó erőt számíthassuk, a falat egy, az oldallapokkal párhuzamos  $S$  síkkal két részre bontjuk, úgyhogy az  $A'$  pont az egyik résznek — az 1. ábrában a nem sraffozott rész — éppen a közepébe essék. Az eme részből származó vonzó erők eredője zérus s így csak a sraffozott rész vonzása marad hátra, mely merőleges a fal irányára. A sraffozott rész vastagsága könnyen beláthatóan  $2l \sin \vartheta$ , hol  $l$  az  $A$  s egyúttal az  $A'$  pont távolsága a forgástengelytől; a  $dm$ -re gyakorolt vonzó erő az előbbiek szerint  $4\pi f\sigma l \sin \vartheta dm$ , a forgató momentum pedig

$$- 4\pi f\sigma l^2 \sin \vartheta \cos \vartheta dm, = - 2\pi f\sigma l^2 \sin 2\vartheta dm,$$

mivel az erő karja  $= l \cos \vartheta$ .

Az egész rúdra gyakorolt forgató momentum lesz:

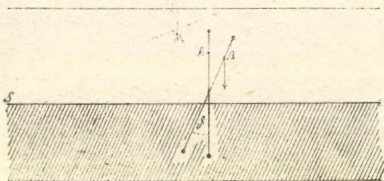
$$- 2\pi f\sigma \sin 2\vartheta \int l^2 dm,$$

hol az integráció kiterjesztendő az egész rúdra. De  $\int l^2 dm = K$  nem egyéb, mint a rúd tehetetlenségi momentuma a felfüggesztő drótra, mint forgástengelyre vonatkoztatva. Tehát, ha a

rúd a longitudinális állásból kitér  $\vartheta$  szöggel, a reáható gravitációs forgató momentum  $= -2\pi f\sigma K \sin 2\vartheta$ .

Ha a rúd a transzverzális állásból tér ki  $\vartheta$  szöggel (3. ábra), a falat úgy, mint előbb, megint két részre bontjuk; a nem sraffozott rész közepén lévén az  $A'$  pont, annak vonzó ereje zérus. A sraffozott rész vastagsága most  $2l \cos \vartheta$ ; vonzása mérőleges a falra s értéke  $4\pi f\sigma l \cos \vartheta \, dm$ ; forgató momentuma:

$$\mp 4\pi f\sigma l^2 \sin \vartheta \cos \vartheta \, dm = + 2\pi f\sigma l^2 \sin 2\vartheta \, dm, \text{ az egész rúdra tehát: } + 2\pi f\sigma K \sin 2\vartheta, \text{ ugyanakkora, mint előbb, csak ellenkező előjelű, amiben az nyer kifejezést, hogy a longitudinális állásból kitérve a fal vonzása vissza akarja vinni a rudat kiinduló állásába, } \vartheta\text{-t tehát kisebbíteni akarja, a transz-$$



2. ábra.

verzális állásból kitérve pedig kiindulási állásából távolítani,  $\vartheta$ -t tehát nagyobbítani akarja. Végtelen kis kitérésekre szorítkozva a két forgató momentum  $\mp 4\pi f\sigma K \vartheta$  alakban írható, hol a felső jel a longitudinális, az alsó a transzverzális állásra vonatkozik.

Ha a rúd lengése közben az egyensúlyi helyzetéből kitér, hat reá még a felfüggesztő drót megcsavarásából származó forgató momentum is, mely mindkét állásban  $= -\tau \vartheta$ , ha a  $\tau$  a drót csavarási együtthatója. A rúdra ható összes forgató momentum, ezek alapján  $= -(\tau \pm 4\pi f\sigma K) \vartheta$ . Jelöljék  $T_1$ , illetőleg  $T_2$  a lengésidőt a longitudinális, illetőleg transzverzális állás körül végtelen kis amplitudó esetére, akkor, amint a mechanika elemeiből ismeretes

$$T_1^2 = \pi^2 \frac{K}{\tau + 4\pi f\sigma K}, \quad T_2^2 = \pi^2 \frac{K}{\tau - 4\pi f\sigma K};$$

és ezekből

$$\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2} = \frac{8\pi f\sigma}{\pi^2}. \quad (1)$$

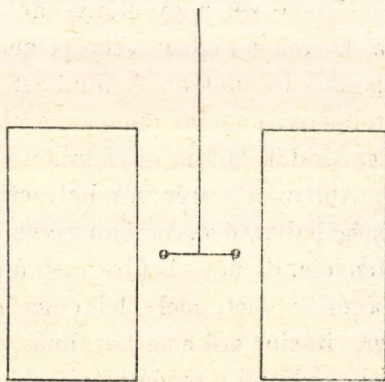
Természetesen az itt tárgyalt eszményi eset meg nem valósítható; azonban az 1) egyenlet változatlanul érvényben marad

akkor is, ha a végtelen falból kivágunk egy négyzetes alapú függélyes oszlopot s az így nyert szabad tér közepébe helyezzük a Coulomb-féle mérleget. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a kihalított négyzetes oszlop forgató momentuma, akár a longitudinális, akár a transzverzális állásból tér ki a rúd  $\vartheta$  szöggel, ugyanakkora lesz és ilyen alakú:  $F\vartheta$ ; ha ezt a forgató momentumot a teljes fal forgató momentumából levonjuk, megkapjuk a kihalítás után maradt két fal hatását:  $F\vartheta \mp 4\pi f\sigma K\vartheta$ . A rúdra ható összes forgató momentum tehát  $= -(\tau - F \pm 4\pi f\sigma K)$ . Az egész különbség az előző eszményi esethez képest az, hogy  $\tau$  helyett  $\tau - F$  lép be s így, ha  $T_1, T_2$  a megfelelő lengésidők, ezekre is áll az 1) egyenlet, azaz

$$\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2} = \frac{8\pi f\sigma}{\pi^2}.$$

Persze ez az egyenlet is eszményi esetre vonatkozik még, mert végtelen fallal nem dolgozhatunk. Ez eszményi esetnek megfelelően báró EÖTVÖS

LO-RÁND a Coulomb-féle mérleget két négyzetes alapú, ólomtéglákból összerakott oszlop közé állította (4. ábra), úgyhogy az oszlopok közt ugyancsak négyzetes alapon szabad tér maradt. Az oszlopok alapja közel  $30 \times 30$  cm, magassága közel 60 cm volt. Ez esetben az 1) formula csak annyiban szenved változást, hogy  $8\pi$  helyébe



3. ábra.

13·427 lép, amint ezt a részletes számítás mutatja s hozzájön még egy  $1 - \varepsilon$  faktor, melyben azonban  $\varepsilon$  1 %-nál kisebb, és a rúd méreteitől függő korrekció tagot jelent. Erre az esetre tehát

$$\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2} = \frac{13\cdot427}{\pi^2} (1 - \varepsilon).$$

A mérésekre használt eszköz kétféle lengésideje közt jelentékeny különbség volt, amennyiben  $T_1$  észlelt szélső értékei 640·97 és 641·28 mp,  $T_2$ -éi pedig 859·29 és 860·32 voltak, ami túlnyomó részben az oszlop vonzó hatásából származik. Az oszlopok eltávolítása után maradt még különbség a két lengésidő között:  $T_1 = 742·82$  és  $T_2 = 759·07$  lett, mely különbség az észlelés helyét környező falak és földtömegek vonzásának eredménye.

A gravitáció állandójának végleges értékét báró EÖTVÖS LORÁND nem vezette le, egyrészt mert a rúd lengése közben magával hurcolt levegő hatását a megkívánt pontossággal kikutatni nem volt alkalma, másrészt az ólomtéglák homogén volta sem elég megbízható. A megfigyelések alapján «az állandó értéke az

$$f = 0\cdot0000000665$$

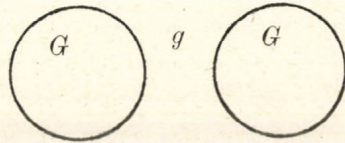
értéktől aligha tér el többet, mint annak  $\frac{1}{500}$  részével».

E módszer nagy előnye abban áll, hogy a rúd méretei csak a korrekciótagban szerepelnek s így nincs is szükség azok pontos ismeretére. A módszer érzékenységét mutatja az a körülmény, hogy az ólomtömegek vonzását a két álláshoz tartozó lengésidők 203 mp-nyi különbsége jelzi!

Abban a szerencsés helyzetben voltam, hogy e mérésekben még hallgató koromban részt vehettem; ennek immár 40 esztendeje, de most is újra meg újra átérzem azt az áhítatos, mélységes örömet, mely lelkemet megragadta, mikor a titokzatos gravitációs erő eme hatalmas megnyilvánulását láttam. Milyen lelkesedéssel s csodálattal tekintettem fel tanáromra, ki csodálatos szellemi fölényrel megfékezte azt az addig szeszélyesnek látszó erőt s szolgálatába hajtotta. Hogy báró EÖTVÖS LORÁND mennyire ura volt a gravitációs erőnek, annak egyik legszebb példája az az eszköz, melyet gravitációs kompenzátornak nevezett, melyben magát a gravitációt használta fel arra, hogy a Coulomb-féle mérleg érzékenységét szinte a végtelenségig fokozza.

Ismeretes, hogy a galvanometer érzékenységet növelhetjük egy úgynevezett kompenzáló mágnessel: a galvanometer közelében egy fix mágnest helyezünk el úgy, hogy a galvanometer tűjének egyensúlyi helyzete ne változzék, hanem csak a földi mágneses tér erősségét csökkentjük a tű helyén, vagyis kisebbítjük azt az erőt, mely az áram kitérítette tűt előbbi nyugalmi helyzetébe hajtja vissza. A földi mágneses teret kompenzáltuk a külső mágnessel. A Coulomb-féle mérleget a drót megcsavarásából származó erő akarja visszavinni eredeti nyugalmi helyzetébe: ezt az erőt kompenzálta báró EÖTVÖS LORÁND külső fix tömegek vonzásával.

Hogy ez eszköz lényegét megértsük, gondoljuk, hogy a Coulomb-féle mérleg  $g$  golyójával szemben, vele egy magasságban kétoldalt egy-egy  $G$   $G$  ólomgolyót helyezünk el,  $g$ -től egyforma távolságra (4. ábra). A vonzó erők eredője zérus lévén, a Coulomb-féle mérleg egyensúlyi helyzete ezzel nem változik meg. Ha azonban lengés közben kitér s mondjuk  $g$  a jobboldali  $G$  golyóhoz közeledik, utóbbi vonzása nagyobb lesz,



4. ábra.

mint a baloldalié, az eredő vonzás tehát még jobban el akarja távolítani  $g$ -t egyensúlyi helyzetétől, ahová a drót vissza akarja vinni. A  $G$  golyók odahelyezésével elértük tehát, hogy kisebb erő viszi vissza a mérleget egyensúlyi helyzetébe: a mérleg érzékenyebb lett, mint volt a  $G$  golyók nélkül. Golyók helyett Eötvös báró alkalmasabb henger-kvadransokat használt, melyeket a mérleg-rúd mint tengely körül forgatni lehetett. A mérleg rúdját, a fonalat s a kvadransokat megfelelően méretezve, elérte, hogy a kvadransokat különböző állásokba hozva, az érzékenység egészen a labilitásig tetszésszerint fokozható volt. Az érzékenységgel együtt természetesen a lengésideő is növekszik, amíg a levegő ellenállása folytán a mérleg aperiodikus lesz, tehát lengéseket nem is végez, hanem folyton egyirányú lassú mozgással jut új egyensúlyi helyzetébe. Így sikerült a pincében

felállított eszköztől öt méter távolságban elhelyezett 300 kilogramm tömegnek hatását kimutatni.

1890-ben és 1909-ben végezte báró EÖTVÖS LORÁND ama nagyfontosságú alapvető méréseit, melyekre támaszkodva Einstein gravitáció-elméletét felépítette. E vizsgálatok azzal a fontos kérdéssel foglalkoztak, vajjon a Föld vonzása független-e a testek anyagi minőségétől vagy ami egyértelmű ezzel, vajjon a különböző anyagok ugyanazzal a gyorsulással esnek-e. E mérésekről lejjebb PEKÁR DEZSŐ és FEKETE JENŐ közös cikkében bővebben lesz szó s így elegendő, ha itt a mérés elvét vázolom. EÖTVÖS báró módszere lényegesen más, mint BESSELÉ és meglepően egyszerű: a zseniális módszerek közös vonása.

A nehézség két erő eredője: a Föld vonzásához hozzájárul mint tehetetlenségi erő a centrifugális erő, a Föld forgása folytán. E kettő általánosságban bizonyos szöveget zár be egymással, mely közel egyenlő a földrajzi szélesség pótszögével ( $180^\circ - \varphi$ ). Az eredő iránya függ az összetevőktől; a centrifugális erő, mint tehetetlenségi erő egyenlő tömegű testekre ugyanakkora, függetlenül az anyagi minőségtől; ha tehát a vonzó erő függne az anyagi minőségtől, akkor a különböző anyagokra gyakorolt eredő erőnek, a nehézségnek iránya különböző volna. Míg BESSEL azt kereste, vajjon a különböző anyagok nehézségének értéke különböző-e, addig báró EÖTVÖS LORÁND az esetleg fellépő iránykülönbségeket kereste, melyeket a Coulomb-féle mérleggel igen érzékenyen lehet felderíteni.

Vegyük mindenekelőtt számba, hogy a nehézségi erő igen közel a csillagászati délkör síkjába esik; ez igaz maradna akkor is, ha iránya függne az anyagi minőségtől. Állítsuk a Coulomb-féle mérleget, úgyhogy rúdja keletnyugoti irányban álljon; erősítsünk a két végére két különböző anyagi minőségű testet, például egyik végére rézgolyót, a másik végére üveggolyót. Ha most a két nehézségnek különböző az iránya, mindegyik erőnek lesz összetevője a rúd forgási síkjában s pedig a rúdra merőlegesen. Ezek az összetevők forgató momentumot adnak s elcsavarják a fonalat. Ezt az elcsavarást ugyan egy állásban való észleléssel

nem vehetjük észre, azonban ha a fonál, mint forgástengely körül az egész eszközt szekrényestől  $180^\circ$ -kal elforgatjuk, úgyhogy a golyók helyet cserélnek, a forgató momentum ellenkező irányú lesz s a drót is ellenkező irányban csavarodik el. Az egész eszköz  $180^\circ$ -os elforgatásának tehát az lesz a következménye, hogy a rúd állása a szekrényhez képest megváltozik, vagyis a rúd nem követi teljesen a szekrény elforgását, hanem vagy többel, vagy kevesebbel forog el mint  $180^\circ$ . A rúd eme viszonylagos elforgását azonban igen érzékenyen tudjuk lemérni, ha a szekrényre is, meg a rúdra is erősítünk egy-egy tükröt s egy skálának két képét figyeljük meg ugyanazzal a távcsövel. A báró EÖTVÖS LORÁND használta eszköz úgy volt méretezve, hogyha a rúd két végén testekre ható nehézségi erő csak egy húszmilliomod résszel különbözött volna, a rúd viszonylagos állásában 1 pernyi különbségnek kellett volna mutatkoznia. Nem mutatkozott észrevehető különbség, tehát a különbség a vonzó erőben egy húszmilliomodnál kisebb. BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND eme kísérleteit 1909-ben PEKÁR DEZSŐ s FEKETE JENŐ közreműködésével megismételte és eredményeit egy pályamunkába foglalta össze, melyet a göttingeni tudós társaság a Benecke-díjjal jutalmazott. Sajnos, e pályamunka nyomtatásban nem jelent meg; PEKÁR DEZSŐ és FEKETE JENŐ 1922-ben bő kivonatát közölték német nyelven. E mérésekben az észlelés pontosságát annyira lehetett fokozni, hogy báró EÖTVÖS LORÁND kimondhatta: a különböző szilárd anyagok nehézsége annak  $\frac{1}{200,000,000}$  részéig ugyanaz. A nehézségi erő egyformasága ezzel ugyanolyan rendű pontossággal van biztosítva, mint amilyenel tömegek egyformaságát tudjuk megállapítani; más fizikai mennyiségmérésben ekkora pontosságot nem tudunk elérni. BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND eme méréseit P. ZEEMANN híres hollandi fizikus 1917-ben megismételte, az eredmény ugyanaz.

Báró EÖTVÖS LORÁND gravitációs vizsgálatainak talán legfényesebb fejezetéről kell még szólanom: azokról a mérésekről, melyek a *földi nehézség erőterének olyan pontos és részletes*

ismeretéhez vezettek, mely b. Eötvös előtt elérhetetlennek látszott. E cikkben csak a mérési módszerről lesz szó.

E vizsgálatok célja: meghatározni a nehézség térbeli változását. A közönséges inga megadja a nehézségi gyorsulás értékét az észlelés helyén: a nehézség térbeli változásának mérésére úgy használható, hogy különböző helyeken határozzuk meg ugyanazon inga lengésidejét. Az inga azonban nem elég érzékeny arra, hogy különbséget mutasson két közel fekvő hely nehézségi gyorsulása közt. Érzékenyebb eszköz a közönséges mérleg, mellyel Jolly nyomán lemérhetjük, mennyit változik a nehézségi gyorsulás a magassággal. Bárány Eötvös módszere lehetővé teszi a térbeli változások lemérését néhány deciméternyi távolságokban és különböző irányokban.

Mint ismeretes, a nehézségi erőnek van potenciálja, melynek differenciál hányadosai a koordináták szerint a nehézségi erőnek megfelelő összetevőit adják. Fekessük a koordinátarendszert úgy, hogy  $z$  tengelye függőlegesen lefelé, azaz a koordinátarendszer kezdőpontjában működő nehézség irányába mutasson,  $x$  és  $y$  tengelye pedig vízszintes legyen. Ha most  $X$ ,  $Y$ ,  $g$  a nehézség három összetevője, akkor

$$X = \frac{\partial U}{\partial x} = 0, \quad Y = \frac{\partial U}{\partial y} = 0, \quad g = \frac{\partial U}{\partial z},$$

ha  $U$  a potenciál. A nehézség térbeli változásainak jellemzésére szolgálnak  $X$ ,  $Y$ ,  $g$ -nek a koordináták szerinti differenciál hányadosai, összesen 9 mennyiség. Ezeknek fizikai értelme egyszerű: például  $\frac{\partial g}{\partial x}$  megadja, mennyit változik a nehézségi gyorsulás, ha az  $x$  tengely irányában 1 cm-rel tovább haladunk. E kilenc mennyiség azonban nem független egymástól, mert hisz például:

$$\frac{\partial X}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\partial U}{\partial x} \right) = \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\partial U}{\partial y} \right) = \frac{\partial Y}{\partial x}.$$

Három ilyen összefüggést írhatunk fel; továbbá LAPLACE—  
POISSON egyenlete szerint még:

$$\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial g}{\partial z} = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 2\omega^2,$$

hol  $\omega$  a Föld forgásának szögsebessége. Mindössze tehát öt független hányados marad a térbeli változás teljes jellemzésére; ezek könnyen kifejezhetők a potenciál második differenciál hányadosaival. Az öt független hányados közül EÖTVÖS báró módszere négyet közvetlenül szolgáltat; és pedig ezeket:

$$\frac{\partial g}{\partial x} = \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}; \quad \frac{\partial g}{\partial y} = \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}; \quad \frac{\partial X}{\partial y} = \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y},$$

és

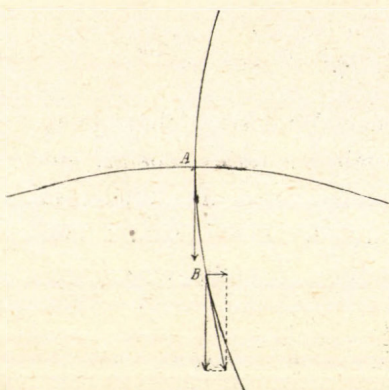
$$\frac{\partial Y}{\partial y} - \frac{\partial X}{\partial x} = \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}.$$

E hányadosok nagyon szorosan összefüggnek a nívófelületek és erővonalak görbületi viszonyaival. A nívófelületen, mint tudjuk, a potenciál állandó s az erővonalak reá merőlegesek. A koordinátarendszerünk kezdőpontján áthaladó nívófelület normálisa a  $z$  tengely; fektessük most az  $x$   $y$  tengelyeket a nívófelület főgörbületi irányába;  $\rho_1$  és  $\rho_2$  legyen a két főgörbületi sugár, tehát az  $xz$ , illetőleg  $yz$  síkok és a nívófelület metszési görbéinek görbületi sugarai. Akkor a felületek elméletéből következik, hogy

$$\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2} = \frac{1}{g} \left( \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right); \quad \text{és} \quad \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} = 0.$$

A  $\frac{\partial g}{\partial x}$  és  $\frac{\partial g}{\partial y}$  hányadosok az erővonalakkal hozhatók kapcsolatba. A koordináta rendszer kezdőpontján átmenő erővonal mentén  $A$ -ból  $B$ -be 1 cm-rel például lefelé haladva a nehézség iránya megváltozik, mert hisz az erővonal érintőjének iránya más a  $B$  pontban, mint  $A$ -ban (6. ábra). Úgy foghatjuk fel a dolgot, hogy  $B$ -ben az  $A$ -hoz tartozó nehézséghez még egy horizontális össze-

tevő járult, mely éppen ezt az irányváltozást hozta létre s mely az  $x$  tengellyel egy bizonyos  $a$  szöget zár be. Ez a hozzájáruló



5. ábra.

vízszintes összetevő legyen  $H$ ; ennek vetülete az  $x$  tengelyre  $H \cos a$ , az  $y$  tengelyre pedig  $H \sin a$ . A nehézségi erő differenciálhányadosainak értelmezéséből könnyen beláthatjuk, hogy

$$H \cos a = \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{\partial U}{\partial x} \right) = \frac{\partial U}{\partial x \partial z} = \frac{\partial g}{\partial x},$$

és ugyanígy

$$H \sin a = \frac{\partial g}{\partial y}.$$

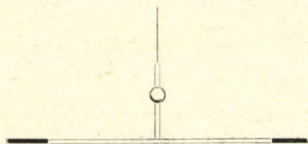
Az a szög, melyet a  $B$ -hez tartozó nehézség az  $A$ -hoz tartozóval bezár

$$= \frac{1}{g} \frac{1}{\sqrt{\left( \frac{\partial g}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial g}{\partial y} \right)^2}}$$

E hányadosok lemérése Eötvös báró a Coulomb-féle mérleget használta, és pedig kétféle alakban. Az első alak egy könnyű vízszintes rúd, két végén golyó vagy henger alakú súlyokkal (7. ábra). A mérleget kettős falú lapos hengeres vagy hosszúkás paralelepiped alakú kettősfalú fémszekrény veszi körül. Ezzel a berendezéssel lemérhető

főgörbületek iránya és  $\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}$ , vagyis  $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y}$  és  $\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$ ,

amit a következő megfontolással láthatunk be; a mérlegrúd középpontján  $A$ -n fektessük át a nívófelületet; ez görbe felület lévén,  $A$ -ból a rúd mentén tovább haladva, a nehézségi erő iránya változik, a rúd két végén levő tömegekre ható nehézségi erő  $G_1$  és  $G_2$ , tehát különböző irányú lesz. Ha a rúd vala-



6. ábra.

melyik főmetszetben fekszik,  $G_1$  és  $G_2$  azon síkban fekszenek, melyet a rúdon és az  $A$ -ban húzott normálison — a felfüggesztő dróton át fektethetünk. A rúd minden másféle irányítása esetén, amikor a legkisebb görbület  $\frac{1}{\rho_1}$  irányával  $\vartheta$  szöget zár be,  $G_1$  és  $G_2$  kilépnek e síkból, lesz tehát összetevőjük e síkra és a rúdra merőlegesen. Ez összetevők forgató momentumot adnak, mely a  $\vartheta$  szöget kisebbíteni igyekezik. Részletes számítás azt mutatja, hogy e forgató momentum

$$= \frac{K}{2} \left( \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) \sin 2\vartheta;$$

$K$  nagy megközelítéssel a rúd tehetetlenségi momentuma, az  $x$  tengely pedig az  $\frac{1}{\rho_1}$  irányában fekszik; e forgató momentum a drótot megcsavarja, a rudat elforgatja oly  $\varphi$  szöggel, melyre áll

$$\tau\varphi = \frac{K}{2} \left( \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) \sin 2\vartheta,$$

ha  $\tau$  a drót csavarási együtthatója.

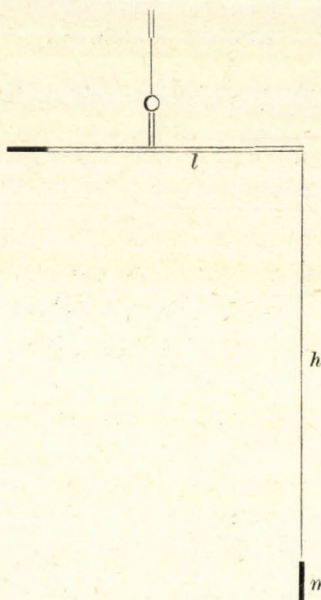
A  $\vartheta$  szöget a rúd egyetlen állásából nem olvashatjuk le, mert nem ismerjük a meg nem csavart dróthoz tartozó állást; ha azonban a mérleg szekrényét torziofejével együtt függélyes tengely körül  $a_1$  szöggel elforgatjuk, akkor  $\varphi_1$  irányával a rúd most  $\vartheta + a_1$  szöget zár be, a fonál most más,  $\varphi_1$  szöggel csavarodik el, melyre áll

$$\tau\varphi_1 = \frac{K}{2} \left( \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) \sin 2(\vartheta + a_1),$$

$\varphi_1 - \varphi$  nem egyéb, mint a rúd relatív elforgása a szekrényhez képest, miközben az egész eszközt  $a_1$  szöggel elforgattuk s így skálaleolvasással lemérhető, ha a szekrényre meg a rúdra is erősítünk egy-egy tükröt, vagy ha a szekrényhez erősítjük a leolvasó távcsövet, melyet tehát a szekrényvel együtt forgatunk el. Ha az egész eszközt eredeti állásából egy másik  $a_2$  szöggel forgatjuk el, az ehhez tartozó  $\varphi_2 - \varphi$  elforgást is lemér-

hetjük s ezzel két egyenlethez jutunk, melyekből  $\vartheta$  és  $\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$  kiszámíthatók. Ne feledjük, hogy  $\vartheta$  az a szög, melyet a rúd a kiinduló állásban az egyik főgörbületi iránnyal bezárt; ha tehát ezt ismerjük, kijelölhetjük a nívófelület főgörbületi irányait is. Ez eszközzel tehát végeredményben meg tudjuk határozni a nívófelület főgörbületi irányait s a két főgörbület különbségét:  $g \left( \frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2} \right)$ -t. Ezt az eszközt Eötvös báró *görbületi variométernek* nevezte.

A *horizontális variométerrel*  $\frac{\partial g}{\partial x}$  és  $\frac{\partial g}{\partial y}$  mérhető meg. Berendezése az előbbitől annyiban különbözik (8. ábra), hogy az egyik tömeg,  $m$ , a mérlegrúd alatt foglalt helyet: *a rúd végéhez erősített fonálon lóg.*



7. ábra.

Azt láttuk, hogy az erővonal görbülete folytán  $m$ -re más irányban hat a nehézség, mint a felső tömegre, amit úgy értelmezhetünk, hogy  $m$  nehézsége egy vízszintes összetevőben különbözik a felső tömeg nehézségétől. Ennek a vízszintes erőnek vetülete az  $x$  tengelyre az előbbieik szerint  $\frac{\partial g}{\partial x} hm$ , az  $y$  tengelyre  $\frac{\partial g}{\partial y} hm$ , ha  $h$  két súly magasságkülönbsége. Feküdjék a mérleg rúdja az  $x$  tengelyben, akkor  $\frac{\partial g}{\partial y} hm$  merőleges a rúdra, ad tehát forgató

momentumot s a rudat elforgatja olyan  $\varphi$  szöggel, melyre áll

$$\tau\varphi_x = 2 \frac{\partial g}{\partial y} hlm,$$

ha  $l$  a mérlegrúd fél hossza. Ha az egész eszközt szekrényestől

a felső felfüggesztő drót körül  $180^\circ$ -kal elforgatjuk, a forgató momentum ugyanakkora csak ellentett előjelű lesz, vagyis a rúd az ellenkező irányban fordul el ugyanolyan  $\vartheta$  szöggel, vagyis, ha az eszközt szekrényestől  $180^\circ$ -kal elforgatjuk a rúd a szekrényhez képest

$$2\varphi_x = \frac{\partial g}{\partial y} \frac{hl}{\tau} m$$

szöggel fordul el, ami éppúgy mérhető, mint előbb. Állítsuk most a rudat az  $y$  tengely irányába s ebből az állásból forgassuk el az eszközt  $180^\circ$ -kal. Akkor a rúd relatív elforgása a szekrényhez képest

$$2\varphi_y = \frac{\partial g}{\partial x} \frac{hl}{\tau} m.$$

Amint látjuk az Eötvös-féle variométerekkel a nehézség erőterének teljes jellemzésére szükséges öt differenciálhányados közül négy-et egy helyen történő észleléssel meg lehet határozni. Nem kapunk felvilágosítást  $\frac{\partial g}{\partial z}$ -ről, arról, hogy hogyan változik a nehézségi gyorsulás nagysága a magassággal; e szempontból továbbra is a közönséges mérlegre vagyunk utalva, JOLLY eljárása szerint. Az elmélet ugyan megadja annak a lehetőségét, hogy a közönséges nehézségi ingával ez a mennyiség is egy helyben történő észleléssel meghatározható legyen, annak megvalósítása azonban eddig nem sikerült, mert vízszintes forgási tengelyt csak tökéletlenül tudunk előállítani.

A módszer tényleges kiviteléről, valamint az elért fontos eredményekről más cikkben lesz szó.

Láttuk, a görbületi variométert báró EÖTVÖS LORÁND felhasználta annak eldöntésére, vajjon a Föld vonzása különböző anyagokra különböző-e. A horizontális variométernek is jutott egy ugyancsak fontos kérdés eldöntése, annak ugyanis, változik-e a tömegvonzás, ha a vonzó testek közé tömegeket helyezünk; a különböző anyagok abszorbeálnak-e a tömegvonzásból? Ezt a kérdést is sokkal nagyobb pontossággal döntötte el báró EÖTVÖS LORÁND, mint azok a kutatók, kik előtte foglalkoztak e kérdés-

sel. A horizontális variométer rúdját állítsuk merőlegesen a felkelő vagy lenyugvó Nap azimutjára. A Nap valamely pontjából húzzunk két egyenest, egyet a mérlegrúd felső súlyához, egyet az alsóhoz. Ha a Nap a horizont alatt van, de igen közel hozzá, akkor e két egyenes a Földön áthalad s a Földbe eső darabjai különböző hosszúságúak, például ha a felső súlyhoz húzott egyenes éppen érinti a Földet, akkor az egy méterrel lejjebb lévő alsó súlyhoz húzott 7 km hosszú darabon halad át a Földön. Ha a Föld eme rétege megváltoztatná a Nap vonzását, ez a mérlegrúd kitérésében jelentkezne. Az eszköz napkeltekor vagy napnyugtakor semmiféle biztos kitérést nem mutatott. Számbavéve az eszköz érzékenységet, kimondhatta báró EÖTVÖS LORÁND, hogy a Föld 1 km vastag rétege a Nap vonzását annak legfeljebb egy százmilliomod részénél kisebb értékkel változtatja meg. Erről a kérdéstről PEKÁR DEZSŐ és FEKETE JENŐ lejjebb következő cikkében szintén bővebben van szó.

*Tangl Károly.*

### III. GRAVITÁCIÓS MÉRÉSEK.

PEKÁR DEZSŐ I. tagtól.

Báró EÖTVÖS LORÁND a mult század nyolcvanas éveitől kezdve közel négy évtizeden keresztül, úgyszólván állandóan a gravitáció tanulmányozásával foglalkozott. E vizsgálatokban teljesen új vezérgondolata, hogy a nehézség térbeli változásainak tanulmányozására a torziós ingát használta fel. Ez alapon felépült sajátos vizsgálati módszerét két biztos pillérre fektette. Az egyik az eljárás szigorú fizikai elméletének kifejtése, a másik az e célra alkalmas, szinte hihetetlen érzékenyséű eszköz tényleges megszerkesztése volt. Ily módon kezében a fizikusok lomtárában heverő műszer, a torziós inga, csodákat mívelt. Eddig hozzáférhetetlen fizikai feladatok megoldását tette lehetővé a tudományban, legújabb alkalmazásában pedig biztos varázsvesszőként nyújt felvilágosítást a gyakorlati geológusnak a Föld mélyének felkutatásában.

\*

Mielőtt a módszerrel, az eszközzel, a mérések módjával, azok feldolgozásával, eredményeivel és jelentőségével foglalkoznék, a vizsgálatok történelmi adatait s ezzel kapcsolatban a mérések statisztikáját állítom röviden egybe.

Első méréseit Eötvös báró természetesen *a laboratóriumban* végezte. Az egyetemi fizikai intézeten kívül először a *Gellért-*

hegy tövében,<sup>39</sup> a Rudas-fürdő igazgatósági épületének földszintjén, majd pedig *Szentlőrincen* már a szabadban felállított vászonsátorban figyelte meg eszközeinek viselkedését. Ezen előzmények után lehetségesnek mutatkozott a nehézség változásainak a szabadban való megvizsgálása. 1891 nyarán a Cell-dömölk mellett emelkedő *Sághegyen*<sup>66, 67</sup> végzett néhány mérést, amely már is azon meglepő eredményre vezetett, hogy az e helyen STERNECK ingaméréseivel megállapított nagyobb gravitációs zavar ez úton nem igazolódott be. Báró EÖTVÖS ezen első tanulmányaiban főleg KÖVESLIGETHY RADÓ és TANGL KÁROLY segédkezett, a sághegyi mérésekben pedig BODOLA LAJOS is résztvett.

Ezután a laboratóriumi vizsgálatok tovább folytak, ezen kívül *Budapest területén*, valamint *környékének egyes helyein* történtek megfigyelések, amelyekben 1895 óta már magam is résztvettem.

1901-ben LÓCZY LAJOSnak a Balaton-bizottság lelkes vezérének kérésére EÖTVÖS báró a *Balaton jegén* végzett megfigyeléseket,<sup>68, 77</sup> amelynek síma háta első részletes próbára nagyon alkalmasnak kínálkozott, mert figyelmen kívül hagyhattuk a terrénhatást vagyis azokat a zavaró hatásokat, amelyek a környezet egyenetlenségeiből és szabálytalanságaiból származnak. Ez alkalommal báró EÖTVÖS LORÁND, LÓCZY LAJOS, CHOLNOKY JENŐ, KÖVESLIGETHY RADÓ és báró HARKÁNYI BÉLA összesen 28 állomáson határozták meg a nehézség változásait, mely megfigyelések a Balaton tengelyével párhuzamosan húzódó tektonikai vonal jelenléte mellett tanuskodnak.

Már e mérések azon gyakorlati tanúságra vezettek, hogy azok nagyobb mederben csak megfelelő expedíciós felszereléssel végezhetőek. Erre kért támogatást EÖTVÖS báró 1901-ben a Magyar Tudományos Akadémia ünnepi közülésén tartott elnöki megnyitó beszédében.<sup>69</sup>Tényleg a Magyar Tudományos Akadémia és különösen SEMSEY ANDOR bőkezű támogatása ezt lehetővé is tette. Elkészült az első expedíciós kocsink és szerény felszerelésünk, amelyből azután a későbbi tökéletesebb kifejlődött.

Professzorom bizalma engem tisztelt meg azzal a feladattal, hogy e szabadban való méréseket, ez expedíciókat vezessem, ami még halála után is, mind e mai napig az én hivatalos kötelességem.

1902-ben a *Fruska Gora hegységtől északra* 20 állomáson észleltünk, amelyekben kivülem, mint állandó megfigyelő STEINER LAJOS vett részt. Ezután pár éven keresztül mi ketten voltunk az expedíció észlelői.

1903-ban a *Balaton*<sup>77</sup> jegén 12, a *Fruska Gora és Szabadka* között 19 és *Arad környékén* 19 állomáson végeztünk megfigyelést.

1904-ben 72 állomással az egész *Fruska Gora hegységet* körüljártuk.

1905-ben *Aradtól Versecen át Oravicáig* s azután *Versectől Alibunár felé* összesen 78 állomáson mértünk, mely alkalommal azután STEINER helyett FEKETE JENŐ volt a második észlelő, aki ez időtől kezdve, 1922-ig állandóan résztvett a megfigyelésekben.

1906-ban az *Arad körüli* méréseket a hegyek aljáig kiterjesztettük 84 állomással.<sup>76, 78</sup> Ez évben az *Internationale Erdmæssung* XV. általános értekezletét Budapesten tartotta, amely alkalommal báró EÖTVÖS LORÁND gravitációs méréseiről kiváló érdeklődéssel fogadott előadást tartott. A bizottság tagjai közül többen az Arad körül működő expedíciót is felkeresték. Az értekezlet a magyar kormánynál hivatalosan azon óhaját fejezte ki, hogy kívánatosnak találná e geodéziai szempontból nagy fontosságú mérések támogatását, hogy ilyenén módon az adatok nagyobb mennyisége álljon a bizottság rendelkezésére. A magyar kormány nem zárkózott el e kérés elől s a méréseket 1907-től kezdve tekintélyes állami támogatásban részesítette, s ezzel alapját vetette az *Eötvös Intézetnek*.

1907-ben ugyancsak *Arad vidékén* állomásainkat 82 újabbal szaporítottuk.<sup>78</sup> Az államsegélyből újabb eszközök, újabb kocsik s egyéb expedíciós felszerelési tárgyak készültek, amelyek a kormányrendeletnek megfelelően az új intézmény részére külön

leltározattak. Továbbá az abszolút adatok meghatározása céljából relatív ingamérésekre és sarkmagasság meghatározásokra is berendezkedtünk, hogy a torziós inga adatait ezekkel egybevetessük; illetve ezekkel kiegészíthessük, amint azt a későbbiekben részletezni fogjuk. A porosz Kir. Geodéziai Intézetben használatos eszközöket szereztünk be és OLTA Y KÁROLY, aki e mérések végzésére vállalkozott, ott Potsdamban sajtóította el az ő mesterien kidolgozott eljárásukat s az ő útmutatásuk szerint határozta meg eszközeink állandóit.

1908-ban zeg-zugos vonalban haladtunk *Aradtól Szegeden át Szabadka felé* és 55 állomással Aradtól körülbelül 150 kilométer távolságra, majdnem Szabadkáig jutottunk. A megfigyelésekben, mint harmadik észlelő RYBÁR ISTVÁN segédkezett.

1909-ben *Szeged, Szabadka, Baja és Zombor* között körülbelül 160 kilométer hosszú vonalon 85 állomáson mértünk, amikor is RYBÁR helyett GARCSÁR SÁNDOR végezte a megfigyeléseket.

1910-ben *Tirolban Cimabanche mellett*, a Monte Cristalló és Croda Rossa közötti völgyben<sup>80</sup> ketten FEKETÉVEL 40 állomáson mértünk, hogy itt a nívófelület nagyfokú rendellenességét kimutassuk. Ezután visszatérve, még ősszel RYBÁR ISTVÁNNAL hárman a *titeli plátón* és környékén 76 állomáson végeztünk megfigyelést.

1911-ben a július 8-iki földrengés Kecskemétre terelte figyelmünket. Az előző évi részvevőkkel *Szegedről indulva*, zeg-zugos vonalban Kecskemétig haladtunk s összesen 130 állomással *Kecskemét környékét* részletesen behálóztuk.<sup>80</sup>

1912-ben már két gravitációs expedíció működött. A *Maros-völgyében Nagy-Enyedről Marosvásárhelyig* haladva, összesen 157 állomáson észleltünk, mely alkalommal hármunkon kívül RENNER JÁNOS, POGÁNY BÉLA és FRÖHLICH PÁL működtek közre.

1913-ban ugyancsak két expedíció működött, de egyike csupán földmágnességi megfigyeléseket végzett. Ez alkalommal *Torda környékén* kezdtük gravitációs méréseinket és az-

után az előző évi megfigyeléseket kiegészítve *Marosvásárhelytől Szászrégenen át Görgényig folytattuk*, összesen 126 állomáson. A gravitációs mérésekben kivülem POGÁNY BÉLA és RENNER JÁNOS vett részt s utóbbit később KOVÁCS GYÖRGY váltotta fel.

1914-ben hasonló módon két expedíció indult útnak. *Szatmárnémeti és Nagybánya között* végeztünk gravitációs megfigyeléseket. A háború félbeszakította működésünket s így csak 23 állomáson észlelhettünk és a nagy zűrzavarban tengelyen kellett összes kocsijainkkal innen Budapestre hajtatnunk, 370 Km utat megtennünk. Ez alkalommal munkatársaim RENNER JÁNOS és CSER IMRE voltak.

A háború 1915-ös zavaros évében észlelők és munkások híjján EÖTVÖS-féle gravitációs méréseket nem végezhattünk. Csupán STEINER LAJOSSAL együtt a *Kis-Kárpátok és a Morvamező környékén* 5 állomáson relatív ingaméréssel a nehézségi erő abszolút értékét, a  $g$ -t határoztuk meg, mely adatok a jövő évi tervbe vett mérésekhez szolgáltak alapul. Időközben ugyanis BÖCKH HUGÓ messze kiható ajánlatára a m. kir. Pénzügyminisztérium tervbe vette, hogy bányakutatási célzattal torziós inga-méréseket fog végeztetni. A háborús viszonyok miatt egyelőre e mérésekre külön nem rendezkedhetett be s így EÖTVÖS bárót kérte fel, hogy az ő kívánságaikat is figyelemre méltatva, végezze kutatásait. Ez idő óta méréseink a pénzügyminisztérium hathatós erkölcsi és anyagi támogatásában részesültek s ez tette lehetővé, hogy azokat a háború alatt is zavartalanul folytathattuk.

1916-ban a *Morvamezőn*, az egbelli olajfúrások környékén 92 állomáson mértünk.<sup>154, 155</sup> Állandó munkatársaim FEKETE JENŐ és WAGNER LAJÓS voltak s egy ideig kívülök STEINER LAJOS, RENNER JÁNOS és WALEK KÁROLY vett részt a megfigyelésekben.

1917-ben földgázkutatási célzattal a *Hortobágyon és környékén* 135 állomáson észleltünk, előző évi állandó munkatársaimmal és WALEK KÁROLYLYAL együtt.

1918-ban *Ujvidék és Títel környékén* dolgoztunk a torziós ingával és megfigyeléseinket 102 új állomással gyarapítottuk. Munkatársaim FEKETE JENŐ, SZECSÓDY MIKLÓS és KERÉKJÁRTÓ BÉLA voltak.

1919 április 8-án mindnyájunk nagy szomorúságára és a tudomány nagy veszteségére báró EÖTVÖS LORÁND elköltözött az élők sorából. Az előzők szerint a torziós ingával ez ideig 1400 állomáson végeztünk megfigyelést, nem számítva azt, hogy ellenőrzés céljából időközönként több állomást megismételtünk. A részletes felsorolásból láthatjuk, hogy e mérések nem rendszeres, országos felvételek voltak, hanem egyes, a gravitációs zavarok szempontjából érdekesnek ígérkező területek feldolgozásai.

A gravitációs állomásokon mindenkor a földmágneses elemeket is meghatároztuk s ezenkívül is még sok ilyen mérést végeztünk, amelyekkel az érdekesnek mutatkozó mágneses zavarokat teljes részletességgel kidolgoztuk. E tekintetben utalok a később következő e tárgyú értekezésre.

A torziós ingával átkutatott területek egyes pontjain OLTAY KÁROLY vezetése alatt *relatív ingamérések* történtek.<sup>78, 148</sup> Mindekenelőtt szükséges volt Budapesten a nehézségi erő gyorsulásának a  $g$  értékének pontos meghatározása. E célból 1908-ban OLTAY relatív ingamérésekkel a műegyetem geodéziai intézetét a potsdami geodéziai intézettel kötötte össze és e meghatározását 1915-ben még gondosabban megismételte, amely mérésekben magam is résztvettem.<sup>156, 157</sup> A további mérésekben azután a kiinduló és a záró állomás mindenkor Budapest volt. Ily módon 1918 végéig a  $g$  abszolút értékét 46 állomáson határoztuk meg. A *függőnéltérések* megállapítása céljából pedig OLTAY 12 állomáson végzett sarkmagasságmérést, 3 állomáson pedig azimutmeghatározást. Mindezekben a mérésekben fősegítőtársa SZECSÓDY MIKLÓS volt.

Báró EÖTVÖS halála után az 1907-ben alapított különleges intézményt a kultusztárcától a pénzügyminisztérium vette át, ahol az vezetésem alatt mint a *Báró Eötvös Loránd Geofizikai*

*Intézet*, a bányakutatási osztály keretében működik. Feladata egyrészt Eötvös báró tudományos vizsgálatainak folytatása és továbbfejlesztése, másrészt a geofizikai és pedig elsősorban a torziós ingamérések végzése. Igaz, hogy e mérések többnyire már bizonyos gyakorlati célt is szolgáltak, de azokat mindenkor a legmesszebb menő tudományos pontossággal végeztük. Mint-hogy e munkálatok az Eötvös báró életében végzeteknek szerves folytatását képezik, azokat az alábbiakban röviden részletezzük.

Sajnos 1919-ben a vörös uralom és a román megszállás miatt nem mérhettünk, sőt eszközeinket el kellett rejtenünk a tervbe vett elrekvirálás elől. 1920-ban elsősorban *Tokodon*, a Magyar Általános Kőszénbánya Részvénytársulat területén végeztünk FEKETE JENŐ és SZECSDY MIKLÓS közreműködésével 25 állomáson torziós ingamérést, amikor is a földalatti vetődéseket igyekeztünk kimutatni. Tudományos szempontból nagyon érdekes volt e kérdés kísérleti megvizsgálása, mert elméletileg e feladat megoldására a torziós inga kiválóan alkalmasnak ígérkezik.<sup>190</sup> Ugyancsak ez évben előző munkatársaim és RENNER JÁNOS segítségével tovább folytattuk petroleum és földgáz kutató méréseinket *Hajdúszoboszló* környékén 57, *Makó* vidékén pedig 42 állomáson.

Az 1921—23 években a nehéz gazdasági viszonyok dacára azért folytathattuk méréseinket nagyobb mérvben, mert erre az időtartamra a magyar kormány az *Anglo Persian Oil Company Ltd.*, illetve a *D'Arcy Exploration Company Ltd.*-del földgáz és olajkutatási szerződést kötött és az ennek megfelelőleg alakult *Hungarian Oil Syndicate Ltd.* részére a geofizikai kutatásokat vezetésem alatt az Eötvös Intézet végezte, amelynek összes költségeit természetesen az angolok fedezték.

1921-ben FEKETE JENŐ, SZECSDY MIKLÓS és RENNER JÁNOS segítségével a *Kúnszentmiklós*, *Lajosmizse* és *Bugyi* között fekvő területen 164 állomáson mértünk.

1922-ben előző évi munkatársaimmal folytattuk megfigyeléseinket és pedig *Hajdúböszörmény* környékén 66, *Szatmár-*

*ökörítő* vidékén 43 és végül *Baja* körül 42 állomáson, amely utóbbi mérésekben JAKAB IMRE is közreműködött.

1923-ban SZECSÓDY MIKLÓS, RENNER JÁNOS, JAKAB IMRE, GERINCZY PÁL és OSZLACZKY SZILÁRD segítségével az angolok részére *Rápolt* környékén 105 állomáson, a magyar állam megbízásából pedig SZECSÓDY MIKLÓS, KAHLE FRIGYES és POSCH ALFRÉD közreműködésével *Püspökladány* vidékén 62 állomáson végeztünk torziós ingamérést.

Közbejött nehézségek miatt sajnos 1924-ben a szabadban nem végezhattunk méréseket; 1925-ben azonban már tovább folytattuk ily irányú munkálatainkat és SZECSÓDY, JAKAB, SZILÁGYI BÉLA és VIRÁGVÖLGYI BÉLA segítségével *Ujfehértó* körül 47 állomáson mértünk.

1926-ban SZECSÓDY és JAKABON kívül OSZLACZKY SZILÁRD és MÁJAY PÉTER vett részt a mérésekben és 72 állomással egy *Karcagtól Nagykörös*ig húzódó gravitációs vonalat dolgoztunk ki.

1927-ben SZECSÓDY, OSZLACZKY és BAKOS TIBOR közreműködésével *Budapest* környékén 58, *Nagykörös* és *Ókéske* között 40 állomáson mértünk.

1928 tavaszán OSZLACZKY és BAKOS segítségével a Salgótarjáni Kőszénbánya Részvénytársulat dorogi bányájában 250 meterre a felszín alatt 14 állomáson végeztünk torziós ingamérést, a szenet környező triasz mészkőben lévő üregek kimutatására, amelyekben át a vízbetörés a bányászatot állandóan veszélyezteti. Ugyancsak ez évben SZECSÓDY, JAKAB, OSZLACZKY és BAKOS közreműködésével *Karcag* és *Kúnmadaras* vidékén 105, majd pedig *Püspökladány* körül 26 állomáson mértünk. Az idei 1929 évi nyár folyamán még szélesebb mederben folytattuk kutatásainkat, amennyiben amint az a háború előtti időkben volt, ismét két külön expediciós csoportban dolgoztunk.

Végeredményben az 1901—28 években hazánkban végzett méréseinkkel 9684 Km<sup>2</sup> területen földünk gravitációs erőterét teljes részletességgel megismertük, továbbá 1214 Km hosszú vonalon abba tájékoztató bepillantást nyertünk. Dicsekvés nélkül mondhatjuk tehát, hogy *sehol a világon nincs más ország,*

ahol ily nagy területre kiterjedő ily részletes és pontos gravitációs felmérések volnának. A tudományos anyag oly óriási, hogy annak közlése a legtömörebb módon, nagy quart alakban kilenc vaskos kötetet fog kitenni. Az eddigi közleményekben ugyanis sajnos csupán egyes részleteknek rövid összefoglaló ismertetése jelent meg.

Az Eötvös Intézet a külföld felkérésére ugyancsak több ízben végzett torziós ingaméréseket. Így az angol kormány legnagyobb olajvállalata a *Burma Oil Company Ltd.* megbízásából három ízben mértünk Indiában összesen 357 állomáson. Még pedig 1923—24 telén személyes vezetésem alatt elsősorban RENNER JÁNOS, valamint KARUNA KUMAR DAS és JUGAL BEHARI LAL hindu asszisztenseim közreműködésével *Khairpur bennszülött állam dzsöngeljeiben*; továbbá 1925—26 telén vezetésem mellett ugyancsak elsősorban RENNER, és kivülről DAS, valamint HEM CHANDRA BANERJEA segítségével *Upper Assam őserdeiben Digboi és Tinsukia környékén* csupa bennszülöttből álló expedíciókkal dolgoztunk. Ezután az angolok utasításaim szerint itt Budapesten berendezkedtek a mérések végzésére. Első alkalommal azonban 1927—28 telén még SZECSÖDY MIKLÓS geofizikusom vezetésem alatt dolgoztak és a megfigyelésekben W. SINGLETON és H. J. HAYMAN angolok, továbbá DAS és BANERJEA hindu asszisztensek működtek közre. Ezenkívül 1927 és 1928 nyarán a *Francia Köztársaság Ministère des Travaux Publics*-je közvetlen felkérésére a *Puy-de-Dôme départementban a limagnei síkságon* <sup>467</sup> végeztünk összesen 144 állomáson torziós ingaméréseket, amely munkálatokat vezetésem mellett elsősorban RENNER JÁNOS, kivülről első alkalommal JAKAB IMRE, második esetben pedig OSZLACZKY SZILÁRD végezte. Ily módon úgy Indiában, valamint Franciaországban elég tekintélyes területeket mértünk fel gravitációs eszközeinkkel. Jóllehet, mindezen külföldi mérések petróleumkutatás céljából történtek, azokat mindenkor a hazaiakhoz hasonlóan a legmesszebbmenő tudományos pontossággal végeztük. Ily módon tehát a gravitációs erőteret oly területeken ismerhettük meg teljes részle-

tességgel, ahol az különben nem lett volna módunkban. Egyúttal ezen, az ittenitől lényegesen eltérő viszonyok között végzett munkálatokból sok tanulságos és hasznos tapasztalatot meríthettünk.

Báró EÖTVÖS halála után OLTAY KÁROLY is tovább folytatta abszolút méréseit és relatív ingáinkkal 27 újabb állomáson határozta meg a nehézségi erő értékét.<sup>373, 374</sup>

Az előzők tanúsága szerint évek hosszú során át igen gazdag és értékes tudományos anyagot gyűjtöttünk össze, amelynek mielőbbi közlése elsőrangú kötelességünk annyival is inkább, mert aziránt a világ minden részéből egyre fokozottabb mértékben érdeklődnek.

\* \* \*

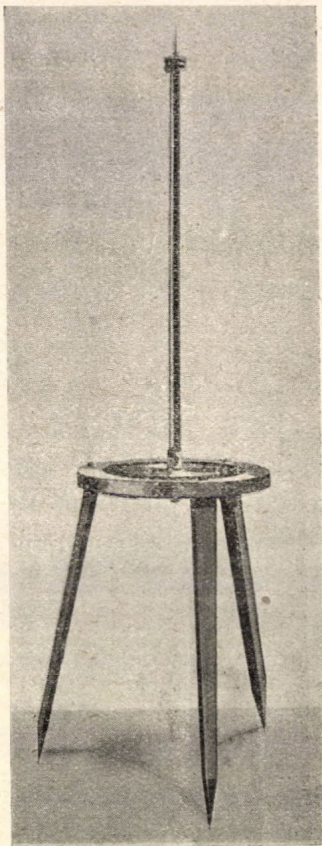
Báró EÖTVÖS LORÁND gravitációs módszerét legelőször 1896-ban a *Mathematikai és Természettudományi Értesítőben*,<sup>57</sup> valamint a *Wiedemann Annalen*-ben<sup>58</sup> tette közzé, melyekben annak részletes elméletével és e tárgyra vonatkozó sokoldalú vizsgálataival foglalkozik. Később 1900-ban a párizsi fizikai kongresszus elé terjesztett jelentésében,<sup>66</sup> mely a *Mathematikai és Physikai Lapok* hasábjain is megjelent,<sup>67</sup> már a laboratóriumon kívül végzett mérésekről is beszámolt. Az *Internationale Erdmessung* kiadványaiban megjelent későbbi értekezéseiben a módszer elméletét különösen a szabadban végzendő mérések szempontjából<sup>76</sup> tárgyalja és a tényleges mérésekkel részletesebben foglalkozik; továbbá főbb vonásokban azok eredményeit is közli.<sup>78, 80</sup> A *Balaton-bizottság* kiadványában megjelent értekezése a Balatonon végzett méréseket tartalmazza, egyszersmind a módszer elméletét elemi úton tárgyalja.<sup>77</sup>

Tekintve, hogy az ezt megelőző cikk a módszer általános elméletét részletesen ismerteti, csupán annak a mérések szempontjából fontos részleteire terjeszkedem ki.

Báró EÖTVÖS gravitációs méréseiben általában kétféle alakú torziós ingát használt, melyeket az előző cikk külön ábrákban is

feltüntet. Az *első alak*: a torziós dróton függő vízszintes rúd mindkét végére platinasúly van erősítve, szóval a rúd végein lévő nagyobb tömegek egyenlő magasságban vannak. A *második alak*: a vízszintes rúd egyik végére ugyancsak platinasúly van erősítve, másik végén pedig vékony drótra függesztve platinahenger lóg alá, szóval a rúd végein levő tömegek különböző magasságban vannak. A szabadban végzett mérésekre csaknem kizárólag a második alakú torziós ingát használják.

A nehézség térbeli változásainak hatására a torziós inga általában elcsavarodik. Ha az erőt a térben lineárisan változónak tételezzük fel, ami az eszköz aránylag kis terében elegendő szigorúsággal felvehető, akkor ez az elcsavarodás a *második alakú* ingára vonatkozólag a következő módon fejezhető ki. Legyen  $U$  a nehézségi erő potenciál függvénye egy derékszögű  $XYZ$  koordinátarendszerre vonatkoztatva, amelynek kezdőpontja a lengőszerkezet súlypontjában van  $s$  amelynek  $Z$  tengelye függőlegesen lefelé,  $X$  tengelye észak,  $Y$  tengelye pedig kelet felé van irányítva. Jelentse továbbá  $K$  a lengőszerkezet tehetetlenségi nyomatékát,  $h$  a mélyebben lógó  $m$  tömeg súlypontjának függőleges távolságát a felsőtől,  $l$  annak forgási karját  $s$  végül  $\alpha$  a rúd tengelyének az  $X$  tengellyel képezett szögletét, akkor a forgató nyomaték  $F$  következőképpen fejezhető ki :



1. ábra. Görcsületi variometer  
1890-ből.

$$F = \left( \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) K \frac{\sin 2\alpha}{2} + \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} K \cos 2\alpha - \\ - \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} mhl \sin \alpha + \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z} mhl \cos \alpha.$$

Egyensúly esetén ez a drót megcsavarodásából származó forgató nyomatékkal egyenlő, vagyis

$$F = \tau \vartheta,$$

hol  $\vartheta$  a torziós szögletet, a fonál megcsavarodását,  $\tau$  pedig a felfüggesztő drót torziós állandóját jelenti. E két egyenlethől:

$$\vartheta = \frac{1}{2} \frac{K}{\tau} \left( \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) \sin 2\alpha + \frac{K}{\tau} \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} \cos 2\alpha - \\ - \frac{mhl}{\tau} \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} \sin \alpha + \frac{mhl}{\tau} \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z} \cos \alpha.$$

Ha tehát az egész eszközt függélyes tengely körül elforgatva, más és más állásba hozzuk, a létrejövő elcsavarodásokat különböző azimutokban,  $\alpha$ -kban meghatározhatjuk. Tekintve, hogy egyenletünkben négy meghatározandó adat foglaltatik, azonkívül pedig a rúd elcsavaratlan helyzetét nem ismerjük, legalább öt állásban kell észlelnünk s ebből azután a

$$\left( \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right), \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y}, \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}, \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}$$

értékeit kiszámíthatjuk.

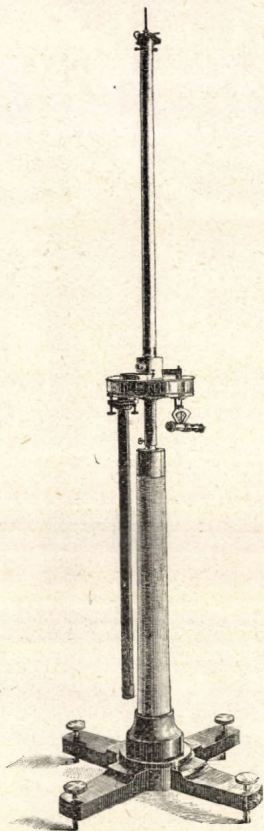
Teljesség kedvéért csupán felemlítem, hogy az *első alakú* torziós inga formuláiban a jobboldal csak a két első tagból áll s így ez a meghatározandó négy adat közül csupán az első kettőt adja meg. Kevesebb adatot nyújt a nehézség térbeli változásai-  
ból s ezért kevésbé használatos. Igaz, hogy e két adat az első alakú torziós ingával pontosabban és biztosabban meghatározható, de a szabadban való méréseknél, tekintettel egyéb zavaró körülményekre, a második alakú ingával elérhető pontosság teljesen elegendő.

\* \* \*

Magának az eszköznek megszerkesztésében elsősorban azt kellett szem előtt tartani, hogy annak *igen érzékenynek kell lennie*, mert vele  $1.10^{-9}$ CGS rendű értékeket kell meghatározunk, amiért is az ingák egyszerű lengésidejének 15 percnél nagyobbak kell lennie. Ezért az aránylag nagy tehetetlenségi nyomatékú ingákat lehetőleg kis torziójú, vékony drótokra függesztjük. Szükséges továbbá, hogy a lengőszerkezetet a külső zavaró hatásoktól kellően megóvjuk, hogy az a nagy érzékenység mellett is biztos adatokat nyújtson.

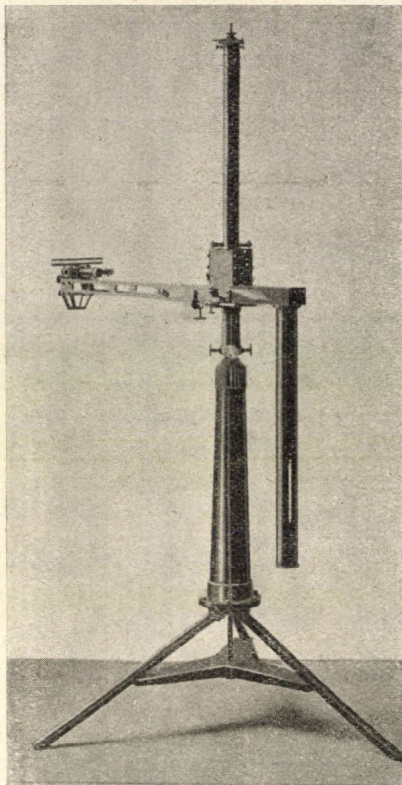
A torziós drót az eszköz lelke, mert tulajdonképpen annak rugalmas erejével mérünk. Feltétlenül szükséges tehát, hogy annak torziós állandója és csavarodottsági állapota állandó legyen. E célra EÖTVÖS báró többnyire 0.04 mm átmérőjű platina-irridium drótokat használt, amelyeket különböző előzetes műveletekkel állandosított, mert azok közvetlenül az egyensúlyi helyzetnek nagymérvű és szabálytalan eltolódása folytán nem használhatóak. Ezért HERAEUS-nál külön oly drótokat rendelt, hogy azok húzás közben lehetőleg ne legyenek megcsavarva. A kellő hosszúságban rézlapocskákhoz forrasztott s így elkészített drótokat régebben hosszabb

ideig tartó megterheléssel, később különböző e célra alkalmas és évtizedek tapasztalatai alapján egyre célszerűbben kidolgozott eljárásokkal állandósítjuk. Az így elkészült drótokat még külön e célra szerkesztett úgynevezett próbaeszközben megvizsgáljuk s közülök a kicsi és állandó hőmérsékleti együtthatóval bírókat



2. ábra. Horizontális variometer 1890-ből.

kiválasztjuk. Ily módon szinte hihetetlen állandóságú drótokat sikerült előállítanunk. Quarcfonalakkal is kísérleteztünk, de ezek e célra nem váltak be s tapasztalataink szerint csupán kisebb megterhelések esetén használhatóak.



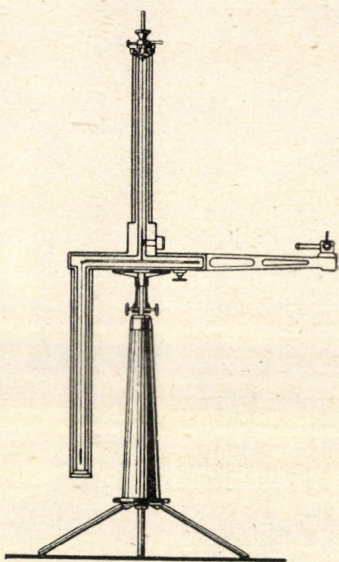
3. ábra. Egyszerű nehézségi variometer 1898-ból.

Mielőtt a szabadban való mérésekben használt eszközöket ismertetnők, báró EÖTVÖSnek régebbi, főleg laboratóriumi kutatásokban használt eszközei közül legalább a két legfontosabbat bemutatjuk. Az 1. ábrán az 1890-ben szerkesztett *első alakú torziós ingát* látjuk, amelyben tehát az ingarúd végén lévő tömegek egy síkban vannak. Báró Eötvös találóan *görbületi variometernek* nevezte el ezt az eszközt, jelezvén ezzel, hogy az csupán a görbületi adatokat adja meg. Az észlelés egy külön állványra szerelt skála és távcsővel történik. E célból a torziós rúdra erősített kis tükrön kívül, még az eszköz házára is egy külön tükröcske van erősítve,

s a torziós inga kitéréseit e két tükrő által reflektált skálaképek egyidejű megfigyelésével határozzuk meg. A 2. ábrán az ugyancsak 1890-ben szerkesztett *második alakú torziós ingát* látjuk, ahol a rúd végein lévő tömegek különböző magasságban vannak. Az eszközt Eötvös báró *horizontális variometernek* nevezte el, minthogy elsősorban a nehézségnek a horizontális síkban való változásait, a gradienst adja meg. Az észlelés ugyanúgy történik,

mint az előző műszernél. Ezek a torziós ingák 1896-ban a Budapesti Ezredéves Kiállításon már ki voltak állítva.

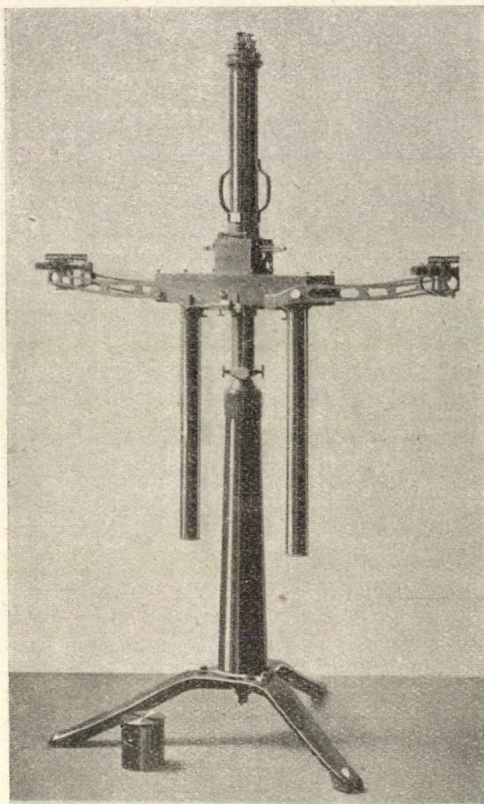
A 3. ábrán az 1898-ban szerkesztett *egyszerű nehézségi variometer* külső képét, a 4. ábrán pedig annak keresztmetszetét látjuk. Az eszköz a mezei mérésekben már kényelmesen használható és 1900-ban a Párizsi Világkiállításon már ki volt állítva. Úgy ezen, valamint a későbbi *nagytipusú báró Eötvös-féle ingákban* a lengő szerkezet alumíniumból készült 40 cm hosszú, vízszintes rúd, melynek egyik végére platinalapocska van erősítve, másik végén pedig körülbelül 30 grammos platinahenger lóg le. A rúd függélyes toldalékrészére kis tükör van erősítve s az elcsavarodásokat a szokásos módon távcsöves tükör leolvasással észleljük. Az eszközt természetesen védenünk kell a külső zavaró hatásoktól: légáramlásoktól, sugárzásoktól, gyors hőmérsékletváltozásoktól stb. Ezért maga a lengő szerkezet 3—5 mm vastag rézlemezekből és csövekből készült hármás fémtokba van zárva. Az eszköz masszív oszlopra van helyezve és pedig akként, hogy függélyes tengely körül forgatható s így különböző azimutokba állítható. Magukat az azimutokat az oszlopra erősített körosztályzaton olvassuk le.



4. ábra. Egyszerű nehézségi variometer keresztmetszete.

Az észlelési időtartam megrövidítése céljából báró Eötvös már 1902-ben egy új, úgynevezett *kettős nehézségi variometer-t* szerkesztett, amelyet az 5. ábrán láthatunk. Ez tulajdonképpen két egymástól teljesen független eszköz, melyek azonban egymáshoz képest  $180^\circ$ -kal elforgatva, közös állványra vannak szerelve. Ez esetben tehát egyidejűleg mindenkor két eszközzel észlelünk s így a kívánt adatok meghatározására már három

állításban való észlelés elegendő. Újabban általában az ilyen kettős eszközöket használják. A régebbi műszereket szállításnál több darabra kellett szétszedni (6. ábra), ami a velök való bánást nehézkessé és hosszadalmassá tette, sőt az eszközöknek



5. ábra. Kettős nehézségi variometer  
1902-ből.

folytonos kinyitogatása a szabadban egyenesen célszerűtlennek bizonyult. Éppen ezért az újabbnaknál maga a tulajdonképpeni eszköz egy darabból áll, amelyet szállításkor nem szedünk szét. Csupán a háromlábát és az oszlopot szállítjuk még külön darabban, amelyre azután magát az eszközt egyszerűen reáhelyezzük. Ez esetben természetesen megfelelő berendezésről kellett gondoskodni, hogy a lengő szerkezet szállításelőtt kívülről arretálható legyen. Továbbá megfelelő kocsikat készítettünk, amelyekbe az eszközöket közvetlenül

és kényelmesen behelyezhettük (7. ábra).

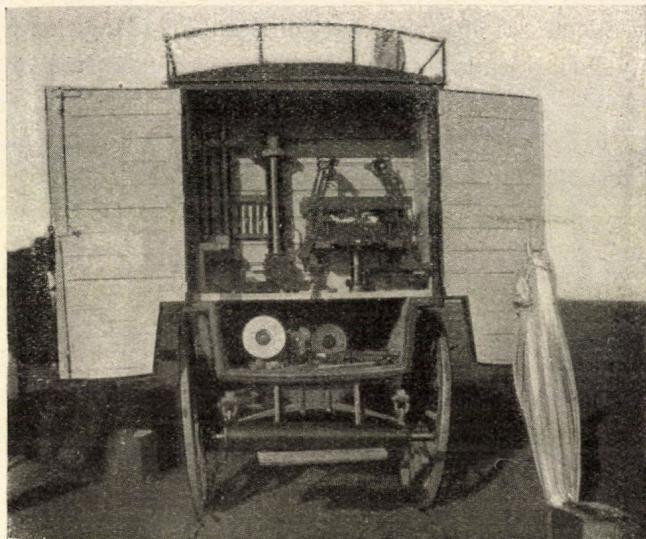
A szabadban való mérésnél az eszközt külön e célra készült sátorban állítjuk fel, hogy az időjárás viszontagságai és a gyors hőmérsékletváltozásoktól megvédjük. A sátor, illetve házikó erős, vízhatlan vászonból való, kettős falú és a két fal köze hőszigetelés céljából faforgáccsal van kitöltve (8. és 9. ábra). Bár

eszközeink nappal is teljesen megbízható leolvasásokat nyújtanak, az észleléseket többnyire éjjel végezzük, amikor is az egyenletesebb hőmérséklet miatt még pontosabb adatokat nyerünk. Egyébként ez az időbeosztás az expedíciókban az idő kihasználása szempontjából is előnyös. Ha ugyanis az állomások egymástól nagyobb, több kilométer távolságban fekszenek, a hurcolkodás, a sátrak és eszközök felállítása s egyéb munkálatok a nappalt elfoglalják, éjjel az észleléseket végezzük el s így egy-egy állomással egy nap alatt elkészülünk. Maga az észlelés a megnyugodott rudak egyensúlyi helyzetének és a hőmérsékleteknek óránkénti leolvasásából áll, amikor is azután az eszközt egy-egy újabb állásba forgatjuk át. Régebbi eszközeinkben a engő szerkezetek csak 1 óra 45 perc alatt nyugodtak meg s így egy éj folyamán a szükséges leolvasásokat kellő számban nem ismételhettük meg. Éppen ezért később a rudat körülvevő szekrény magasságát kellően beszabályoztuk ; a magasságnak megfelelő csökkentésével ugyanis a csillapodást annyira fokozhatjuk, hogy a lengő szerkezet egy óra alatt teljes biztonsággal nyugalomba jön.

Az eddig tárgyalt eszközökön kívül báró Eötvös 1908-ban még két [más *kisebb méretű kettős variometert* is szerkesztett, egyet 20 cm és egyet 10 cm hosszú rudakkal, amelyeket a 10., illetve a 11. ábrán bemutatunk. Ezek közül az első elég jól használható, a második azonban nem vált be. Az eszköz méreteinek csökkentésével ugyanis a külső zavaró hatások befolyása növekszik, amiért is túlságosan kisméretű eszközök szerkesztése nem ajánlatos és előnytelen.

Végül teljesség kedvéért felemlítem, [hogy] báró Eötvös 1909-ben lelógó [súlyok] nélküli rudakkal is készítettett egy a szabadban való mérésekre szánt eszközt, amelyben tehát a rúd két végén egyenlő magasságban vannak [a platinasúlyok] felerősítve. E műszer tulajdonképpen három különálló, de közös állványra szerelt eszközből áll, amelyek egymással  $120^{\circ}$ — $120^{\circ}$ -t képeznek (12. ábra). E *három görbületi variometer*-rel az 1910. évi expedíció folyamán *Titel környékén* rendszeresen észleltünk.

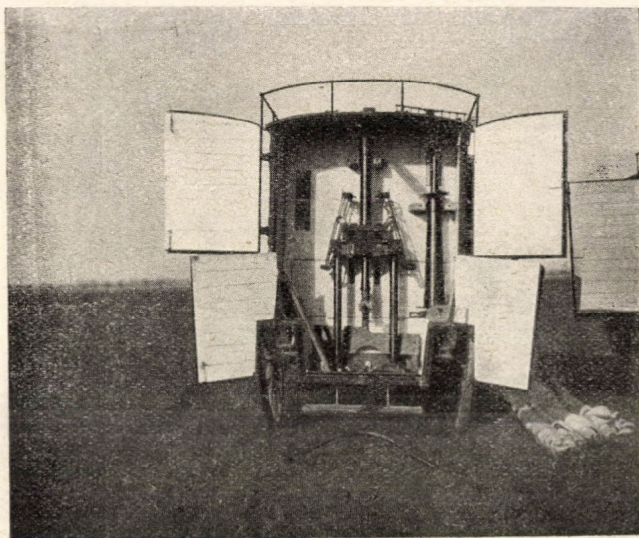
Az eszköz teljesen bevált, de tekintettel arra, hogy a nehézségi erő változásainak csupán két adatát, a görbületi adatokat adja meg, az eszközt további méréseinkben nem használtuk. Az ily fajta torziós ingáknak különösen geodéziai szempontból van nagy jelentőségük, minthogy bizonyos fokú közvetlen felvilágosítást nyújtanak a nívófelület tényleges görbületére vonatkozólag.<sup>355</sup>



6. ábra. Műszerkocsi az 1902. évi eszközzel, melyet szállításkor teljesen szét kellett szedni.

Báró Eötvös halála óta a vezetésem alatt működő Eötvös-Intézet, a legkülönbözőbb körülmények között végzett kiterjedt méréseiben szerzett tapasztalatai és a laboratórium-ban végzett kísérletei alapján tovább tökéletesítette a torziós ingákat, hogy azok a szabadban folyó munkálatok összes követelményeinek legmesszebbmenőleg megfeleljenek. Különös gondot fordítottunk arra, hogy eszközeink a külső zavaró hatások, különösen a gyors hőmérséklet változásokkal szemben érzéketlenek legyenek, amit az eszköz belsejében elhelyezett alkalmas

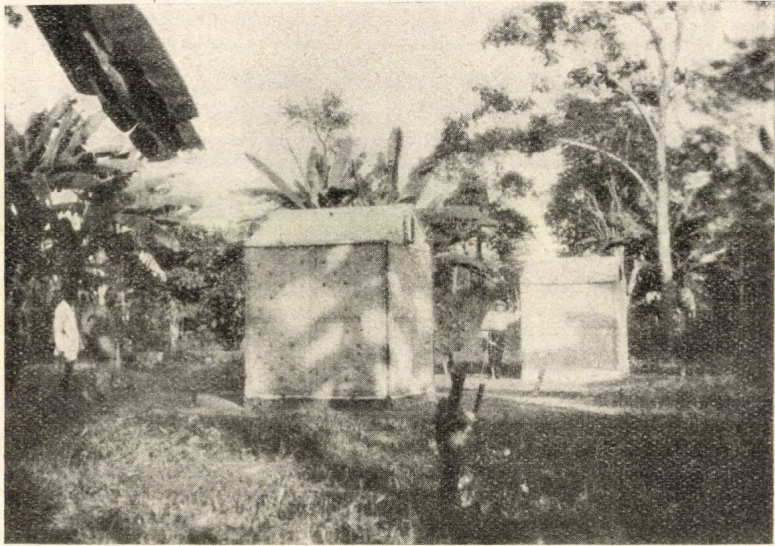
felületekkel értünk el.<sup>151, 394</sup> Lépésről lépésre haladva eleintén a szabadban jól bevált *nagyobbméretű Eötvös-eszközök* tökéletesítésével foglalkoztunk. Így többek között a drága platinasúlyok helyett olcsóbb aranyat használtunk, ami kevésbé lévén mágneses, határozottan előnyösebbnek bizonyult; az eszköz súlyának csökkentésére azt jórészt alumíniumból készítettük; az arretálást tökéletesítettük, hogy az teljesen megbízható és az



7. ábra. Műszerkocsi az 1907. évi eszközzel, mely csak három darabból áll, a tulajdonképpeni eszközből, az oszlopból és a háromlábból.

eszköz arretált állapotban bármely helyzetben szállítható legyen stb.<sup>191, 204, 255</sup> Csakhamar azonban a gyakorlatban előnyösebb *kisebbméretű eszközök* szerkesztésére tértünk át. A 13. ábrán bemutatott új kis eszköz kitűnően bevált. Mindenekelőtt két kis ládába csomagolva könnyen szállítható; szükség esetén kulik a hátukon vihetik. Felállítása és kezelése végtelenül egyszerű. Szerkezete egyáltalán nem kényes, a rázkódást jól bírja, hosszú tengeri és vasúti szállítás után minden újabb szabályozás nélkül közvetlenül észlelhetünk vele. Gyors hőmérsékletváltozások

esetén is jó és megbízható leolvasásokat nyújt, amiért is külföldön kizárólag nappal mérnek eszközeinkkel. Az észlelések háromnegyedóránként végezhetők. Úgy a régebbi torziós ingákat valamint ezt a kis típusú eszközt, a *Süss Nándor Precíziós Mechanikai és Optikai Intézet R. T.* Budapesten gyártja a mi utasításaink szerint és ellenőrzésünk mellett. A belső lengő szerkezetet, a tulajdonképeni torziós ingát azonban mi állítjuk



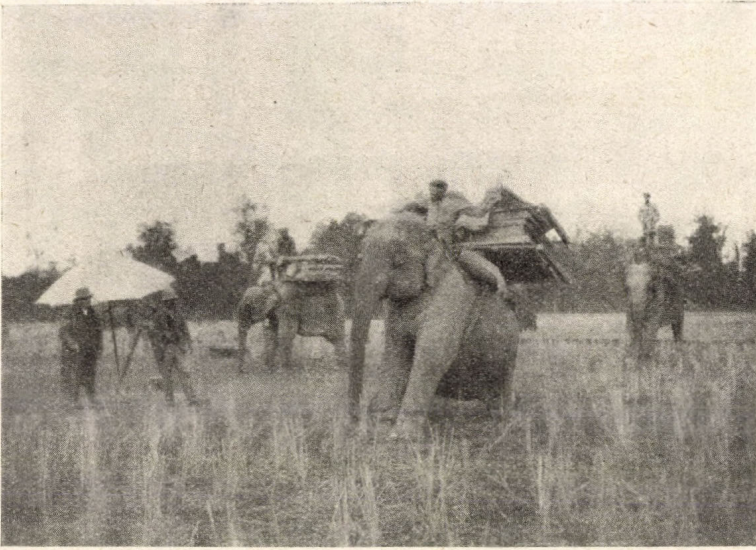
8. ábra. Műszersátrak Indiában felállítva.

egybe. A torziós drótokat mi magunk készítjük. A kellően egybeállított eszközt mindenkor egyénileg megvizsgáljuk, a már említett felületek kellő alkalmazásával a külső zavaró hatásokkal szemben érzéketlenné tesszük. Végül a műszer állandóit és formuláit meghatározzuk, hogy az a mérésekre közvetlenül használható legyen. Eszközeink már kiállották a gyakorlati élet tűzpróbáját, amint azt szerte a nagyvilágon Japán és Indiától Amerikáig, Európától Afrikáig közel 100 darab használatban lévő «Original Eötvös Made in Hungary» bizonyítja.

Hogy az észlelésekből a meghatározandó adatokat kiszámíthassuk, mindenekelőtt szükséges, hogy a formulában szereplő

$$\frac{K}{\tau} \text{ és } \frac{mhl}{\tau}$$

mennyiségeket, vagyis az *eszköz állandóit* ismerjük. Ezek közül az *m*, *h* és *l* mérlegeléssel, illetve hosszmeréssel közvetlenül lemérhető.

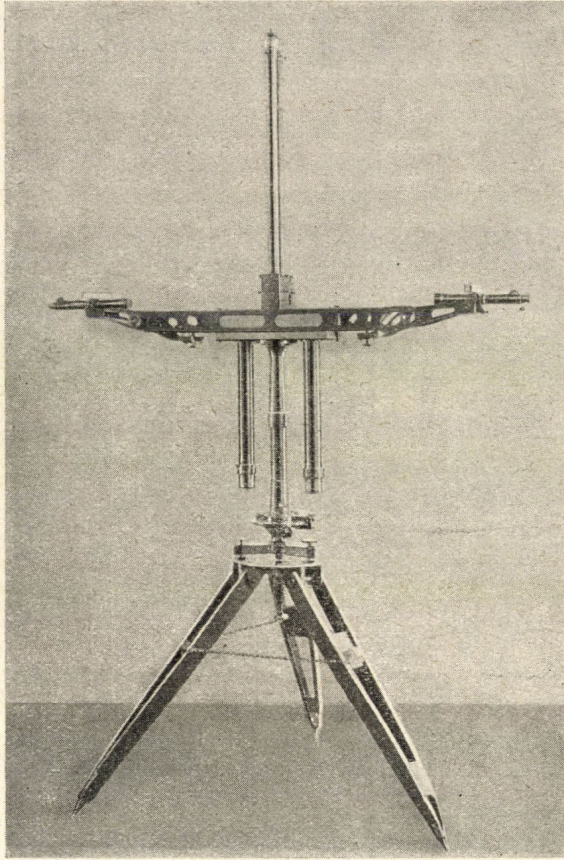


9. ábra. Műszersátor-lapok szállítása Upper Assamban elefántokon.

A *K*-t, a lengő szerkezet *tehetetlenségi nyomatékát* az eszközön kívül határozzuk meg. E célból a rudat megfelelő vastagabb drótra függesztjük és a lelógó súlyt rövidre fogjuk, hogy ingásaival az egész szerkezet lengéseit ne zavarja. Maga a meghatározás az egyébként is szokásos módon történik. A rúdon ugyanis kis keresztbevágások vannak. E helyekre egyszer kisebb, egyszer nagyobb forgássugáron két hengeres súlyt akasztunk s a lengésidőket mindkét esetben pontosan meghatározzuk. Ismerve a lengésidőket, a segédsúlyok tömegét és átmérőjét,

valamint forgássugarait, ez adatokból a tehetetlenségi nyomaté-  
kot könnyen kiszámíthatjuk.

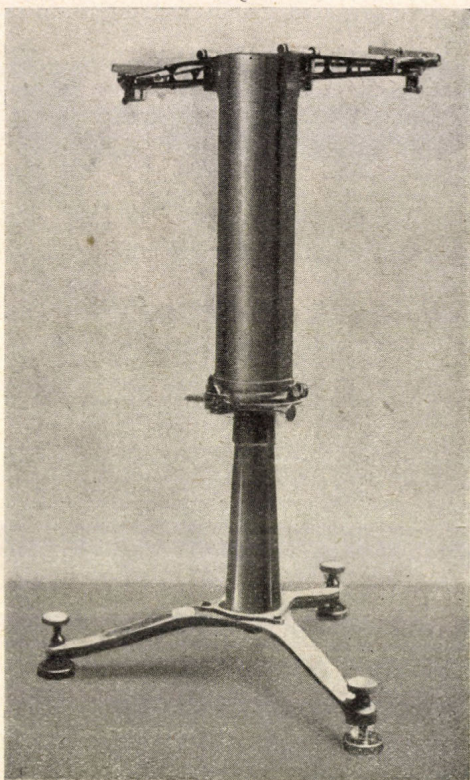
A *torziós állandó*, a  $\tau$  meghatározása céljából egy körülbelül



10. ábra. Kis eszköz 1908-ból 20 cm-es torziós rudakkal.

13 kg-os ólomgolyót a lelógó súly közelében, felváltva hol az egyik, hol a másik oldalra helyezünk és a létrehozott kitéréseket megfigyeljük. Ebből a tömegek, a távolságok és a lelógó súly hosszának ismerete mellett a  $\tau$ -t egyszerű módon kiszámíthatjuk.

Az észlelés, amint azt már említettük, tükörleolvasással történik és pedig, hogy lehetőleg kis sátorban elférjünk, megtört, prizmás távcső segélyével. Ha  $n$  a skálaleolvasást,  $n_0$  a meg-



11. ábra. Kis eszköz 1908-ból 10 cm-es torziós rudakkal, kettős rézhengerbe zárva, vizspirálissal.

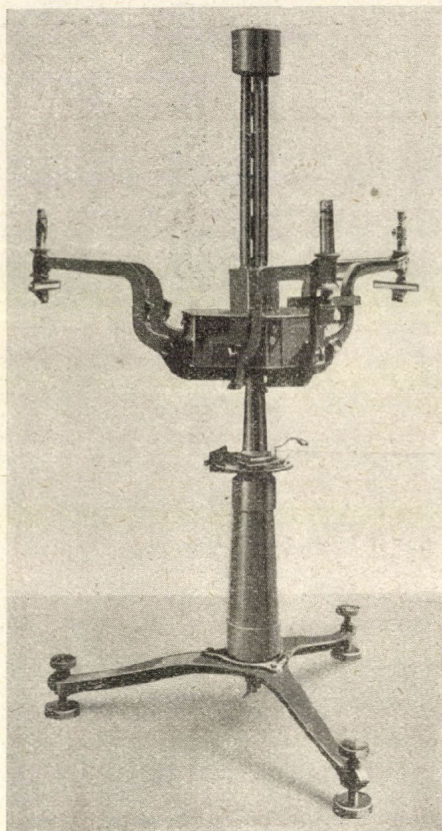
osavaratlan rúd helyzetének skálaértékét,  $D$  pedig a skálátávolt jelenti, akkor törött távcső esetén:

$$\vartheta_2 = \frac{n_0 - n}{2D}.$$

Ezt a  $\vartheta$  képletébe helyettesítvén, az eszköz formuláját a következő alakban nyerjük:

$$n_0 - n = D \frac{K}{\tau} \left( \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) \sin 2\alpha + 2D \frac{K}{\tau} \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} \cos 2\alpha - \\ - 2D \frac{mhl}{\tau} \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} \sin \alpha + 2D \frac{mhl}{\tau} \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z} \cos \alpha.$$

Az egyszerű nehézségi variométernél öt azimutban és pedig



12. ábra. Hármass gőrbületi variometer 1909-éből.

legcélsezerűbben a mágneses meridiánból kiindulva  $0^\circ$ ,  $72^\circ$ ,  $144^\circ$ ,  $216^\circ$  és  $288^\circ$ -os állásokban észleljük le a megnyugodott rúd skálaértékeit az  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$ ,  $n_4$  és  $n_5$ -öt. Ha az imént felírt formulába az állandók, valamint az azimutok trigonometrikus függvényeinek számértékeit behelyettesítjük s az öt egyenletről

az  $n_0$ -át kiküszöböljük, a számításra alkalmas egyszerű formulákhoz jutunk.

Példaképpen közlöm a «Balatoni eszköz»-nek nevezett egyszerű variometerünk 1903. évi formuláit:

$$10^9 \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} = - 2 \cdot 1061 (n_5 - n_2) - 1 \cdot 3017 (n_4 - n_3)$$

$$10^9 \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z} = + 1 \cdot 7916 (n_4 + n_3 - 2n_1) - 0 \cdot 6843 (n_5 + n_2 - 2n_1)$$

$$10^9 \left( \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) = + 4 \cdot 1413 (n_5 - n_2) - 6 \cdot 7008 (n_4 - n_3)$$

$$10^9 \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} = - 1 \cdot 0886 (n_4 + n_3 - 2n_1) + 2 \cdot 8499 (n_5 + n_2 - 2n_1)$$

Lényegében hasonló módon határozzuk meg a kettős nehézségi variometer formuláit, amelynél az észlelés csupán három a  $0^\circ$ ,  $120^\circ$  és  $240^\circ$ -os azimutokban történik.

A meghatározandó adatokat sorozatosan az egymásra következő három-három állásból számítjuk ki a példaképpen egy újabb típusú (36,723 számú) kis eszközre vonatkozólag közölt alábbi, illetve ahhoz hasonló formulákkal, amelyekben  $n_1$ ,  $n_2$  és  $n_3$  az első inga,  $n'_1$ ,  $n'_2$  és  $n'_3$  a második inga leolvasásait,  $n_0$  illetve  $n'_0$  pedig a csavaratlan egyensúlyi helyzeteket jelenti.

( $n_2 - n_0$ ) és ( $n_3 - n_0$ )-ből:

$$10^9 \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} = + 1 \cdot 4094 \{ [(n_2 - n_0) - (n_3 - n_0)] - (1 + 0 \cdot 01682) [(n'_2 - n'_0) - (n'_3 - n'_0)] \}$$

$$10^9 \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z} = + 2 \cdot 4412 \{ [(n_2 - n_0) + (n_3 - n_0)] - (1 + 0 \cdot 01682) [(n'_2 - n'_0) + (n'_3 - n'_0)] \}$$

$$10^9 \left( \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) = + 4 \cdot 3711 \{ [(n_2 - n_0) - (n_3 - n_0)] + (1 + 0 \cdot 00484) [(n'_2 - n'_0) - (n'_3 - n'_0)] \}$$

$$10^9 \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} = + 3 \cdot 7855 \{ [(n_2 - n_0) + (n_3 - n_0)] + (1 + 0 \cdot 00484) [(n'_2 - n'_0) + (n'_3 - n'_0)] \}$$

$(n_3 - n_0)$  és  $(n_1 - n_0)$ -ből:

$$10^9 \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} = - 1.4094 \{ [2(n_3 - n_0) + (n_1 - n_0)] - (1 + 0.01682) [2(n'_3 - n'_0) + (n'_1 - n'_0)] \}$$

$$10^9 \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z} = - 2.4412 \{ (n_1 - n_0) - (1 + 0.01682) (n'_1 - n'_0) \}$$

$$10^9 \left( \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) = - 4.3711 \{ [2(n_3 - n_0) + (n_1 - n_0)] + (1 + 0.00484) [2(n'_3 - n'_0) + (n'_1 - n'_0)] \}$$

$$10^9 \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} = - 3.7855 \{ (n_1 - n_0) + (1 + 0.00484) (n'_1 - n'_0) \}$$

$(n_1 - n_0)$  és  $(n_2 - n_0)$ -ből:

$$10^9 \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} = + 1.4094 \{ [2(n_2 - n_0) + (n_1 - n_0)] - (1 + 0.01682) [2(n'_2 - n'_0) + (n'_1 - n'_0)] \}$$

$$10^9 \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z} = - 2.4412 \{ (n_1 - n_0) - (1 + 0.01682) (n'_1 - n'_0) \}$$

$$10^9 \left( \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) = + 4.3711 \{ [2(n_2 - n_0) + (n_1 - n_0)] + (1 + 0.00484) [2(n'_2 - n'_0) + (n'_1 - n'_0)] \}$$

$$10^9 \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} = - 3.7855 \{ (n_1 - n_0) + (1 + 0.00484) (n'_1 - n'_0) \}$$

Mi magunk a három állásból rendszerint három sorozatot figyelünk meg, összesen tehát kilenc megfigyelést végzünk, hogy ily módon a meghatározandó adatokat teljes tudományos pontossággal és biztonsággal állapíthassuk meg. Az eszköz közvetlen környezetében a talajban nem egyszer teljesen lokális sűrűség-egyenetlenségek fordulnak elő. Hogy ezeket észrevegyük és hatásukat kiküszöbölhessük egyidejűleg mindenkor két, egymástól néhány méter távolságban felállított torziós ingával mérünk.

Az észleléseket egyszerűség kedvéért a mágneses meridiánból kiindulólág végezzük s ebből azután a csillagászati délkörre vonatkoztatott értékeket utólag kiszámítjuk. További részletekbe e rövid ismertetés keretében nem bocsátkozhatom.

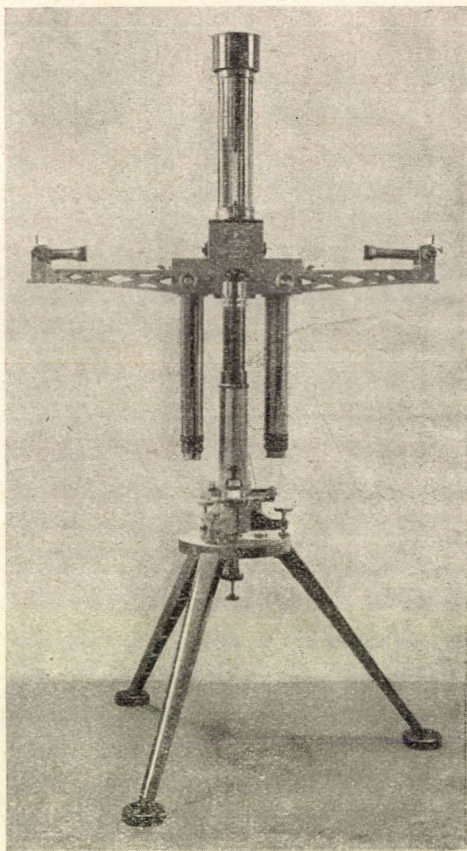
\* \* \*

Megfigyeléseinkből az észlelési helyeken a

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}, \quad \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}, \quad \left( \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right), \quad \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y}$$

tényleges értékeit, a «teljes értékeket» nyerjük.

Ezek így közvetlenül további számításokra és következtetésekre nem alkalmasak. Ez adatokban ugyanis benne van első-sorban a közvetlen környezet látható egyenetlenségeiből származó hatás, amely teljesen a véletlentől függ. E «terréhatást» mindenkor tekintetbe kell vennünk és meg kell határoznunk. Nem túlságosan egyenetlen területen elegendő ezt 100 méter távolságig kiterjeszteni. Az eljárás lényege a következő. Közvetlenül az eszköz alatt előzőleg egy körülbelül 1·5 méter sugarú kört síkra egyengetünk, «kiplanirozunk». Ennek lejtését a mágneses észak-dél, illetve kelet-nyugat irányban alkalmas módon libellával mérjük. A mágneses meridiánból kiindulólág 8 irányban az 5, 20, 50 és 100 méter távolságban lévő pontok átlagos magasságát nivelláló eszközzel meghatározuk. Ez adatokból, az ugyancsak külön megmért földsűrűség tekintetbe vételével a terrén-



13. ábra. Új típusú kis eszköz 1927-ből.

hatást kiszámítjuk. Az e célra levezetett formulákat és a számítás menetét nem részletezhetem. Természetesen minden-  
esetre szükséges, hogy a számításban felhasznált pontok a  
terepre jellemzőek legyenek, éppen ezért ennek megfelelően kell  
az állomásokat kitűznünk, amit kis gyakorlattal könnyen elér-  
hetünk. Közelen lévő árkok, töltések stb. hatását külön kiszá-  
mítjuk, ha azokat az állomás eltolásával el nem kerülhetjük.  
Külön e célra végzett vizsgálatokkal meggyőződhattünk arról,  
hogy a terrénhatás meghatározása reális eredményekre vezet.

E terrénhatást a teljes értékekből mindenkor le kell vonnunk  
és így kapjuk a *«topografikus értékeket»*.

A Föld nem teljesen gömb alakja miatt a

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} \text{ és } \left( \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) \text{-nak}$$

számottevő *«normális értékei»* vannak. Ezeket a BESSEL-féle  
ellipszoid és a HELMERT-féle formula segítségével a különböző  
szélességű helyekre kiszámíthatjuk. Budapesten pl.

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} = 8 \cdot 1 \cdot 10^{-9} \text{CGS} \quad \text{és} \quad \left( \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) = 4 \cdot 7 \cdot 10^{-9} \text{CGS}.$$

Ha e normális értékeket a topografikus értékekből levonjuk,  
kapjuk a gravitációs zavar jellemzőit, a *«topografikus rendelle-  
nességeket»*.

Ha a geológusok kívánságainak megfelelőleg a földalatti  
láthatatlan tömegekre akarunk következtetni, akkor a föld-  
feletti látható tömegek és különösen a hegyek hatását is tekin-  
tetbe kell vennünk. E *«kartografikus hatást»* alkalmas módon a  
térképek rétegvonalai alapján elegendő közelítéssel kiszámít-  
hatjuk. A kartografikus hatást a topografikus értékekből levonva  
jutunk a *«szubterrán rendellenességekhez»*, amelyek a földalatti  
tömegek hatásából származnak. Síkságon, nagy távolságra a  
hegységektől a kartografikus hatás zérus, illetve elhanyagol-  
hatóan kicsiny, amiért is itt a kétféle rendellenesség összeesik.

Ezek után lássuk, mit jelentenek a torziós mérleg nyújtotta adatok s hogy azokból folytatólagosan mi mindent számolhatunk ki.

Az *első két adat* a  $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}$  és  $\frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}$  egy nivófelületben a nehézségi erő gyorsulásának a  $g$ -nek változásait határozza meg, még pedig a horizontális síkban a nehézség legnagyobb változását, a gradienst és annak irányát adja meg. Tudvalevőleg ugyanis

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} = \frac{\partial g}{\partial x} \quad \text{és} \quad \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z} = \frac{\partial g}{\partial y}$$

vagyis ezek a *nehézségi erő gradienseinek összetevői* és magát az eredőt, a *teljes gradienst* és annak irányát, illetve az  $X$  tengellyel képezett szögletét az  $a$ -t, a következő kifejezések adják:

$$\frac{\partial g}{\partial s} = \sqrt{\left(\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}\right)^2} \quad \text{és} \quad \operatorname{tg} a = \frac{\frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}}{\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}}.$$

A gradienseket térképeinken megfelelő irányú és hosszúságú nyilakkal ábrázoljuk.

Ha a nivófelület minden pontjában ismernők a gradienseket, akkor a nehézségi erő véges változásait a  $\Delta g$ -ket integrálás útján pontosan kiszámíthatnók. A valóságban ezt teljesen elegendő közelítéssel megkaphatjuk, ha az állomásoknak elég sűrű hálózata áll rendelkezésünkre, úgyhogy két szomszédos állomás között a változást lineárisnak vehetjük, amikor is az  $x$  és  $y$  menti gradiensösszetevők középértékeivel mehetünk egyik állomásból a másikba. Ez eljárás megengedhetőségét bizonyítja az, hogy egy zárt vonalon körülhaladva, az ily módon számított

$$\int \frac{dg}{ds} ds = 0,$$

amint ez különböző méréseinkkor ismételten beigazolódott.

Ha a *nehézségi erő gyorsulásának abszolút értékeit* akarjuk kiszámítani, szükséges, hogy azt legalább is az észlelési hálózat

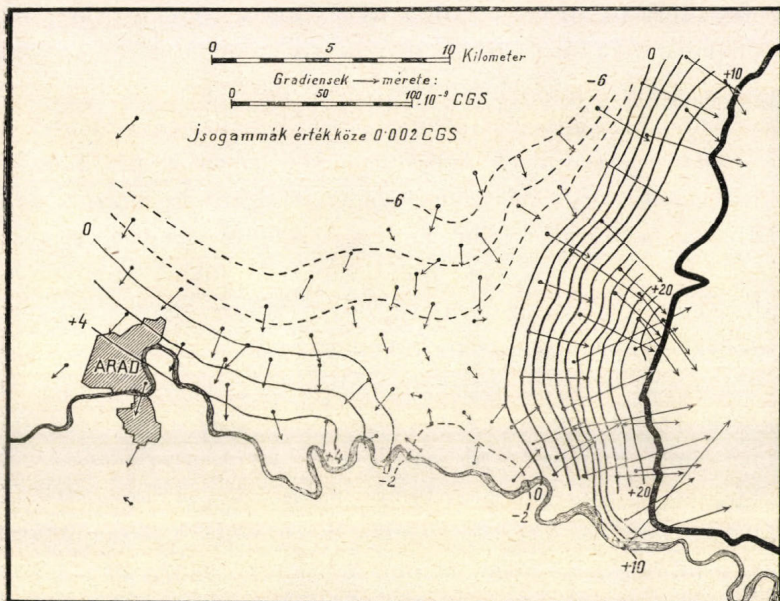
egy pontján *ingaméréssel* meghatározzuk. Célszerű azonban, ha több ponton végzünk ingamérést, mert ekkor a torziós mérleg eredményeit az ingamérés adataival ellenőrizhetjük. Ismételt alkalmunk volt meggyőződni arról, hogy elegendő sűrűségű hálózat esetén, hosszú vonalakon keresztül a gradiensekből levezetett adatok az inga adataival megegyeznek, illetve az eltérések az ingamérések pontosságát nem igen haladják meg. Ily módon a két eszköz egymást ellenőrzi és szervesen kiegészíti. Az inga egyes pontokon abszolút értékeket ad s ezek között a torziós mérleg a nehézségi erő változásának menetét adja meg és pedig oly részletességgel, amelyet ingával meg nem határozhatunk.

Csak egyes esetekben tapasztaltunk nagyobb eltéréseket a kétféle mérés között. Így báró EÖTVÖS sághegyi mérései és STERNECK ingamérései között aránylag nagy különbség mutatkozott,<sup>66, 67</sup> amint azt már az előzőkben említettük. Hasonló eset fordult elő balatoni méréseinkkor. STERNECK adatai szerint a nehézség rendellenességének különbsége Boglár és Fonyód között 0.051 CGS, holott a torziós mérleg szerint ezt csak 0.002 CGS-nek találtuk.<sup>77</sup> Az eltérés oka az ingamérésben elkövetett hibában rejlik.

Az imént részletezett módon tehát a torziós ingával átkutatott terület minden pontjára a nehézségi erő értékét meghatározhatjuk s így térképeinkbe *az egyenlő nehézségű görbéket, az izogammákat* is minden további nélkül berajzolhatjuk. Már a gradiensek a nehézség változásainak elég szemléltető képét nyújtják, még közvetlenebb azonban az izogammák nyújtotta kép. Természetesen térképeinkbe ily módon akár a topografikus értékeket, akár a topografikus rendellenességeket, akár pedig a szubterrán rendellenességeket ábrázolhatjuk s e szerint azok jelentése más és más, ami e fogalmak értelmezéséből önként következik.

Így *a szubterrán rendellenességek gradiensei és izogammái a földalatti tömegek hatásából származó gravitációs zavart tüntetik elő.* Az izogammák maguk az észlelésekből közvetlenül meghatá-

rozott biztos adatok, ha azonban ezeknek a földalatti tömegekre vonatkozó jelentőségét akarjuk megállapítani, akkor ez már bizonyos feltevésektől függ. A legegyszerűbb feltevés az, hogy a föld mélyében nagyobb sűrűségű sziklás réteg húzódik, amely felett a kevésbé sűrű felszíni réteg terül el. Ez esetben az izogammák olyanféle jelentőségűek, mint rendes térképeinkben az



14. ábra. Gradiensek és izogammák Arad vidékén.

egyenlő magasságú vonalak, a rétegvonalak, amelyek azonban a földalatti sűrűbb réteg felületét határozzák meg, s amelyek értéküket a

$$\Delta g = 2\pi G (s' - s) \Delta h$$

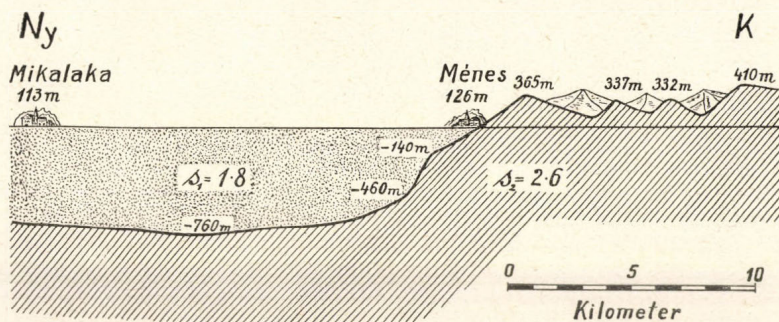
közelítő képlettel könnyen kiszámíthatjuk. Ha, amint az sok esetben előfordul, a sziklás altalaj és a felszíni réteg közötti sűrűségkülönbséget  $s' - s = 0.6$ -nek vesszük s ezen értéket, valamint a gravitációs állandó  $G = 66.10^{-9}$  értékét képletünkbe helyettesítjük, akkor  $\Delta g = 0.001$  CGS nehézségkülönbségnek

$\Delta h = 4019$  cm, szóval kerekén 40 méter magasságkülönbség felel meg. Ez esetben tehát az egymástól 0.001 CGS-nyire lévő izogammák a sűrűbb, sziklás altalaj felületének 40 méteres rétegvonalait adják. Lényegében ez a feltevés érvényes arra a valószínűségben gyakran előforduló esetre, hogy a földben lefelé, azaz mélyebbre haladva, a kevésbé sűrű felületi rétegek után más sűrűbb rétegek következnek. Ez esetben az izogammák a sűrűbb rétegsorozatot helyettesítő közepes réteg felületének rétegvonalait adják meg. Hangsúlyozni kívánom, hogy ez az értelmezés csak az említett feltevések esetén érvényes, de még ekkor sem általánosságban, minden esetben, hanem csakis akkor, ha a földalatti alakulat nincsen nagyon közel a felszínhez és kiterjedése vagyis horizontális méretei aránylag nagyok vertikális, magassági méreteihez képest. Más feltevések természetesen más eredményre vezetnek. Tekintve, hogy a földalatti viszonyok általában nem olyan egyszerűek, következtetéseinkben óvatosnak és körültekintőeknek kell lennünk.

Méréseink nagy tömegéből csupán pár példát óhajtok kissé közelebbről tárgyalni. A 14. ábrán az *Arad vidékén* végzett méréseink egy részlete alapján,<sup>76</sup> a szubterrán rendellenességek, a földalatti tömegek gravitációs hatásának vázlatos térképét állítottuk egybe. A térkép szélén a vastag vonal a síkság határát, az aradi hegyalja szélét tünteti fel, amely hegységnek hatása a mondottak szerint a rajzban feltüntetett adatokból már le van vonva. Az egyes pontok az észlelési állomások, amelyek közül néhányat kihagytunk, mert néhol nagyon sűrűen vannak elhelyezve s így a kicsinyített rajzban az áttekinthetőséget zavarják. A nyilak a gradiensek, a berajzolt görbék az izogammák. Látjuk, hogy a hegy közelében a gradiensek a hegy felé mutatnak, jelezvén, hogy ez irányban a föld alatt nagyobb tömegek vannak, vagyis a hegy sziklarétege a föld alatt lefelé folytatódik. Arad felé haladva a gradiensek bizonyos fokig megfordulnak, jelezvén, hogy a sűrűbb altalaj ismét kissé feljebb emelkedik. Még szembeötlőbben mutatják e viszonyokat a gravitációs zavar izogammái, amelyek közül a negatívokat,

vagyis a normálnál kisebb értékűeket szaggatott vonallal ábrázoltuk; a melléjük írott számok értéküket  $1 \cdot 10^{-3}$  CGS egységekben jelzik. E térképnek megfelelőleg készítettük el a Ménes hegyaljai falu szélességi körén kelet-nyugat irányban képzelt keresztmetszetet (15. ábra) és pedig  $s_1=1.8$  és  $s_2=2.6$  sűrűségek feltételezésével.<sup>78</sup> A rajzban a hegyek földalatti folytatását képező sziklás altalaj képét látjuk, a régi tengerfeneket, amelyre azután az Alföld lazább felületes rétege reá rakódott.

Hasonló viszonyokat tüntetnek fel *Budapest környékén* végzett méréseink. Itt is a budai hegységek a föld alatt folytatód-

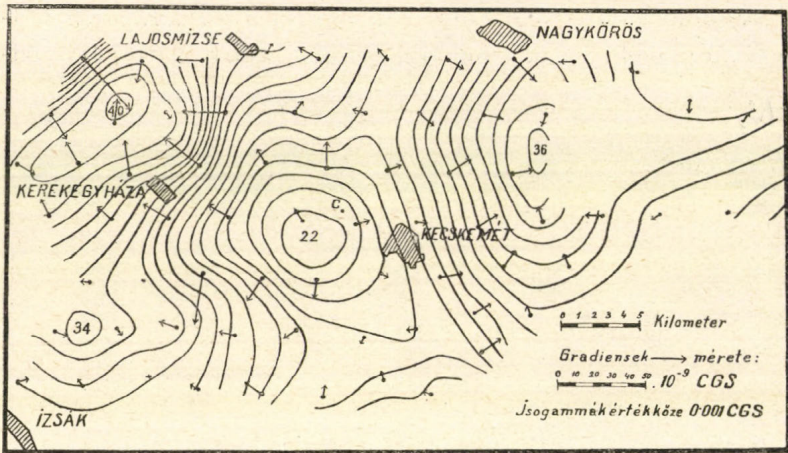


15. ábra. Földalatti keresztmetszet a torziós inga mérések alapján Arad vidékén.

nak és meglehetősen gyors lejtéssel illetve törésszerű leeséssel terjednek tovább az Alföld felületes, lazább talaja alatt. Méréseink ugyanazon lejtést adják meg, mint amelyet a fúrások alapján megállapítottak. A budai oldalon a melegvízforrások közel vannak a felszínhez, a margitszigeti fúróluk már 118 méter, a városligeti pedig 970 méter mélységű. Ily mértékben lejt maga a sziklás altalaj is.

A *Kecskemét vidékén* végzett méréseink vázlatos eredményét a 16. ábrán látjuk,<sup>80</sup> melyben az előzőkhöz hasonlóan ugyancsak a szubterrán rendellenességek vannak feltüntetve. Az egyes területekre beírt számok tulajdonképpen a nehézségi erő 0.022, 0.034, 0.036 és 0.040 CGS nagyságú zavarát jelentik. Látjuk,

hogy a középső 22-es területből kiindulva a gradiensek mind kifelé irányulnak, a nagyobb sűrűségű tömegek tehát kifelé vannak, míg a középben kisebb tömegnek kell lennie. A 40-es területen túl haladva a gradiens megfordul, jelezvén, hogy a nagyobb tömeg a 40-es terület körül fekszik. Még szemléltetőbben mutatják e viszonyokat az izogammák. A középben a legelső izogamma a  $22 \cdot 10^{-3}$  CGS értékű, innen kiindulva az izogammák a szélék felé nőnek, északnyugat irányban például egészen



16. ábra. Gradiensek és izogammák Kecskemét vidékén.

$40 \cdot 10^{-3}$  CGS-ig s azután megint csökkennek. Ha ismét csupán két, egy alsó sűrű és egy felső lazább réteget tételezünk fel, akkor az izogammák a földalatti alsó réteg felszínének rétegvonalait adják és pedig  $0.6$  sűrűségkülönbséget feltételezve  $40$  méteres közökben. A sűrűbb altalajban tehát a középben egy mélyedés van, innen a szélék felé haladva a sűrűbb tömeg emelkedik, majd ismét leesik. Szóval egy krátterszerű alakulattal van dolgunk, illetve helyesebben szólva, egy oly fajta «körhegységgel», mint amilyenek a holdkráterek. A körhegység ugyanis aránylag széles, körülbelül  $30$  kilométer átmérőjű s széléin egyes csúcsok emelkednek ki. Ez a különös alakulat

kétségtelenül összefügg a kecskeméti földrengésekkel. E kérdést nem részletezem, csupán felemlítem, hogy pl. az 1911 július 8-iki rengés epicentruma, vagyis a földfelületnek a rengés középpontja felett fekvő helye, térképünkön a  $C$  pontba esik, szóval kráterünk közepébe. A rajzunkban fel nem tüntetett rengési görbék ugyancsak össze esnek ezzel az alakulattal.

Ismételten kiemelem azonban, hogy e következtetés csak az említett feltevés esetén állja meg a helyét. Más, a környezetnél kisebb sűrűségű földalatti tömegeket feltételezve, másfajta alakulat is eredményezheti az észlelt gravitációs zavart. Így a középben lévő minimumot nagyobb söttest jelenléte is okozhatja, amint ezt Боскнн Нусó geológiaiilag lehetségesnek tartotta.<sup>154, 155</sup> Egyébként e kérdésre, nevezetesen, hogy a torziós mérleg adataiból a földalatti tömegekre micsoda következtetéseket vonhatunk, még a következőkben visszatérünk.

\*

A torziós mérleg első két adata, a  $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}$  és  $\frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}$  az eddig tárgyaltakon kívül még a nehézség erővonalának görbületére és a nehézségnek a függélyes mentén való irányváltozására ad felvilágosítást. Ugyanis az

$$r = \frac{g}{\sqrt{\left(\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}\right)^2}}$$

alapján a nehézség erővonalának görbületi sugarát számíthatjuk ki. Továbbá a

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial z} = \frac{1}{r} = \frac{\sqrt{\left(\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}\right)^2}}{g}$$

a gradienst adja meg, amellyel a függőőn iránya a magassággal változik.

\*

A torziós mérleg másik két adata a  $\left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}\right)$  és  $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y}$  a *nívófelület görbületi viszonyaira* vonatkozólag nyújt felvilágosítást. Ha ugyanis a főgörbületi sugarakat és pedig közülök a kisebbiket  $\varrho_1$ -gyel, a nagyobbikat  $\varrho_2$ -vel jelöljük, akkor

$$\left(\frac{1}{\varrho_1} - \frac{1}{\varrho_2}\right) = -\frac{1}{g} \left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}\right) \frac{1}{\cos 2\lambda},$$

ahol  $\lambda$  azt a szögletet jelenti, amelyet a nagyobbik görbületi sugarú normálmetszet az  $xz$  síkkal bezár s magát a  $\lambda$ -át pedig a

$$\operatorname{tg} 2\lambda = \frac{2 \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y}}{\left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}\right)}$$

összefüggés határozza meg. Szóval e két adat a *nívófelület görbületének a gömbfelülettől való eltérését és a főgörbületek irányát* határozza meg.

Egyszerűség kedvéért vezessük be az  $R$  mennyiséget a következő összefüggés alapján

$$R = g \left(\frac{1}{\varrho_1} - \frac{1}{\varrho_2}\right).$$

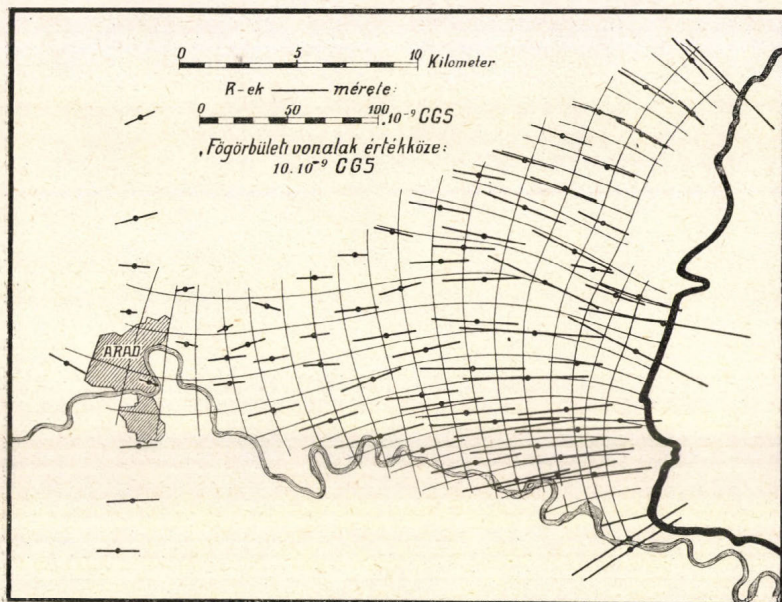
Mint hogy  $\varrho_1$ -gyel a kisebbik,  $\varrho_2$ -vel pedig a nagyobbik görbületi sugarat jeleztük, az  $R$  mindenkor pozitív mennyiséget jelent, melyre vonatkozólag:

$$\left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}\right) = -R \cos 2\lambda \quad \text{és} \quad \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} = \frac{1}{2} R \sin 2\lambda.$$

Gömbfelület esetén az  $R$  értéke zérus. Általában tehát az  $R$  mennyiség a nívófelületre vonatkozólag a gömbfelülettől való eltérés mértékét adja meg. Ezen kívül azonban az  $R$  mennyiségnek még más jelentése is van.

Az egyszerű, *első alakú* torziós rúdra ható erők ugyanis azt mindenkor a nagyobb tömeget magában foglaló nagyobb görbületi sugarú fősíkba igyekeznek forgatni, s a forgató nyomaték, mely ezt az irányítást létesíti, ugyanazon rúdra ugyanazon

szögkitérés mellett, ezen  $R$  mennyiséggel arányos, amiért is azt *horizontális irányító képességnek* nevezzük. Ezen  $R$  mennyiségeket grafikusán az észlelési állomásokon keresztül fektetett vonaldarabkákkal tüntetjük elő, amelyek hossza az  $R$  értékével arányos, irányát pedig a  $\lambda$ , a nagyobbik görbületi sugarú fősík iránya adja meg.



17. ábra.  $R$  értékek és főgörbületi vonalak Arad vidékén.

A 17. ábrán az *Arad vidékén* végzett méréseink alapján az  $R$  értékei vannak feltüntetve.<sup>76</sup> Az  $R$  irányában mutatkozó nagy szabályosság miatt a főgörbületi vonalakat is berajzolhattuk térképünkbe. Először azt a csoportot, amelyek az  $R$  vonalkákat érintik, amelyek tehát a nagyobb görbületi sugarú fősíkok irányában haladnak, másodsor az ezekre merőlegeseket. A kép a görbületi viszonyokat elég szemléltetően tünteti elő.

Egy másik érdekes példát is említünk. *Tirolban Cimabanche* mellett a völgyben végeztünk méréseket,<sup>80</sup> mely a 3000 métert meghaladó *Monte Cristallo* és *Croda Rossa* között 1520 méter

tengerszín feletti magasságban fekszik, úgyhogy az aránylag szűk völgy viszonylagos mélysége 1500 méternél nagyobb. E hatalmas kiemelkedő tömegek gravitációs hatása abban nyilvánul, hogy a völgyben a nívófelület a normálnál jóval kevésbé görbült. A völgy hosszirányában a görbületet körülbelül normálisnak vehetjük fel s így a meghatározott  $R$  értékből a völgy irányára merőleges görbületi sugarat kiszámíthatjuk. E görbületi sugarat a völgy déli szélén, illetve közepén :

$$\rho = 206\,685 \cdot 10^5 \text{ cm, illetve } \rho = 12\,267 \cdot 10^5 \text{ cm}$$

-nek találtuk. Szóval a völgy szélén a görbületi sugár a normális értéknek harminceszorososa és a völgy közepén még mindig majdnem kétszerese.

\*

Geodézia szempontból egyike a legérdekesebbeknek Eötvös bárónak az a számítási eljárása, amellyel a  $\left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}\right)$  és  $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y}$  értékeiből a nívófelület alakját jellemző adatokat s így magát a nívófelületet levezeti. E célból ugyanis a

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad \frac{\partial^2 U}{\partial y^2}, \quad \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} \quad \text{és} \quad \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y}$$

értékeit kellene meghatároznunk, amely mennyiségek között még a

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 2\omega^2$$

összefüggés áll fenn, amelyben  $\omega$  a földforgás szögsebességét jelenti. Közvetlenül láthatjuk, hogy a torziós inga említett két adata a teljes meghatározásra nem elegendő. Ezen adatokon kívül még a  $\frac{\partial^2 U}{\partial z^2}$  ismeretére volna szükségünk. Sajnos, ennek meghatározására mindezig nincsen jobb fizikai eljárásunk a JOLLY-féle mérlegelésnél. E meghatározás pedig a torziós mérleghez viszonyítva, annyira durva és kevésbé pontos, hogy ezt a torziós inga adatainak kiegészítésére egyáltalán fel nem használhatjuk.

Báró Eötvös még a múlt század kilencvenes éveinek elején egy olyan, horizontális tengely körül forgó ingát konstruált és annak matematikai elméletét kidolgozta, amellyel a  $\frac{\partial^2 U}{\partial z^2}$  értékét meghatározhatnók. A legnagyobb gonddal elkészített tényleges ilyen eszköz azonban a forgástengelyen fellépő súrlódások miatt hasznavehetetlennek bizonyult. Báró Eötvös maga e vizsgálatait nem publikálta. Később 1920-ban tőle függetlenül A. BERROTH egy ilyfajta műszer elméletét közölte.<sup>173</sup>

Báró Eötvös számítási eljárása szerint, *ha az észlelési hálózat két pontján, a függőneltérések északi összetevőit asztromiai-geodéziai mérésekkel meghatározzuk, akkor ezen adat elegendő arra, hogy az egész terület minden pontjára a függőneltéréseket és a görbületeket kiszámíthassuk.* A megoldást többféle módon végezhethjük, ezek közül csak a használatosabbat ismertetem.

E célból mindenekelőtt az egész területre egységes  $\xi\eta\zeta$  derékszögű koordináta rendszert vezetünk be, melynek kezdőpontja a területen belül valamelyik pontban van s a  $\xi\eta$  sík e pont  $xy$  síkjával összeesik. Hálózatunkat orthogonálisan a  $\xi\eta$  síkra vetítjük s e síkban végezzük további számításainkat. Mindenekelőtt kimutathatjuk, hogy ha a nivófelületnek egy kisebb darabját akarjuk meghatározni, amelynek szélességi és hosszúsági kiterjedése nem nagyobb egy fél foknál, akkor az állomások vetületi pontjaiban a

$$\left( \frac{\partial^2 U}{\partial \gamma^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial \xi^2} \right) \text{ és } \frac{\partial^2 U}{\partial \xi \partial \eta} \text{ helyett a } \left( \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) \text{ és } \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y}$$

értékeket használhatjuk, melyeknek egymástóli eltérése ez esetben  $1 \cdot 10^{-9} CCS$  egységen alul marad s így ezt az elérendő pontosság szem előtt tartásával megengedhetjük.

Számításunkban az állomások hálózatában zeg-zugos vonalban, illetve ennek megfelelő háromszögekben haladunk tovább s jelöljük a zeg-zugos vonal egymást követő állomásait 1, 2, 3, 4 stb. folyószámmal s egyelőre közülök hármat általánosságban  $a$ ,  $b$ ,  $c$ -vel. Vegyünk fel átmenetileg a  $\xi\eta$  síkban egy  $sn$

derékszögű sík koordináta rendszert, melynek  $s$  tengelye  $a$ -tól  $b$  felé van irányítva. Ez esetben

$$\int_a^b \frac{\partial^2 U}{\partial n \partial s} ds = \left( \frac{\partial U}{\partial n} \right)_b - \left( \frac{\partial U}{\partial n} \right)_a.$$

Ha az állomások hálózata elég sűrű ahhoz, hogy két-két szomszédos között a változást lineárisnak vehessük, akkor

$$\int_a^b \frac{\partial^2 U}{\partial n \partial s} ds = \frac{1}{2} \left\{ \left( \frac{\partial^2 U}{\partial n \partial s} \right)_a + \left( \frac{\partial^2 U}{\partial n \partial s} \right)_b \right\} s_{ab}.$$

Ha továbbá az  $ab$  irány és a  $\xi$  tengely képezte szöveget  $\alpha_{ab}$ -vel jelöljük, akkor

$$\frac{\partial U}{\partial n} = - \frac{\partial U}{\partial \xi} \sin \alpha_{ab} + \frac{\partial U}{\partial \eta} \cos \alpha_{ab}$$

s így

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \left\{ \left( \frac{\partial^2 U}{\partial n \partial s} \right)_a + \left( \frac{\partial^2 U}{\partial n \partial s} \right)_b \right\} s_{ab} = & - \left\{ \left( \frac{\partial U}{\partial \xi} \right)_b - \left( \frac{\partial U}{\partial \xi} \right)_a \right\} \sin \alpha_{ab} + \\ & + \left\{ \left( \frac{\partial U}{\partial \eta} \right)_b - \left( \frac{\partial U}{\partial \eta} \right)_a \right\} \cos \alpha_{ab}. \end{aligned}$$

Egyszerűség kedvéért jelöljük:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \left\{ \left( \frac{\partial^2 U}{\partial n \partial s} \right)_a + \left( \frac{\partial^2 U}{\partial n \partial s} \right)_b \right\} s_{ab} &= T_{ab} \\ \left( \frac{\partial U}{\partial \xi} \right)_b - \left( \frac{\partial U}{\partial \xi} \right)_a &= \xi_{ab} \quad \text{és} \quad \left( \frac{\partial U}{\partial \eta} \right)_b - \left( \frac{\partial U}{\partial \eta} \right)_a = \eta_{ab}. \end{aligned}$$

Ez esetben egy egész háromszögre, azaz  $a$ ,  $b$ ,  $c$  pontokra a következő egyenleteket kapjuk:

$$\begin{aligned} T_{ab} &= - \xi_{ab} \sin \alpha_{ab} + \eta_{ab} \cos \alpha_{ab} \\ T_{bc} &= - \xi_{bc} \sin \alpha_{bc} + \eta_{bc} \cos \alpha_{bc} \\ T_{ca} &= - \xi_{ca} \sin \alpha_{ca} + \eta_{ca} \cos \alpha_{ca} \\ \xi_{ca} &= - \xi_{ab} - \xi_{bc} \quad \text{és} \quad \eta_{ca} = - \eta_{ab} - \eta_{bc} \end{aligned}$$

Az ezen öt egyenletben előforduló hat ismeretlent nem számíthatjuk ki. Egyelőre azonban a legelső 1, 2, 3 háromszögben a  $\xi_{12}$ -öt ismeretlennek hagyjuk és  $a$ -val jelöljük. Ez esetben egyenleteinkből a többi ismeretlent kiszámíthatjuk:

$$\xi_{12} = a \quad \text{és} \quad \eta_{12} = \frac{T_{12} + a \sin \alpha_{12}}{\cos \alpha_{12}}$$

folytatólag pedig a  $\xi_{23}$  és  $\eta_{23}$  egyenletei általános alakban a következők:

$$\xi_{bc} = \frac{T_{bc} \cos \alpha_{ca} + (T_{ca} - \xi_{ab} \sin \alpha_{ca} + \eta_{ab} \cos \alpha_{ca}) \cos \alpha_{bc}}{\sin (\alpha_{ca} - \alpha_{bc})}$$

$$\eta_{bc} = \frac{T_{bc} \sin \alpha_{ca} + (T_{ca} - \xi_{ab} \sin \alpha_{ca} + \eta_{ab} \cos \alpha_{ca}) \sin \alpha_{bc}}{\sin (\alpha_{ca} - \alpha_{bc})}$$

melyek, ha az  $a=1$ ,  $b=2$ ,  $c=3$  indexeket helyettesítjük a  $\xi_{23}$  és  $\eta_{23}$ -at adják, ha pedig folytatólag az  $a=2$ ,  $b=3$ ,  $c=4$  indexeket helyettesítjük, a  $\xi_{34}$  és  $\eta_{34}$ -et kapjuk, s így tovább. Így tehát fokozatosan tovább haladva tetszésszerűen hosszú vonalra az értékeket, nevezetesen a

$$\left(\frac{\partial U}{\partial \xi}\right)' - \left(\frac{\partial U}{\partial \xi}\right) \quad \text{és} \quad \left(\frac{\partial U}{\partial \eta}\right)' - \left(\frac{\partial U}{\partial \eta}\right)$$

különbségeket kiszámíthatjuk, amelyek azonban az egyelőre, ismeretlen  $\xi_{12}=a$  mennyiséget tartalmazzák, amely adatot a függőön eltérések alapján a következő módon határozhatjuk meg.

Ha ugyanis egy pontban a függőön eltérését az északi irányban  $\Delta\mu$ -vel és keleti irányban  $\Delta\lambda$ -val jelöljük, akkor ezt a topográfikus rendellenességekből a következő kifejezések adják:

$$\Delta\mu = \frac{1}{g} \left(\frac{\partial U}{\partial \xi}\right) \quad \text{és} \quad \Delta\lambda = \frac{1}{g} \left(\frac{\partial U}{\partial \eta}\right).$$

Ebből pedig két állomás között a relatív függőöneltérések:

$$\Delta\mu' - \Delta\mu = \frac{1}{g} \left[ \left(\frac{\partial U}{\partial \xi}\right)' - \left(\frac{\partial U}{\partial \xi}\right) \right]$$

$$\Delta\lambda' - \Delta\lambda = \frac{1}{g} \left[ \left(\frac{\partial U}{\partial \eta}\right)' - \left(\frac{\partial U}{\partial \eta}\right) \right].$$

Ezen egyenletek közül csupán az elsőt felhasználva, az asztronómiai-geodéziai úton lemért északi függőöneltérésből a

$\left[\left(\frac{\partial U}{\partial \xi}\right)' - \left(\frac{\partial U}{\partial \xi}\right)\right]$  értékét kiszámíthatjuk. Ezt a torziós ingával meghatározott adattal egyenlővé téve, az abban foglalt  $\xi_{12} = a$  értékét kiszámíthatjuk. Az  $a$  értékét számításainkba behelyettesítvén, összes állomásainkra a  $\frac{\partial U}{\partial \xi}$  és  $\frac{\partial U}{\partial \eta}$  értékeit s velük a függőóneltéréseket megkapjuk. Szóval a feladatot teljesen megoldottuk.

Teljesség kedvéért csupán felemlítem, hogy a feladat a második egyenlet felhasználásával is megoldható, ha ugyanis a keleti relatív függőóneltérés ismeretes. Az északi függőóneltérések meghatározása tudvalevőleg egyszerűbb és pontosabb, e célból ugyanis a geodéziai távolságmérésen kívül csupán sarkmagasság meghatározásokat kell végeznünk. Éppen ezért célszerűbb, ha számításainkban ezen adatokra támaszkodunk.

Ily módon tehát összes állomásainkra a  $\frac{\partial U}{\partial x}$ ,  $\frac{\partial U}{\partial y}$ ,  $\frac{\partial U}{\partial z}$  értékeit megkapjuk s ebből a függőóneltéréseket közvetlenül kiszámíthatjuk. Továbbá ugyancsak ezen adatokból számítás útján egyrészt a  $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$ ,  $\frac{\partial^2 U}{\partial y^2}$ ,  $\frac{\partial^2 U}{\partial z^2}$  értékeit, másrészt a potenciált, az  $U$  értékeit is megkapjuk, szóval a *nivófelületet teljesen megismerjük*.

A számítás helyességének és megbízhatóságának többszörös ellenőrzéseül kínálkozik, hogy az észlelési hálózatban egy-egy zárt vonalon körülhaladva az adatoknak a

$$\sum \left\{ \left( \frac{\partial U}{\partial \xi} \right)_b - \left( \frac{\partial U}{\partial \xi} \right)_a \right\} = 0$$

vagy

$$\sum \left\{ \left( \frac{\partial U}{\partial \eta} \right)_b - \left( \frac{\partial U}{\partial \eta} \right)_a \right\} = 0$$

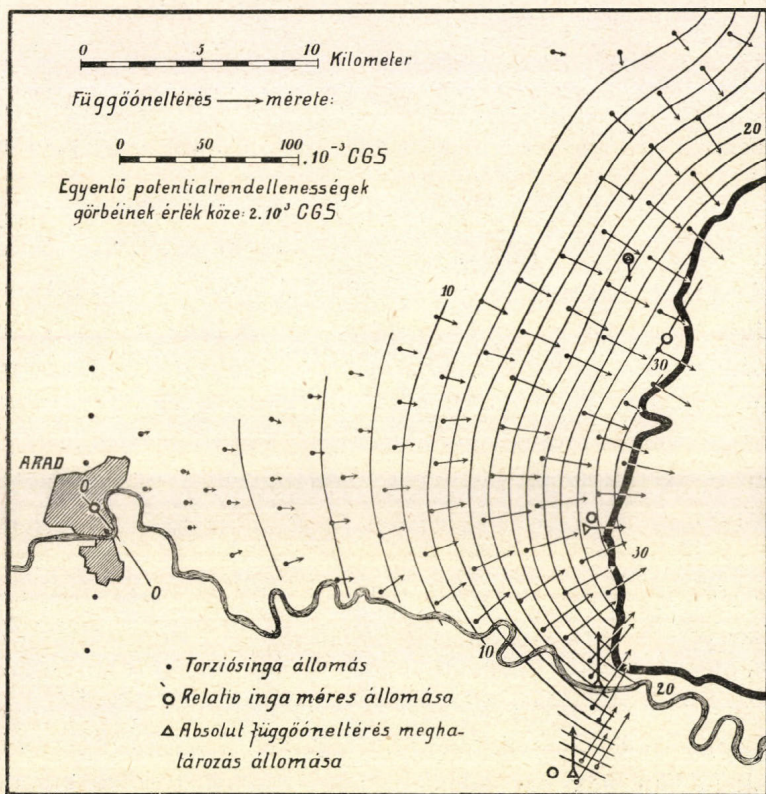
vagy

$$\int \frac{\partial U}{\partial s} ds = 0$$

feltételeknek eleget kell tenniök. Végzett méréseinkkor ez ismételtelen beigazolódott.

Példaképpen röviden az *Arad vidékén* végzett mérések ez irányú feldolgozását ismertetem.<sup>78</sup> E területen 188 torziós inga

állomásunk van, ezenkívül asztronómiai-geodéziai mérésekkel a függőőn északi eltérése 7 állomáson, keleti eltérése pedig 2 állomáson van meghatározva. E meghatározások elsősorban a torziós mérleg adataiból levezetett értékek ellenőrzésére alkalmasak. Ugyanis az északi függőőneltérések közül kettőt arra



18. ábra. Függőőn-eltérések és egyenlő potenciálú görbék Arad vidékén.

használtunk fel, hogy segítségükkel a torziós mérleg adataiból a függőőneltéréseket kiszámíthassuk. Ily módon azután a többi közvetlenül meghatározott relatív függőőneltérést a torziós inga adataiból is kiszámíthattuk. Az értékek kitűnően megegyeznek, illetve az eltérések a szokásos függőőn meghatározások pontosságán alul maradnak.

Az adatok egy részét vázlatosan a 18. ábrán állítottuk egybe. A térképből az állomások közül többet kihagytunk, hogy azok a kicsinyített rajzban az áttekinthetőséget ne zavarják. A függő-  
 óneltéréseket az adatokkal arányos hosszúságú és az eltérítő  
 erő irányába rajzolt nyilakkal ábrázoltuk. A görbék a  
 potenciálgörbék, melyek egymástóli távolsága  $2 \cdot 10^3$  CGS, ami  
 $h = \frac{\Delta U}{g}$  képlet alapján kis elhanyagolással 2 centiméterekben  
 adja a  $h$ -t, azaz a nivófelületnek azon normál ellipszoid fölé való  
 emelkedését, ami az aradi ingaállomáson, mint kezdőponton  
 halad keresztül.

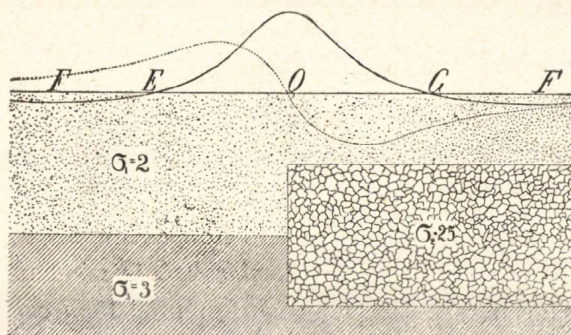
Nem akarom említés nélkül hagyni a függőóneltérésekben  
 mutatkozó azt az érdekes sajátosságot, hogy a hegy felé köze-  
 ledve, azok maximuma nem a hegy lábánál, hanem már néhány  
 Kilométerrel előbb van. Közelebb haladva a hegyhez a függőón  
 eltérése kisebbedik, mintha látszólag a hegyek okozta taszítás  
 mutatkoznék. A függőóneltérések eme rejtélyesnek látszó tulaj-  
 donsága már régóta ismeretes. Oka a földalatti tömegek hatásá-  
 ban rejlik, amint azt méréseink alapján kvantitatíve ellenőriz-  
 hetjük.

\*

Már a gradiensek és izogammák alapján a föld alatti tömegekre  
 bizonyos következtetéseket vonhatunk. E következtetések  
 bővülnek és tökéletesednek akkor, ha a görbületi adatokat és  
 a függőóneltéréseket is szem előtt tartjuk. Bizonyos alakulatok  
 ugyanis majd az egyik, majd a másik féle hatásban nyilvánul-  
 nak jobban. Így egy földalatti lejtő a gradiensekben mutat-  
 kozik, míg a görbületi adatokra hatástalan. Egy földalatti  
 kiemelkedés oldalai felett nagy gradienseket, teteje felett pedig  
 nagy görbületi adatokat kapunk. Következtéseinket tehát  
 lényegesen elősegíti az, ha a gravitációs zavarnak a föld felületén  
 való lefolyását mindkét adatban figyelembe vesszük. Erre  
 vonatkozólag maga Eötvös báró sok számítást végzett, meg-  
 határozván a gradiens és a görbületi adat görbójét a különböző  
 földalatti alakulatok számára. Az e célra levezetett formulákat

és az eredményeket azonban nem közölte. Később többen, közöttük különösen K. JUNG foglalkozott rendszeresen e kérdéssel.<sup>326</sup>

Aránylag egyszerű számításokkal megállapíthatjuk, hogy bizonyos szabályos alakulatok hatása adatainkban miként nyilvánul. Így egy földalatti lépcső, egy vetődés fölött a középben nagy gradienst kapunk, innen jobbra vagy balra távolodva a gradiensek egyaránt csökkennék. A görbületi adatban pedig egy a végein ellaposodó hullámvonalat kapunk, amelynek középső  $O$  pontja a földalatti vetődés felett fekszik. A torziós mérleg



19. ábra. Izosztikus alakulat gravitációs hatása.

tehát a lépcső kikeresésére kiválóan alkalmas. Maga az inga távolabb a lépcsőtől az egyik oldalon nagyobb, a másik oldalon kisebb értéket ad ugyan, de a különbség aránylag csekély. A határvonal kikeresésére az inga meg egyáltalában nem használható. A tokodi bányaterületen végzett ily irányú méréseinkkel e kérdést gyakorlatilag megvizsgáltuk.<sup>190</sup>

Különös figyelmet érdemelnek az *izosztikus alakulatok*, amelyekben a kisebb sűrűségű rétegek az alsó nagyobb sűrűségűben akként helyezkednek el, mintha folyadékban úsznának. Egy ilyen képzelt szabályos esetet tüntettünk fel a 19. ábrán. Alul a 3 sűrűségű réteg van, amely felett izosztikusan helyezkedik el a 2,5 sűrűségű tömb és a 2 sűrűségű felületi réteg. A kihúzott görbe a gradiensek lefutását adja. Az  $O$  pont

feletti maximum miatt a torziós inga a határvonal kikeresésére kiválóan alkalmas. Magának a nehézségi erőnek a  $g$ -nek értéke nagyobb távolságra az  $O$  ponttól jobbra és balra egyenlő. Az  $O$ -tól nem nagy távolságban kis különbségek mutatkoznak ugyan és  $G$  pontban legnagyobb,  $E$  pontban pedig legkisebb az érték; az eltérés,  $\Delta g$  azonban a geológiailag valószínű méretek esetén nagyon csekély. A 2·5 sűrűségű tömb egy kilométer vastagsága esetén  $\Delta g=0\cdot001$  CGS és 10 kilométer vastagság esetén még mindig csak  $\Delta g=0\cdot010$  CGS. Ilyen alakulatot tehát ingával nem igen mutathatunk ki. A pontozott vonal a görbületi értékek lefutását adja, mely adatok a határvonal felkeresésére ugyancsak alkalmasak. A torziós ingát egyébként is az izosztázia és más geofizikai kérdések tanulmányozására célszerűen felhasználhatjuk. Az eddigi vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy az igen nagy hegységek és maguk a kontinensek izosztatikusan helyezkednek el a föld felületén, míg a kisebb hegyekre, a kisebb tömegekre ez az elv érvénytelen.

Következtetéseink szempontjából elsőrendű fontosságúak továbbá a *földmágneses erő adatai*, amelyek a mágneses tulajdonságú rétegekre nyújtanak felvilágosítást. Éppen ezért gravitációs állomásainkon a földmágneses elemeket is mindenkor meghatároztuk, sőt több esetben külön részletes mágneses felvételeket is végeztünk. E tekintetben utalok az ezt követő e tárgyú cikkekre.

Természetes, hogy a földalatti tömegekre való következtetéseinknél a *geológiai megállapításokat* is mindenkor szem előtt kell tartanunk. Általában véve mennél több esetünk lesz arra, hogy bizonyos gravitációs zavar geológiailag miként értelmezendő, annál biztosabbak lesznek későbbi következtetéseink. E geológiai jellegű következtetések nem egyszer gyakorlati jelentőségűek.

Éppen ezért a *gyakorlati bányakutatásokban* egyre nagyobb mértékben használják Eötvös eszközét, és hasznosítható ásványi kincseket igyekeznek vele a föld mélyében felkutatni. Közvetlenül kimutathatunk ugyanis olyan anyagokat, amelyek sűrű-

sége a környezettől eltér, amiért is a fellépő gravitációs zavar útján elárulják jelenlétüket. Így a nagyobb sűrűségű ércvonulatokat, avagy a kisebb sűrűségű sótesteket, továbbá a szenet stb. kereshetjük fel ily módon. Erdélyben végzett méréseinkben a sótestek feltűnően mutatkoztak, Amerikában pedig már igen sok sótestet kutattak fel a torziós ingával.

Ezen kívül *közvetve* oly anyagokat is felfedezhetünk, amelyek ugyan gravitációs szempontból közvetlenül nem nyilvánulnak, de oly földalatti alakulattal kapcsolatban fordulnak elő, amelyet a torziós ingával kimutathatunk. Adott esetben vízre, olajra földgázra stb. következtethetünk.

Így *Budapest* környékén a melegvízforrások lejtése összeesik a dolomitréteg lejtésével, melyet eszközeinkkel lemérhetünk. Tehát báró Eötvös módszerével előre megmondhattuk volna, hogy a városligeti artézikútnál valószínűleg 900—1000 méter mélységben érik el a vizet. *Egbell* környékén, ahol olajok után kutattak, méréseinkkel teljesen olyan alakulatot állapítottunk meg, mint amelyet a geológusok is meghatároztak.<sup>154, 155</sup> Erdélyben végzett méréseinkkel a rétegvonulatok legmagasabb és legmélyebb helyeit az antiklinálisokat és szinklinálisokat határozhattuk meg, amelyek ismerete a földgázfúrások telepítése szempontjából elsőrendű fontosságú, miután tapasztalatszerűleg a bő földgázforrások az antiklinálisokon várhatók.

Az ilyfajta alkalmazások közül a legfontosabb a torziós ingával való *petróleum kutatás*, amely az egész világon el van terjedve. Az olaj és földgáz ugyanis tapasztalatszerűleg a következő alakulatokkal kapcsolatban fordul elő: Sótestek szélein, amint azt Texas kiterjedt síkságain és Németországban találták. Nagy sűrűségű magmatikus kőzetek feltörése mentén, amint azt Amerikában tapasztalták. Továbbá a földalatti vetődések közelében. Végül a földalatti kiemelkedéseken az antiklinálisokon és pedig különösen a földalatti dombszerű alakulatokon a dómonkon, amint azt úgy a külföldi, mint az itthoni kutatások igazolták. Minthogy mindezen alakulatokat a torziós ingával jól és

biztosan kimutathatjuk, ily módon közvetve a petróleum avagy földgáz előfordulására következtethetünk.

Különösen megbecsülhetetlen értékűek a torziós inga adatai sík területen, az Alföldön. A hegyes és dombos vidékeken ugyanis még a geológus magában is boldogul. Itt ugyanis a rétegek kibúvási helyein módjában van azok dőlését meghatározni s így azok menetét a föld alatt hozzávetőleg követni. Az Alföldön azonban csak költséges fúrások révén szerezhet támpontokat. Itt már az is nagyjelentőségű, hogy a próbafúrásokat ne teljesen vaktában, hanem alkalmas helyeken eszközöljük. Erre pedig a torziós mérleg biztos feleletet ad. Így *Kecskemét vidékén* teljesen elegendő, ha a terepen biztosan megjelölhető gravitációs minimumot és azt körülvevő maximumok közül kettőt, melyek egyike egyszersmind mágneses tulajdonságú, megfúrunk, ezzel ugyanis a földalatti alakulatba teljes bepillantást nyerünk. Lehet, hogy e fúrásokból értékesíthető anyagok is kerülnek felszínre, de ha ez nem is következik be, akkor is még mindig nemcsak tudományos, hanem gyakorlati szempontból is hasznos a torziós inga útmutatása, mert ezzel felesleges fúrásokat takarítottunk meg.

A *Hortobágyon és környékén* földgázkutatói célzattal ismételtén mértünk. Egy gravitációs maximumot és egy minimumot találtunk. A szerint, hogy a mélyben nagyobb, avagy kisebb sűrűségű anyagokat tételezünk fel, az egyik vagy a másik jelenti az antiklinálist. Ha tehát e két helyet megfúrjuk, az egyiken meg kell kapnunk a földgázt, ha az e környéken nagyobb mennyiségben egyáltalán előfordul. Negatív eredmény esetén e vidéken bővebb földgáz-forrást nem várhatunk, s így ezzel ismét felesleges fúrások költségeit takarítjuk meg. A gravitációs mérések híjján ugyanis esetleg a fúrások egész sorát végezhetjük, anélkül, hogy az antiklinálist eltalálnók.

A Hortobágy déli részén a Tekeszarva halom környékén megállapított minimum képe azonban annyira szétterült, hogy az nem annyira a geológusoktól feltételezett kisebb sűrűségű sótest, mint inkább egy nagy lapos mélyedés mellett szól. Az itt telepí-

tett fúrás, amellyel 1113 méter mélységig haladtak, a geofizikusok ez utóbbi felfogásának helyességét igazolta. A gravitációs maximum pedig Hajdúszoboszló közelében a Vervölgy vasúti megálló környékén fekszik. E centrális alakulat képe annyira határozott, szabályos és szimmetrikus, hogy a mélyben lévő kiemelkedés, a dóm közepe feltétlenül e helyen fekszik és így nagyobb mennyiségű földgáz e környéken várható, ha egyáltalán helytálló az a geológiai felfogás, hogy az Alföldön a földgáz és esetleg petróleum, a dómokkal kapcsolatban fordul elő. Az itt lemélyített 344 méteres próbafúrás is a feltörő földgáz miatt e helyet nagyon biztatónak mutatta. A tényleges mélyfúrást azonban nem itt, hanem más, geológiai módszerrel meghatározott kbl. négy Km távolságban fekvő ponton, Hajdúszoboszló mellett fúrták le 1091 méterig és értékes meleg gyógyvizet tártak fel mérsékelt mennyiségű földgázzal. Újabban ez első fúrás közelében egy másodikat is telepítettek, ahol jelenleg már 1700 méternél nagyobb mélységben tartanak. Sajnos ily módon a nemcsak geofizikai, de gyakorlati szempontból is kiválóan érdekes és biztató vervölgyi fúrás egyelőre függőben maradt. Mindezig Magyarországon geofizikai méréseink alapján más fúrás sem történt. A Baján végzett eredménytelen fúrás kitűzésénél ugyanis a torziós ingamérések eredményeit nem vették figyelembe. A többi alföldi fúrópont pedig oly helyeken fekszik, ahol vagy egyáltalán nem végeztünk gravitációs méréseket, avagy csak akkor, amikor ott a fúrás már folyamatban volt. Ily módon arra a főkérdésre, hogy a Magyar Alföldön a geofizikailag előnyösnek mutatkozó pontokon feltárható-e földgáz avagy petróleum, egyelőre nem felelhetünk.

Ezzel kapcsolatban csupán felemlíttem, hogy szerte a nagy világon és különösen Amerikában Texas kiterjedt síkságain, Mexikóban és legújabban Venezuelában igen nagy mértékben használják báró Eötvös eszközét a petróleum kutatásokban. Volt tanítványunk, a Houstonban működő geofizikus DONALD C. BARTON cikke<sup>315</sup> alapján közölhetem, hogy a sík területeken már kizárólag geofizikai módszerekkel dolgoznak és ily módon

Texas és Luisiánában az utóbbi pár év alatt több olajat találtak, mint előzőleg évtizedeken keresztül.

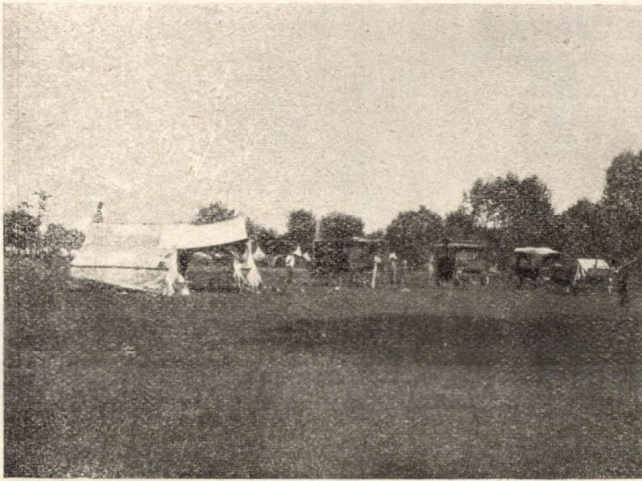
Végül sok esetben érdekesek és hasznosak azok a következtetések, amelyeket méréseinkből a földrengéses vidékeken vonhatunk. Legveszedelmesebbek ugyanis a földrengések ott, ahol a földnek ki nem egyensúlyozott vonalai, bizonyos törésvonalai, tektonikai vonalai vannak. Ha ily vidéken megrázkódik a föld, akkor igen nagy másodlagos elmozdulások, rétegcsuszamlások jöhetnek létre. Eszközainkkal éppen az ilyen, a földrengések szempontjából veszedelmes alakulatokat kereshetjük ki. Utalok *Kecskemét* vidékére, ahol a földalatti geológiai alakulat a földrengésekkel kétségtelenül összefügg. Ha valamely nagyobb földrengés előtt és után végzett mérések ugyanazon a területen rendelkezésünkre állának, minden valószínűség szerint ezekből a nagyobb földalatti tömegelmozdulásokra következtethetnénk. Továbbá ily módon a vulkánikus tömegeltolódásokat is észlelhetnők.<sup>75</sup> Mintegy hasonlatképpen felemlíttem, hogy a *Duna* partjától 100 méter távolságban a M. Tud. Akadémia pincéjében elhelyezett megfelelő érzékenységu eszköz útján a víz szintváltozását annak gravitacionális hatása alapján jól észlelhattük.<sup>66, 67</sup>

Mindezek alapján megállapíthatjuk, hogy Eötvös báró a gravitációs kutatásokat egy egészen új nagyjelentőségű módszerrel gazdagította. Az új eljárás a régieket nem teszi feleslegessé, hanem azokat kiegészítve, a nehézségi erő még részletesebb megismerését teszi lehetővé. E megismerés úgy *tudományos fizikai*, valamint *geodéziai* és *geofizikai* szempontból kiváló fontosságú, sőt amint azt az előzőekben láthattuk, belőle nem egyszer *szeizmologiai*, *geológiai* és *bányakutatási* szempontból érdekes és hasznos következtetéseket vonhatunk.

\* \* \*

Talán nem lesz érdektelen, ha röviden azt is érintem, hogy miként végezzük szabadban való méréseinket. Mint azt már említettük Eötvös báró első gravitációs eszközei aránylag

nagyok voltak, úgyhogy kényelmes szállításukra különleges kocsikat használtunk. Az új kistípusú eszközök azonban két kis ládába csomagolva bármi módon könnyen szállíthatók. Az egyéb műszereket, sátrakat, felszerelési tárgyakat ugyancsak külön kocsikon szállítjuk (20. ábra.). A gravitációs észlelések és az egyéb munkálatok gyors menete szempontjából célszerű, hogy állandóan a mérési terepen tartózkodjunk. A megfigyeléseket a szükséges pontokon igen gyakran a lakott helyek-



20. ábra. Expedíciós telep az Alföldön.

től, községektől távol végezzük. Mind e körülmények szükségessé teszik, hogy már itt magyarországi méréseinkben is valószínű expedíciós felszereléssel lássuk el magunkat, hogy így a lakott helyektől függetlenül, tekintet nélkül az idő viszonyosságaira, teljesen szabadban tartózkodhassunk. Célszerű lakásról, lakósátrakról (21. ábra), azok megfelelő berendezéséről, világításáról, konyhafelszerelésről stb. kellett gondoskodnunk. Tekintve, hogy naponkint legalább egy-egy új állomásra hurcolkodunk, mindezen berendezkedések megszerkesztésénél a főszempont az volt, hogy azok gyorsan és könnyen egybeállíthatóak és lebonthatóak legyenek. Saját tapasztalatainkon

okulva e berendezéseket egyre jobban tökéletesítettük. Teljesen zárt zsákszerű lakósátraink egy külön e célra készült kocsí oldalára vannak szerelve és szállításkor a kocsí tetejére kerülnek, a berendezés pedig a kocsí belsejébe.

Sokszor kedvezőtlen terepeken, süppedékes, árvizes területeken végeztük méréseinket s így arról is kellett gondoskodnunk, hogy az elénkbe gördülő akadályokat leküzdhessük. Repülő híd, kocsiemelők és pallók segítségével nem egyszer sikerült ily



21. ábra. Lakósátor és műszerkocsi a futtaki vadaskertben.

kritikus helyeken átjutnunk. Természetesen felszerelési tárgyait szaporodásával együtt járt, hogy kocsiparkunk is megnövekedett. A háború előtti években már két csoportban dolgozva, összesen 6 észlelő és 15 munkásember, illetve kocsivett részt a mérésekben. Összesen 13 kocsi állott rendelkezésünkre, köztük a külön szerkesztett műszerkocsik, lakáskocsik, teherkocsik és személyszállító utazókocsik. Ezeket takarékoságból csupán 9 pár állandó lóval vontattuk. A háború alatt is folytattuk méréseinket, de lényegesen megsűkített mederben, csupán egy expedícióval. A háborút követő nehéz években annyival is inkább kénytelenek voltunk ezt tenni, mert az

1918 évi októberi forradalom alkalmával a csőcselék a mérésekből visszatérő és a ceglédi vasúti állomáson veszteglő kocsijainkat teljesen kirabolta és minden igyekezetem dacára a hiányzó felszerelést csak most 1929-ben pótolhattuk. Ily módon jelenleg ismét két csoportban dolgozunk. Minthogy pedig az egyik expedíció kis műszerekkel és megfelelő könnyű felszereléssel van ellátva, a vontatásra mindössze 6 pár ló elegendő. Egyes esetekben egész különleges körülmények között, arra alkalmas



22. ábra. Lakóházikó és műszersátor a Balaton jegén.

felszereléssel végeztük méréseinket. Így a Balaton jegén szántalpakra erősített faházikóban laktunk és a műszerházikókat is szétszedés nélkül szántalpakra helyezve vontattuk egyik állomásról a másikra. (22. ábra.) A Bega-csatornán a folyam-mérnökség egy tanyahajóján tartózkodtunk stb. Méréseink kapcsán természetesen nem egyszer balesetekben és különböző kalandokban is volt részünk. Így a Balaton jegén egy alkalommal fakutyával (kis szán, melyet a rajta ülő szeges bottal tol előre) igyekeztem a tó közepén lévő állomásunkra, amikor egy felületesen befagyott halászlékbe szakadtam bele ; máskor a szél által egy rianás mentén elszakított óriás jégtábla magával

vitte expedíciónk egy részét, úgyhogy az ott rekedteket egy hirtelenében előkerített csónakon kellett megmentenünk. Kocsijaink nem egyszer felborultak és ilyenkor a törött részeket a mérésekben való idővesztés nélkül hoztuk rendbe. Az Alföld futóhomok pusztáin, valamint a tartós őszi esőzések feláztatta területeken sokszor hat, néha nyolc lóval kellett vontatni kocsijainkat. Erdélyi méréseink alkalmával az árvizes terüle-



23. ábra. Menekülés az árvízből Felvinc környékén.

teken kocsijaink többször elsüllyedtek, úgyhogy emelőkkel kellett kiemelnünk és pallókra téve a veszedelmes területről kitolnunk. Felvinc körül az árvíz körülzárta expedíciónkat; kocsijainkat négy lóval és hat bivallyal vontattuk a vízén át a vasúti töltésre (23. ábra.) és onnan pályakocsikra helyezve toltuk be a vasúti állomásra. Más alkalommal az ingoványos területen lovaink elsüllyedtek, úgyhogy egyenkint hosszú kötélre kötve két-két lóval kellett azokat onnan kivontatnunk stb.

Külföldi méréseink alkalmával csupán a műszereket és az ahhoz tartozó felszerelést vittük innen hazulról magunkkal,

míg a szabadban való tartózkodás felszerelését az ottani viszonyoknak megfelelően a helyszínen kaptuk. Indiában a trópusokon használatos kettős tetejű vászonsátrakban laktunk. Tekintettel az ott divó munkafelosztásra, illetőleg naplopásra, több mint száz emberre, illetőleg kulira volt szükségünk az itthoni mérésekben alkalmazott összesen nyolc munkás és kocsis helyett. Ily módon egész nagy expedíciós felszerelésünk volt,



24. ábra. Az expedíciós felszerelés szállítása elefántokon  
Upper Assamban.

amelyet Khairpur dzsungeljeiben 20 kis kétkerekű «bullock car»-on szállítottunk. E primitív, minden vas alkatrész nélkül készült szekereket használja az ottani nép talán ezer év óta. Mi magunk ugyancsak az ott használatos kétkerekű és egylovas tongákon közlekedtünk. Upper Assam őserdeiben az úttalan mocsaras területeken 12 elefánton szállítottuk holmijainkat (24. ábra.) és mi magunk is elefánt hátán közlekedtünk. A kényesebb műszereket kulik vitték. A francia mérésekben cserkészsátrakban tartózkodtunk stb.

\* \* \*

Végül röviden érinteni kívánom, hogy a külföld mily mértékben karolta fel e vizsgálatokat. Tulajdonképpen EÖTVÖS LORÁND bárónak, az Internationale Erdmessung 1906-évi budapesti értekezletén tartott előadása irányította e mérésekre a geodéták figyelmét.<sup>76</sup>

Az elsők között a németek, a porosz Kir. Geodéziai Intézet rendelkezett be az EÖTVÖS-féle mérésekre. Eszközüket HECKER utasításai alapján<sup>140</sup>, de lényegében a mieink szerint saját intézeti mechanikusukkal készítették. A szükséges adatokat, valamint az első torziós drótokat mi bocsátottuk rendelkezésükre, s egyszerűségi megadtuk a szükséges utasításokat a torziós drótok készítésére és megvizsgálására vonatkozólag is. Ezen eszközzel jó ideig csak a geodéziai intézetben kísérleteztek, később a szabadban SCHWEYDAR mért vele.<sup>164, 165</sup> HECKER a strassburgi szeizmológiai intézet részére ugyancsak Potsdamban egy második eszközt is készítettett, s ezzel KOENIGSBERGER freiburgi egyetemi tanár társaságában, aki a méréseket nálunk hosszabb ideig tanulmányozta, Hamburg környékén végzett megfigyeléseket. E célra EÖTVÖS báró még külön egy eszközt is rendelkezésükre bocsátotta.

A franciák közül BRILLOUIN végzett méréseket a Simplon alagútban az EÖTVÖS-féle eszközzel, melyet bizonyos módosításokkal maga készítettett.<sup>130, 132, 134</sup>

Az olaszok közül a palermói egyetemen VENTURI professzor elméletileg,<sup>138</sup> a padovai egyetemen pedig SOLER gyakorlatilag foglalkozott a báró EÖTVÖS-féle módszerrel.<sup>146</sup> SOLER professzor a mérések tanulmányozására nálunk is járt és Nagykőrös körül azokban részt is vett. Eszközüket SÜSS NÁNDOR budapesti precíziós mechanikusnál rendelték meg, amellyel a laboratóriumon kívül elsősorban Padova környékén végeztek<sup>150</sup> méréseket.

Az orosz katonai földrajzi intézettel ugyancsak tárgyalások folytak ily eszközök megrendelésére, amelyek azonban a világháború miatt teljesen megszakadtak.

Az angolok a londoni *The Science Museum* részére ugyancsak Süssnél EÖTVÖS-féle eszközt készítettettek, mely azonban a

háború miatt itt rekedt és csak 1920-ban kaphatták meg. Kérésükre legújabbán a torziós inga fejlődését feltüntető fényképsorozatot bocsátottam rendelkezésükre, amely a South Kensingtoni Museumban ugyancsak ki van állítva.<sup>376</sup>

Az elsők között a *japánok* szintén Süß mechanikusnál rendelték meg eszközüket, amellyel SINJO egyetemi tanár, aki a mérési módszert nálunk gyakorlatilag is tanulmányozta, első sorban Tokyo körül végzett megfigyeléseket.

Nálunk, kívülünk GORJANOVICH KRAMBERGER *horvát* geológus irányítása mellett GAVAZZI tanár végzett Horvátországban és Szlavóniában méréseket.<sup>145, 153</sup> Eszközüket ugyancsak Süßnél csináltatták. Tekintve, hogy a hosszas tapasztalatok alapján a műszerek gyakorlati aprólékos titkait jól ismerjük, az összes Budapesten készült eszközöket véglegesen mi hoztuk rendbe. Ugyancsak mi határoztuk meg mindenkor az eszközök állandóit is. Később FASCHING professzor a zágrábi műegyetem geodéziai tanszéke részére egy újabb kistípusú «Original Eötvös» ingát rendelt.

Ausztriából SCHUMANN bécsi] műegyetemi tanár hosszabb ideig tanulmányozta itt nálunk úgy a laboratóriumban, mint a szabadban e méréseket. Később egy eszközünket rendelkezésére bocsátottuk, amellyel első sorban a laboratóriumban, majd pedig a bécsi medencében végzett megfigyeléseket.<sup>177, 182</sup>

SMOLENSKI krakói egyetemi tanár ugyancsak felkereste expedíciónkat. Később a *varsói Geológiai Intézet* két Eötvös-ingát rendelt Budapesten és JANCZEWSZKI geológusuk hosszabb időt töltött intézetünkben a mérések tanulmányozása céljából.

Eleintén csak a tudós világ, főleg a geodéták érdeklődtek a torziós inga iránt, később inkább a geológusok és a gyakorlat emberei. A háború után ugyanis a világ minden részében egyre fokozottabb mértékben használják Eötvös eszközét és pedig főleg a petróleum kutatásokban. Egyre többen keresték fel az Eötvös-Intézetet és mérő expedíciónkat, sőt némelyikük hónapokon át nálunk tartózkodott, hogy e módszert úgy elméletileg mint gyakorlatilag elsajátítsa. Többek között MACDONALD

geológus Londonból, illetve Perzsiából, SCHUMACHER holland geológus, ROMBERG honolului tanár, BARTON főgeológus Észak-Amerikából, STEINER geológus Texasból, GORNICK, az «Exploration» német kutatótársaság igazgatója, BOSE az indiai Punjab Irrigation Research Laboratory geofizikusa Lahoreból, ROSE és D. LA TOUCHE geofizikusok az afrikai portugál gyarmatról Angólából, TEMPLETON geofizikus Venezuelából, KLOTZ az ottawai Dominion Observatory volt igazgatója Kanadából, valamint MILLER ugyanezen intézet főgeofizikusa stb. Ily módon több mint huszonöt szakember közvetlenül itt az Eötvös-Intézetben tanulta meg a torziós inga használatát és általuk közvetve terjedt el azután ez az új kutató módszer az egész világon. A külföldön már igen kiterjedt szakirodalom foglalkozik az Eötvös-ingával és annak különböző alkalmazásaival.

A Budapesten készült eredeti Eötvös eszközöket szerte a nagyvilágon és pedig legnagyobb mértékben Amerikában használják. Kivülük még a német, a berlini *Askania Werke* műszerei vannak elterjedve. Az angol, a londoni OERTLING cég eszközeit azonban alig használják. E külföldi torziós ingák tulajdonképpen a mi eszközeink alapján készültek, lényegükben báró Eötvös eredeti műszeréhez hasonlóak és csupán a külső észlelési berendezésben térnek el attól. Ugyanis az eszközökön a távcsővel való közvetlen vizuális észlelés helyett a fotografikus regisztrálást és az automatikus forgatást vezették be, ami azonban a szabadban való mérésénél sok hátránnyal jár.<sup>191, 204, 255</sup> Báró Eötvös maga sokat foglalkozott a regisztrálással, de azt a mezei mérésekben előnytelennek tartotta. Felfogásának helyességét a későbbi tapasztalatok is igazolták. Az automatikus szerkezetek rendben tartása ugyanis, különösen elhagyott, rossz vidékeken nagyon nehézkes, működésükben nem egyszer zavarok léphetnek fel. Vizuális észlelés esetén, az esetleges zavarokat, amelyek bármely torziós ingánál előfordulhatnak, azonnal észrevesszük és a hibás leolvasásokat megismételve, az észlelési sorozatot mindenkor megmenthetjük. Regisztrálás esetén azonban csak utólag a lemez előhívásakor vesszük észre a bajt és a hasznavehetetlen

megfigyelést elveszítjük. Vizuálisan észelve a numerikus adatok közvetlenül rendelkezésre állanak, míg regisztrálásakor a lemezeket utólag kell kimérnünk. Úgy a fenti, valamint egyéb előnye miatt a vizuális módszer a külföldön egyre inkább tért hódít, annyival is inkább, mert az automatikus berendezés karbantartására tapasztalat szerint egy külön mechanikust kell alkalmazni. A fent említett két külföldi precíziós mechanikai gyáron kívül még néhány más cég is próbálkozott az Eötvös-ingák gyártásával, eszközeik azonban nem váltak be.

A külföld és közöttük a németek eleintén meglehetősen fenntartással fogadták a torziós ingával végzett vizsgálatokat. Nem hitték, hogy szabadban észelve a szükséges nagy pontosságot és biztosságot tényleg elérhetjük. Miután azonban nagyobb észlelési sorozatok és az azokban mutatkozó rendszeresség kapcsán módjukban volt a mérések realitásáról meggyőződést szerezni, a módszer legbuzgóbb pártolóiává lettek. Így maga HELMERT, a már elhunyt berlini egyetemi tanár, a porosz Kir. Geodéziai Intézet igazgatója, az Internationale Erdmessung elnöke, eleintén nem igen bízott e mérésekben, később pedig a legnagyobb elragadtatással nyilatkozott róluk. Így mikor 1915-ben ingamérések végzése céljából Potsdamban jártam, ismételten alkalmam volt HELMERT-tel e mérésekről beszélgetni, amikor is ő többek között a következőket mondotta: a felső geodézia két legcsudálatosabb eszközének tartja a libellát és az Eötvös-féle eszközt, mert mind a kettő lényegében olyan egyszerű és mégis okkal-móddal használva, általuk a Föld alakjára és felszínének szerkezetére vonatkozólag oly fontos és messzemenő következtetéseket vonhatunk. Azóta nemcsak a tudományban, de a gyakorlati bányakutatásokban is óriási tért hódított az Eötvös inga, amely ma már a petróleum kutatás egyik nélkülözhetetlen eszköze.

A mi elismerésünkénél csak örömünk lehet nagyobb, hogy az igazi tudós szerénységével működő báró Eötvös Loránd messze túl az ország határán, az egész művelt világ előtt elismerést, hírt és dicsőséget szerzett a magyarnak.

## IV. A GRAVITÁCIÓ ÉS TEHETETLENSÉG ARÁNYOSSÁGÁRÓL.

PEKÁR DEZSŐ 1. tag és FEKETE JENŐ-től.

NEWTON vonzási törvénye tulajdonképen oly tételeket foglal magában, amelyeket általános érvényűeknek ismertek el a nélkül, hogy azoknak szigorú kísérleti bizonyítását adták volna. Ilyenek a következők :

1. A testek vonzása független az anyagi minőségtől és csak a tömegtől, vagy máskép kifejezve a tehetetlenségtől függ és pedig oly módon, hogy ezzel arányos. Ezt a tételt tehát úgy is fejezhetjük ki, hogy a gravitáció és tehetetlenség viszonya minden anyagra nézve ugyanazon értékű állandó, azaz a gravitáció és tehetetlenség egymással *egyenesen arányos*.

2. Két test kölcsönös vonzását a környező, illetőleg köztük fekvő anyagok nem módosítják.

3. A vonzás végtelen nagy sebességgel terjed, mert csakis így lehetséges, hogy a vonzóerő a testek mozgási állapotától független legyen.

E tételek közül az elsőnek kísérleti bizonyítását már NEWTON igyekezett megadni. Vizsgálatait különböző anyagokkal, arany, ezüst, ólom, üveg, homok, konyhasó, víz, gabona és fával megterhelt egyenlő hosszúságú ingákkal végezte, amelyeknek lengés-idejét lehetőleg pontosan meghatározta. NEWTONnak e kísérletei szerint *ugyanakkora tömegű*, de *különböző anyagú testek* nehézségei legfeljebb értéküknek  $\frac{1}{1000}$ -ed részével különbözhetnek egymástól. Később BESSELnek híres ingakísérleteivel sikerült

kimutatni, hogy a különböző testek nehézségének gyorsulásában nagyobb eltérés nem lehet, mint legfeljebb annak  $\frac{1}{60\,000}$ -ed része. Vizsgálatait arany, ezüst, ólom, vas, cink, réz, márvány, agyag, kvarc és meteorit-anyagú testekkel végezte.

Báró EÖTVÖS LORÁNDnak hasonló irányú vizsgálatai, amelyeket még a múlt század nyolcvanas éveinek végén végzett, pontosságban messze felülmulják NEWTON és BESSEL kísérleteit. EÖTVÖS az általa már akkor egyébként is használt torziós ingával kimutatta, hogy ha ugyanakkora tömegű, de különböző anyagú testek nehézségében egyáltalában eltérés volna, akkor ez eltérésnek kisebbnek kell lennie, mint annak  $\frac{1}{20\,000\,000}$ -od része. Üveget, antimont és parafát rézzel hasonlított össze; továbbá levegőt és rezet, mely utóbbi esetben azonban a levegő aránytalanul kis sűrűsége miatt az esetleges eltérés felső határát az egész erő  $\frac{1}{100\,000}$ -ed részének találta.<sup>42, 43</sup> Kísérleti módszeréről később bővebben szólunk.

Az előbb említett három tétel jelentőségében erősen nyert, másrésről azonban minden kétségen felül álló általános érvényessége nagyon megrendült amaz eredmények miatt, amelyeket az elméleti elektrodinamikában újabban megállapítottak. Az elektromos és mágneses erőknél ugyanis, amelyeknek első leírása a vonzáséhoz hasonló alakban történt, azt tapasztalták, hogy ezek a fény tovaterjedési sebességével haladnak s kölcsönhatásuk a közbülső mediumtól lényegesen függ, azaz az elektromos és mágneses erőkre a 2. és 3. tétel nem érvényes. Még nagyobb jelentőséget nyert az 1. tétel azzal, hogy a testek mechanikai értelemben vett tehetetlensége és az azokban foglalt elektromos részecskék töltése között bizonyos összefüggést sikerült kimutatni. Így azután a gravitáció, arányos lévén a tehetetlenséggel, az elektrodinamikával jutott összefüggésbe és tág tere nyílt a gravitáció mibenlétére vonatkozó elméleti vizsgálatoknak. Mindinkább előtérbe nyomult tehát a fenti három s azok között is elsősorban az 1. tétel érvényességének kérdése.

Ez indította a *göttingeni egyetem filozófiai fakultását* arra,

hogy 1906-ban a BENECKE-féle díjra a következő pályakérdést tűzte ki : «EÖTVÖS igen érzékeny módszert közölt az anyag gravitációjának és tehetetlenségének összehasonlítására. Tekintettel erre és utalva az elektrodinamika újabb haladására és a radioaktív anyagok felfedezésére, vizsgáltsák meg részletesen a NEWTON-féle törvény a gravitáció és tehetetlenség arányosságáról.» E kérdésre egyetlen pályamű érkezett be, amelynek szerzői BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND és *e sorok írói* 1909-ben a BENECKE-féle első díjat nyerték el.<sup>79</sup>

A pályamunka EÖTVÖS halála után az észlelési táblázatok elhagyásával és kissé megrövidítve megjelent.<sup>86</sup> Első része azzal a kérdéssel foglalkozik, hogy a vonzás a testek anyagi minőségétől független-e ; a második rész a vonzásnál esetleg fellépő abszorpció jelenséget tárgyalja ; a harmadik rész a radioaktív anyagokkal végzett kísérleteket tartalmazza ; végül pedig az eredmények vannak rendszeresen egybeállítva. Ismertetésünkben mi is e sorrendhez ragaszkodunk.

\* \* \*

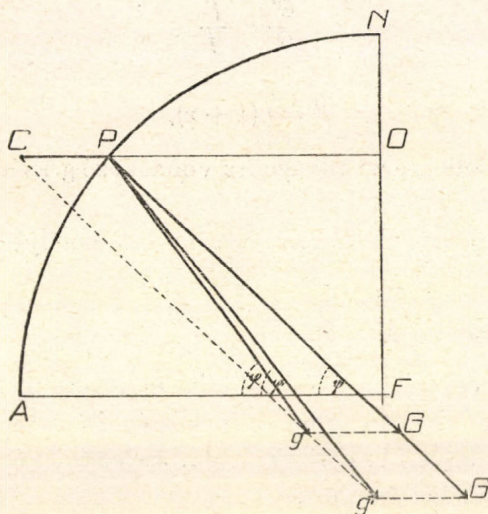
Eötvösnek módszere, amelyet már előző vizsgálataiban is alkalmazott, azon alapszik, hogy *ha a Föld vonzása a különböző anyagokra egymástól eltérő volna, akkor a nehézségi erő irányának is különbözőnek kellene lennie.* A nehézség ugyanis két különböző nagyságú és irányú erőnek eredője, melyek közül az egyik a tömegvonzásból, a másik a Föld forgásából és a testek tehetetlenségéből eredő középpont-futó erőből származik. Önként érthető, hogy az egyik összetevőnek a vonzóerőnek változása magának az eredőnek, a nehézségnek irányát is megváltoztatja, ez irányeltérés pedig a torziós ingával könnyen kimutatható.

Az 1. ábrán látjuk, hogy a  $\vec{PG}$  vonzóerő a  $\vec{Pg}$  nehézség-erő irányától az északi félgömbön észak felé tér el. Legyen az eltérés szöge  $\varepsilon$ . Feltéve, hogy a vonzás különböző anyagokra különböző, a  $\vec{PG}$  és  $\vec{Pg}$  egy másik anyagra nézve a vonzó, illetőleg a nehézségi erőt tünteti fel, amelyek egymástól  $\varepsilon'$  szöggel

térnek el. Ezek a szögek a rajzban megjelölt  $\varphi$ ,  $\varphi'$  és  $\psi$  szögekkel fejezhetők ki:

$$\varepsilon = \varphi - \psi \quad \text{és} \quad \varepsilon' = \varphi' - \psi,$$

melyek feltevésünk értelmében egymástól különböznek s az anyagi minőségen kívül azonban a geográfiai szélességtől is füg-



1. ábra.

genek. Az  $\varepsilon$  az egyenlítőn és a sarkokon 0, s legnagyobb értéke a 45. szélességi fokon:  $357''$ .

A különböző anyagok közül válasszuk a vizet *normálananyagul*. Erre és egy más anyagra nézve a nehézségerő irányának különbségét ( $\varepsilon' - \varepsilon$ )-t nagy megközelítéssel következőképen írhatjuk

$$\varepsilon' - \varepsilon = - \frac{G' - G}{g} \sin \varepsilon,$$

ahol  $G$  és  $G'$  a vonzóerőt,  $g$  pedig a nehézségerőt jelenti.

Az egyes anyagok vonzását a  $G'$ -et a vízével, a  $G$ -vel, mint normálananyagéval a következőképen fejezhetjük ki

$$G' = G(1 + \alpha),$$

ahol  $x$  az illető anyagra jellemző, specifikus vonzási együttható. Ezt bevezetve a nehézség iránykülönbsége:

$$\varepsilon' - \varepsilon = -x \frac{G}{g} \sin \varepsilon. \quad (1)$$

NEWTON általános vonzási törvénye szerint, továbbá

$$\frac{G'}{G} = \frac{f'}{f},$$

s így

$$f' = f(1 + x), \quad (2)$$

ahol  $f'$  és  $f$  a különböző anyagokra vonatkozó gravitációs állandót jelenti.

NEWTON ingakísérletei ezek szerint azt mondják, hogy bármely anyagra  $x < \frac{1}{1000}$ , BESSEL szerint  $x < \frac{1}{60\,000}$  és EÖTVÖS régebbi vizsgálatai alapján  $x < \frac{1}{20\,000\,000}$ .

Ha az (1) egyenletet még mindig elegendő megközelítéssel  $\varepsilon' - \varepsilon = -x\varepsilon$  alakban írjuk, a nehézség irányának eltérésére a különböző anyagokra nézve, a 45. szélességi fokon a következő szögértékeket kapjuk:

$$\text{ha } x = \frac{1}{1000} \text{ akkor } \varepsilon - \varepsilon' = 0.357''$$

$$\text{« } x = \frac{1}{60\,000} \quad \text{« } \varepsilon - \varepsilon' = 0.005\,95''$$

$$\text{« } x = \frac{1}{20\,000\,000} \quad \text{« } \varepsilon - \varepsilon' = 0.000\,018''$$

Az anyagi minőségtől függő vonzásnak, vagyis a különböző anyagokra ható nehézségi erők iránykülönbségének egy másik következménye az volna, hogy a nehézségnek minden egyes anyagra nézve más és más volna a nivófelülete. A nivófelület pedig — amint tudjuk — meghatározza a Föld alakját, a geoidot. Ha e különböző geoidok az egyenlítőn egymást érintik, akkor a sarkokon azok legnagyobb eltérése  $z$  a következő volna:

$$x = \frac{1}{1000} \quad \text{esetében } z = -1380 \quad \text{cm}$$

$$x = \frac{1}{60\,000} \quad \text{« } z = -23 \quad \text{cm}$$

$$x = \frac{1}{20\,000\,000} \quad \text{« } z = -0.069 \quad \text{cm}$$

A különböző anyagok nehézségében esetleg fellépő előbb említett kicsiny irányváltozásokat a függőóonnal és libellával már egyáltalán ki nem mutathatjuk, Eötvös torziós ingájával azonban még mindig jól lemérhetjük. E torziós inga részletes ismertetését a gravitációs mérésekről szóló cikkben találjuk.

Ezek után lássuk, miként mérhetjük le a meghatározandó adatokat. Válasszunk e célból egy derékszögű koordinata-rendszert úgy, hogy annak  $Z$  tengelye az eszköz forgási tengelyével essék egybe, tehát függőlegesen lefelé, az  $X$  tengely pedig észak és az  $Y$  tengely kelet felé irányított legyen. Jelentse továbbá  $m_k$  a torziós inga egy tömegelemét,  $g_k$  az arra ható nehézség-erőt,  $\tau_k$  azt a szöveget, amelyet  $g_k$  a víz nehézségének irányával képez,  $E$  pedig azt a szöveget, amelyet a mérődrót által képviselt forgási tengely iránya a víz nehézségének irányával alkot. Ha a torziós inga rúdja kelet-nyugat helyzetben van, a vízszintes forgási síkban minden  $m_k$  tömegelemre a nehézségnek egy észak felé irányuló komponense hat, amelynek nagysága

$$m_k g_k (\tau_k - E)$$

s az ebből származó forgatónyomaték

$$D = - \sum m_k g_k y_k (\tau_k - E) = - \sum m_k g_k y_k \tau_k.$$

Jelentse továbbá  $M_a$  és  $M_b$  a torziós inga rúdjának két végén elhelyezett tömegeket, amelyekre nézve  $x_a$  és  $x_b$  feltételeink szerint különbözők,  $l_a$  és  $l_b$  az  $M_a$  és  $M_b$  tömegek súlypontjának a forgási tengelytől való távolságát s  $a$  a torziós inga rúdjának

azimutját, akkor tekintetbe véve az (1) egyenletet, elegendő közelítéssel írhatjuk

$$D = M_a l_a (x_b - x_a) G \sin \varepsilon \sin \alpha. \quad (3)$$

E forgásmomentum nagyságára és Eötvös torziós ingájának érzékenységére csak azt említjük fel, hogy ha  $x_b - x_a = 1.10^{-6}$  lenne, akkor az eszköz még mindig több mint 10 osztályrész kitérést mutatna.

A (3) alatti forgató nyomaték mellett a torziós inga rúdja az azonban még a nehézség térbeli változásaiból eredő forgásmomentum  $F$  is hat, úgy hogy a földi nehézség okozta összes forgatónyomaték:

$$\begin{aligned} F = F + D = & \frac{1}{2} K \left( \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) \sin 2\alpha + K \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} \cos 2\alpha - \\ & - M_a h l_a \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} \sin \alpha + M_a h l_a \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z} \cos \alpha + \\ & + M_a l_a (x_b - x_a) G \sin \varepsilon \sin \alpha, \end{aligned} \quad (4)$$

hol a többi már ismert mennyiség mellett  $K$  a lengőszerkezet tehetetlenségi nyomatékát,  $U$  a nehézség potenciálfüggvényét,  $h$  a lelógó súly súlypontjának távolságát a rúdtól jelenti. E forgatónyomatékkal tart egyensúlyt a mérődrót megcsavarodásából származó forgató nyomaték  $\tau \vartheta$ , hol  $\tau$  a drót torziós állandóját,  $\vartheta$  a megcsavarodás szögét jelenti. E szöget, tekintve hogy a torziós eszközön az észlelések távcsöves tükrleolvasással és pedig megtört prizmas távcsővel történnek, a skálatávollal az  $L$ -el, az egyensúlyhelyzetnek megfelelő skálaolvasással az  $n$ -el és a megcsavaratlan rúd skálaértékével az  $n_0$ -val fejezzük ki. Mindezek alapján a közvetlenül észlelt megcsavarodásra a következő kifejezést nyerjük:

$$\begin{aligned} n_0 - n = & \frac{L}{\tau} K \left( \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) \sin 2\alpha + \frac{2L}{\tau} K \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} \cos 2\alpha - \\ & - \frac{2L}{\tau} M_a h l_a \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} \sin \alpha + \frac{2L}{\tau} M_a h l_a \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z} \cos \alpha + \\ & + \frac{2L}{\tau} M_a l_a G \sin \varepsilon (x_b - x_a) \sin \alpha, \end{aligned} \quad (5)$$

melynek felhasználásával, amint azt az alábbiakban részletezzük, az alkalmas módon végzett kísérleti megfigyelésekből a specifikus vonzási együtthatók különbségét, a  $(x_b - x_a)$ -t kiszámíthatjuk.

\*

A megvizsgálandó kérdést kísérletileg még egy más úton is megoldhatjuk és pedig a *Nap vonzásának felhasználásával*. A Nap és a Hold vonzása Földünkön elég szembeötlőleg nyilvánul, hiszen ez okozza a jól megfigyelhető tengerjárás jelenséget. A Hold vonzása a Napéhoz képest aránytalanul kicsiny s így ezt vizsgálatainkban elhanyagolhatjuk. Magát a kísérleti megfigyelést következő módon végezzük. Állítsuk torziós eszközünket úgy, hogy rúdja, melynek végein az összehasonlítandó anyagok vannak, észak-dél irányban legyen és hagyjuk az eszközt a kísérlet egész tartama alatt változatlanul ebben az állásban. Ez esetben a rúdra a Föld vonzásából származó (4) alatti forgatónyomatékon kívül, mely a mérődrót állandó megcsavarodását okozza, a Nap vonzásából eredő forgatónyomaték is hat, mely a Nap és a rúd kölcsönös helyzetének megfelelően naponkint periodikusan változik. Ha a Nap vonzására nézve  $(x_a - x_b)$  a nullától különböző és pozitív volna, ha tehát a rúd északi végén lévő  $M_a$  tömeget a Nap erősebben vonzza, mint a déli végén levő  $M_b$ -t, akkor a torziós inga rúdja nyugalmi helyzetét az időben akként változtatja, hogy napkeltekor a rúd északi vége kelet felé, napnyugtakor pedig nyugat felé fog kitérni. E kitérés nagysága torziós eszközünkön  $x_a - x_b = 1.10^{-6}$  esetében 3·5 osztályrész lenne.

Ezt az előző eljárás hasonló adatával egybevetve látjuk, hogy e második meghatározás érzékenysége az előzőnek kb. csak harmadrésze. Mindamellett e megfigyelési módszertől szép eredményeket várhatunk, ha e célra nem az egyszerű torziós ingát, hanem Eötvös *gravitációs kompenzátorát* használjuk fel.<sup>57, 58</sup> Ennek az eszköznek érzékenysége ugyanis tetszésszerint fokozható; gyakorlatilag azonban a fokozásnak határt szab az a körülmény, hogy az érzékenység növekedésével a zavaró hatások

is növekednek s így ezek kizárásáról kell a lehetőségig gondoskodnunk, amit elég jelentékeny mértékben el is érhetünk.

\*

Ez elméleti tárgyalások után lássuk, miként végeztük magukat a kísérleteket. A torziós inga rúdjának egyik végén az oda betolt platinasúlyt állandóan meghagytuk, míg a másik végén a lelógó platinasúlyt a megvizsgálandó anyagokkal helyettesítettük, ügyelve arra, hogy azok tömege a platinaéval közel egyenlő legyen és súlypontjuknak távolsága a rúdtól is mindig ugyanaz maradjon.

Az eszköz nagy érzékenysége és a lemérendő erők kicsiny volta miatt lehetőleg ki kell küszöbölnünk minden olyan zavaró hatást, mely a variometer rúdjának nyugalmi helyzetét megváltoztathatja.

Így zavarólag hathat a *földmágnességi erő*, ha a lelógó súly akármi kis mértékben is, de remanensen mágneses. Ezt a hatást azonban a földmágnességi erőt kompenzáló, az eszköztől elég távol elhelyezett mágnesrúddal vagy elektromágnessel tetszés szerint kicsinnyé tehetjük.

Ugyancsak zavarólag hathatnak az *elektrosztatikus hatások*, amelyek a lelógó súly vagy a rúd s az azokat körülvevő fémfalak között jöhetnek létre. Ezeket jórészt elkerülhetjük, ha a belső felületeket lehetőleg homogénné tesszük azzal, hogy finom koromréteggel vonjuk be.

A *különböző sugárzásokkal* szemben már maga az eszköz elég jó védelmet nyújt, mert külső burka hármassfalú fémszekrényből áll. E hatásokat még jobban csökkentettük azzal, hogy az eszközt jól védett helyiségben s ott is az egyébként szabadban használatos kettős vászonzalú sátorban állítottuk fel.

A *hőmérsékletváltozásból eredő hatásokat* a mérődrót előre meghatározott hőmérsékleti együtthatójával már részben számításba vesszük, másrésztől meg azzal kisebbíthetjük, hogy a kellő helyen felállított eszközzel a megfigyeléseket éjjel végezzük.

A *talaj rázkódásai* is okozhatnak ugyan a rúd nyugalmi hely-

zetében zavarokat, ezek azonban csak kivételes esetekben, például földrengésekkor lesznek jelentékenyek.

Az eszközt körülvevő tömegek eloszlásában történő változások csak annyiban jönnek számításba, amennyiben azzal a nehézség térbeli eloszlása is számottevően megváltozik.

Báró Eötvös a  $(x_b - x_a)$  különbség meghatározására háromféle, mindig tökéletesebb és tökéletesebb kísérleti eljárást alkalmazott.

Az elsónél feltételezi, hogy úgy a mérődrót torziós állandója, a  $\tau$ , vagyis az eszköz érzékenysége, valamint a nehézség térbeli változásai és pedig elsősorban a  $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}$  és  $\frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}$  differenciálhányadosok a kísérlet egész tartama alatt, tehát körülbelül egy hétig állandóak maradnak. A másodiknál megtartja ugyan az előbbi differenciálhányadosok állandóságát, de nem zárja ki annak a lehetőségét, hogy  $\tau$  az időben változik; míg a harmadik kísérleti eljárásnál azután úgy a  $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}$  és  $\frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}$ , mint a  $\tau$  változók lehetnek.

Az első eljárásnál az egyszerű nehézségi variometert használtuk. Az eszközt, amelyben először a rúd mindkét végén platina  $(x_a)$  volt, hosszú, napokig tartó kísérleti sorozatban az  $a = \frac{\pi}{2}$  és  $a = \frac{3\pi}{2}$  azimutokban, azaz a rúd kelet-nyugoti állásában észleltük, majd rövidebb sorozatban az  $a = 0$  és  $a = \pi$  azimutokban, vagyis a rúd észak-déli állásában történtek leolvasások. Az azimutoknak megfelelő indexekkel jelölt leolvasásokból az  $n_0$  és  $n_\pi$ , illetőleg  $n_{\frac{\pi}{2}}$  és  $n_{\frac{3\pi}{2}}$ -ből a következő különbségeket képeztük:

$$m = n_0 - n_\pi \quad \text{és} \quad v = n_{\frac{\pi}{2}} - n_{\frac{3\pi}{2}}$$

Azután a lelógó platinasúly helyett a megvizsgálandó anyagot  $(x'_a)$  függesztve fel, szintén hosszú sorozatokban az  $m'$  és  $v'$  különbségeket meghatároztuk.

Az (5) egyenletnek a megfelelő azimutokban való részletes kifejtése után kapjuk, hogy

$$x_a - x'_a = A(v - v') + \left[ m(\Delta\alpha - \Delta\alpha') - v \frac{h - h'}{h} \right] A,$$

ahol  $\Delta a$  és  $\Delta a'$  a torziós inga rúdjának eltéréseit az északi iránytól az  $\alpha = 0$  azimutban jelentik, továbbá

$$A = \frac{\tau}{4LM_{al}G \sin \varepsilon}.$$

Ily módon *magnalium* és *platina*, továbbá *fa* és *platina* között történtek összehasonlítások.

A második kísérleti eljárásnál, amelynél ismét az *egyszerű nehézségi variometert* használtuk, az eszközt egymásután az  $\alpha = 0$ ,  $\frac{\pi}{2}$ ,  $\pi$ ,  $\frac{3\pi}{2}$  azimutokba hozva, észleltünk. Az  $n_0$ ,  $n_{\frac{\pi}{2}}$ ,  $n_{\pi}$ ,  $n_{\frac{3\pi}{2}}$  leolvasásokból úgy mint előbb az  $m$  és  $v$ -t kiszámítottuk, majd a lelógó platinasúlyt ( $x_a$ ) megint a megvizsgálandó anyaggal ( $x'_a$ ) cserélve fel, az  $m'$  és  $v'$  különbségeket határoztuk meg, úgy azonban, hogy az  $m$  és  $v$ , illetőleg az  $m'$  és  $v'$  páronkint mindig ugyanarra az időpontra vonatkozzanak. Ez esetben

$$x_a - x'_a = mA \left( \frac{v}{m} - \frac{v'}{m'} \right) + mA \left( 1 - \frac{v^2}{m^2} \right) (\Delta a - \Delta a').$$

Ezzel az eljárással hasonlítottuk össze a *rezet* a *platinával*. Azonkívül e módszerrel vizsgáltuk meg a LANDOLT-féle *ezüst-szulfát-ferroszulfát* reakciót. LANDOLT ugyanis teljesen zárt  $\Pi$  alakú csövekben kémiai reakciókat végzett. Az egymásra ható anyagokat a cső száraiba helyezvén, azt leforrasztotta és súlyát pontosan megmérte. Ezután a csövet megbillentvén, a reakció végbement. Most a cső súlyát ismét megmérte, amikor is több esetben változást észlelt. Kísérletei szerint különösen nagy volt a súlyváltozás az említett reakciónál, amiért is éppen ezt vizsgáltuk meg. E célból előbb alkalmas módon egymástól elválasztva a reakció előtti anyagokat, azután a reakció utániakat függesztettük fel a torziós rúdra a platinasúly helyébe és mindkét esetben hosszú megfigyeléssorozatot végeztünk.

A harmadik kísérleti eljárásnál a *kettős nehézségi variometert*<sup>76</sup> használtuk, amelyben két egyszerű variometer egymással párhuzamosan, de lelógó súlyaikkal ellentetten van egymás mellé helyezve.

A rudak végeibe betolt platinasúlyok állandóan megmaradtak, míg a lelógó platinasúlyok helyébe a variometer mindkét eszközébe egy-egy összehasonlítható anyagot függesztettünk fel ( $x_\alpha$  és  $x'_\alpha$ ), azután a négy főállásban az  $\alpha = 0, \frac{\pi}{2}, \pi, \frac{3\pi}{2}$  azimutokban hosszú észlelési sorozatot végeztünk az  $m_1, v_1$  és  $m_2, v_2$  meghatározására. Majd egy második sorozatban a megvizsgálandó anyagokat a variometer két eszközében felcseréltük s az  $m'_1, v'_1$  és  $m'_2, v'_2$  különbségeket határoztuk meg. Ekkor:

$$x_\alpha - x'_\alpha = \frac{mA}{2} \left[ \left( \frac{v_1}{m_1} - \frac{v'_1}{m'_1} \right) + \left( \frac{v_2}{m_2} - \frac{v'_2}{m'_2} \right) \right] + \\ + \frac{mA}{2} \left( 1 - \frac{v^2}{m^2} \right) [(\Delta a_{11} - \Delta a_{111}) - (\Delta a_{21} - \Delta a_{211})],$$

hol  $m, v$  és  $A$  számára azok középértékei veendőek s a  $\Delta a$  szögek a rudak eltéréseit az északi iránytól jelentik az 1. és 2. eszközben az I. és II. kísérleti sorozatban.

Ilyen módon történtek összehasonlítások víz és réz, azbeszt és réz, fagygyú és réz között, továbbá kristályos rézszulfát és réz, rézszulfát-oldat és réz között. Ez utóbbi kísérletet olyan töménységű rézszulfátoldattal végeztük, mint amilyennel HEYDWEILLER kísérletezett. Ő ugyanis a LANDOLT-éhoz teljesen hasonló eljárással többek között a rézszulfát vízben való oldását vizsgálta meg, amikor is jelentékeny súlyváltozást észlelt. Így e megfigyeléseink egyúttal HEYDWEILLER kísérleteit ellenőrzik.

A Nap vonzására nézve a  $x_b - x_a$  különbség meghatározását, mint azt már említettük, a délkörbe állított s a rúd két végén különböző anyaggal megterhelt egyszerű nehézségi variometerrel végeztük. Hogy azokat a zavaró hatásokat számításba vehessük, amelyek a rúd egyensúlyhelyzetének igen kicsiny, de mégis észrevehető periodikus ingadozásait okozzák s amelyeket az eszköz messzemenő védelme mellett sem sikerült teljesen kizárni, a délkörbe állított eszközzel két észlelési sorozatot végeztünk. Az egyik sorozatban a rúd mindkét végén platina volt, a másikban a lelógó platinasúly helyébe magnaliumot függesztettünk. Mindkét észlelési sorozatban napokon keresztül órán-

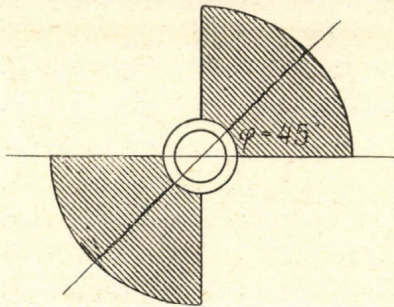
kénti leolvasásokat végezve, ezekből a nap minden órájának megfelelő középértékeket képeztük s a két I, illetőleg II-vel jelölt észlelési sorozatban a különböző óráknak megfelelő különbségeket a  $(n' - n)_I$  és  $(n' - n)_{II}$ -öt állítottuk elő. Ekkor

$$x_b - x_a = 0.6863 \cdot 10^{-6} \frac{(n' - n)_{II} - (n' - n)_I}{\sin \xi' \sin A' - \sin \xi \sin A},$$

ahol  $\xi$  a Nap zenittávolságát s  $A$  az azimutját jelenti az  $n'$  illetőleg  $n$  észlelésének idejében. A tényleges számításban, mint legelőnyösebbet a napkelte és napnyugta körüli értékeket használtuk fel, mert ekkor az esetleg mutatkozó különbségeknek legnagyobbaknak kell lenniök.

\* \* \*

EÖTVÖS vizsgálatainak második csoportja arra a kérdésre vonatkozik, hogy két tömeg egymásra gyakorolt vonzása függ-e a köztük lévő anyagtól, azaz *van-e testeknek a vonzással szemben abszorpcióképességük*. Az abszorpciónak önként érthetődőleg

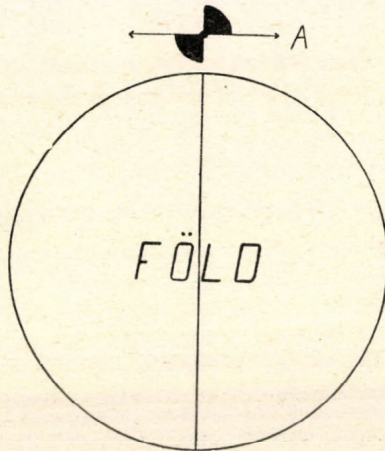


2. ábra.

érdekes következménye volna, hogy ez esetben a vonzóerő a testek alakjától és nagyságától, sőt kölcsönös helyzetüktől is függne. AUSTIN L. W. és THWING C. B. ezirányú, éppen nem célszerűen végzett kísérletei szerint a vonzást a két vonzó test közé helyezett pár cm vastag lemezalakú anyagok nem változtatják meg többel,

mint annak  $1/500$ -ad részével. EÖTVÖSnek a gravitáció abszorpciójára vonatkozó vizsgálatait, bár nem befejezettek, e pontosságot mégis messze felülmulják. E célra *gravitációs kompenzátorát* használta,<sup>57, 58</sup> amely lényegében szintén egyszerű torziós inga, rúdjának mindkét végén 30 gr-os sárgarézgömbökkel. A rudat kettős falú hengeres cső veszi körül, hogy a különállványon

nyugvó kompenzáló ólomtömegeket a rúd közelében forgathatólag elhelyezhessük. A kompenzáló tömegeknek hengerquadrans alakjuk van, mint azt a 2. ábrán feltüntetett keresztmetszet mutatja. A hengerquadransok mindkét végén nyitott sárgarézcsővekre vannak erősítve s így az eszköz csövére rátolthatók akként, hogy a sárgarézgömböcskék mindkét oldalon egy-egy quadranspár közepében lengjenek. Eötvös e kísérleteinél a quadranspárok tengelyeit egymásután  $\varphi = 45^\circ, 135^\circ, 225^\circ, 315^\circ$ -ra állította be. Tegyük fel, hogy a Földnek a sárgarézgolyóra gyakorolt vonzását az egyik oldalon a közben fekvő kompenzáló quadrans ólomtömege abszorbeálja. Ekkor a vízszintes síkban a quadranspárok hatásából származó forgatónyomatékhoz még egy másik is járul, amely a két fél földgömb vonzásának különbségéből származik s azon *A* oldal felé irányul, amelyik



3. ábra.

oldalon az abszorpció kisebb (3. ábra). A gravitációs kompenzátor rúdjának kitéréseit a quadranspárok fentebb megadott különböző helyzete mellett megfigyelve, eme kitérésekből az ólomquadransok okozta abszorpciót kiszámíthatjuk.

HECKER O. az árkeltező erők megfigyelésére horizontális ingákkal végzett hosszas kísérleteket. Eötvös egyrészt e vizsgálatok eredményeiből, másrészt az apály és dagály jelenségének rendszeres megfigyelési adataiból alkalmas módon, amelynek részletezésébe itt nem bocsátkozhatunk, a vonzás abszorpciójára vont következtetést és azt ily módon a saját kísérleteivel megállapított értéknél jóval kisebbnek találta.

Végül *a radioaktív anyagokra* vonatkozólag végeztünk néhány kísérletet.

Elsősorban azt vizsgáltuk meg, hogy *a radioaktív anyagok a gravitáció és a tehetetlenség arányossága szempontjából miként viselkednek*. A kísérleti eljárás teljesen ugyanaz volt, mint amelyet a többi anyag vizsgálatánál alkalmaztunk. E célra kis üvegsőbe zárt 0.2 gr súlyú radiumpreparatumot használtunk, mely 0.1 gr tiszta  $Ra\ Br_2$ -öt tartalmazott s amelynek aktivitása 1 500 000-szerese volt a fémurániuménak. E preparatumot külön e célra készült rézcsőbe zártuk s így függesztettük a lelógó platinasúly helyett az egyszerű nehézségi variometerbe. A megfigyelések a  $\alpha_a - \alpha_{Pt}$  különbség meghatározására az első eljárással történtek. Tekintettel arra, hogy a radiumpreparatum az egész lelógó súly tömegének, az  $M_a$ -nak csak  $1/250$ -része volt, tehát

$$\alpha_{RaBr_2} - \alpha_{Pt} = \frac{1}{250} (\alpha_a - \alpha_{Pt})$$

s így az e kísérleteinkben elért pontosság ily arányban csökkent.

Megvizsgáltuk továbbá, hogy *a radioaktív anyagoknak nincsen-e valami specifikus vonzó, avagy taszító hatásuk és hogy a Föld vonzó erejét nem abszorbeálják-e?* E célra egy másik 0.01 gr súlyú preparatumot használtunk, melynek aktivitása a fémes urániuménak 1 000 000-szorosa volt. A kis üvegsőbe zárt preparatumot a nehézségi variometer belsejébe helyeztük és pedig a torziós inga rúdjaiba betolt platinasúly mellé. Kísérleteinkben a kis csővecské helyzetét különbözőképpen változtattuk: a rúddal párhuzamosan, annak majd az egyik, majd a másik oldalán állott, egyszer alacsonyabban, máskor meg magasabban, mint a lengő rúd.

E kísérleteket többször ismételve, a lengő rúdnak nem nagy, de biztos kitéréseit észlelhettük és ezek szerint a preparatum a rúdhoz viszonyított helyzetétől függően vonzó, illetőleg taszító hatást gyakorolt a rúdra. E jelenséget a radiumpreparatum specifikus vonzó hatásával magyarázhatnók, ha egyszerűsmind azt tételezzük fel, hogy az a Föld vonzó erejét részben

abszorbeálja. Kísérleti tapasztalatainkat még megerősítette az a tény, hogy a preparatum helyett üres üvegsövecskét helyezvén az eszközbe, az semmiféle hatást nem mutatott. Ellenőrző kísérletképen ezután az eszközbe a preparatuméhoz hasonló méretű üvegsövecskét helyeztünk, amelybe vékony platinadrót volt beforrasztva, amelyet kívülről hozzávezetett elektromos árammal oly fokban melegítettünk, hogy a percenként kisugárzott hőmennyiség a radiumpreparatuméval egyenlő legyen. Ez esetben quantitative teljesen ugyanazokat az eredményeket kaptuk, mint amelyeket a radiumpreparatumra vonatkozólag észleltünk. A variometeren megfigyelt kitérések tehát *hőhatások* következményei voltak.

\* \* \*

Az előzőekben úgy a kísérleti módszert, valamint a végzett kísérleteket részletesen ismertettük. Ezek után lássuk vizsgálataink eredményeit.

1. Nagy gondal végrehajtott, hosszú sorozatos megfigyeléseket végeztünk *a specifikus vonzási együttható, a  $\alpha$  meghatározására*. Különböző összetételű, különböző fajsúlyú, molekulahalmazú, molekulatérfogató és különböző halmazállapotú, valamint különböző szerkezetű anyagokat vizsgáltunk meg e szempontból. Ha adatainkat a platinára vonatkoztatjuk, vagyis a platina gravitációs állandóját normálisnak vesszük, azaz feltételezzük, hogy  $f_{Pt} = f_0$  és így  $\alpha_{Pt} = 0$ , akkor vizsgálataink eredményeit a következő táblázatban állíthatjuk egybe:

	$\alpha - \alpha_{Pt}$
magnalium	+ 0·004·10 <sup>-6</sup> ± 0·001·10 <sup>-6</sup>
kígyófa	- 0·001·10 <sup>-6</sup> ± 0·002·10 <sup>-6</sup>
réz	+ 0·004·10 <sup>-6</sup> ± 0·002·10 <sup>-6</sup>
víz	- 0·006·10 <sup>-6</sup> ± 0·003·10 <sup>-6</sup>
kristályos rézsulfát	+ 0·001·10 <sup>-6</sup> ± 0·003·10 <sup>-6</sup>
rézsulfát-oldat	- 0·003·10 <sup>-6</sup> ± 0·003·10 <sup>-6</sup>
azbeszt	+ 0·001·10 <sup>-6</sup> ± 0·003·10 <sup>-6</sup>
faggyú	- 0·002·10 <sup>-6</sup> ± 0·003·10 <sup>-6</sup>

Mindezekre az anyagokra nézve tehát a *Föld vonzását illetőleg*  $x < 0.005 \cdot 10^{-6}$ , azaz kisebb, mint annak  $1/200\ 000\ 000$  része.

A LANDOLT-féle ezüstsulfát-ferrosulfát reakcióra nézve a reakció előtti  $x$  és utáni  $x'$  közötti különbség meghatározásunk szerint:

$$x - x' = 0.001 \cdot 10^{-6} \pm 0.002 \cdot 10^{-6}.$$

A kristályos rézsulfát vízben való oldásakor HEYDWEILLER szerinti töménységben, ugyanez a különbség:

$$x - x' = -0.001 \cdot 10^{-6} \pm 0.002 \cdot 10^{-6}.$$

Méréseink pontossága LANDOLT és HEYDWEILLER vizsgálatainak pontosságát messze felülmulta és eltérést mégsem tapasztaltunk. Ők a mérleg érzékenységének határán lévő igen kényes méréseket rendszeres körülmények között végezték s így kísérleteikbe rendszeres hibák jutottak, amelyeket egyezésüknél fogva reális eredménynek minősítettek.

2. A délkörben történt észleléseknél a *Nap vonzásának különbsége* magnalium és platinára

$$x_{\text{magnalium}} - x_{\text{Pt}} = +0.006 \cdot 10^{-6}.$$

3. A *vonzás abszorpciójára* vonatkozólag a gravitációs kompenzátorral végzett kísérletek szerint egy 5 cm vastag ólomlap abszorpciója kisebb, mint  $0.000\ 02 \cdot 10^{-6}$ , azaz, mint az egész vonzóerőnek ötvenezermilliomod része. Ennek az eredménynek átszámításával az *egész Földnek abszorpciójára* nézve egyik átmérője mentén kapjuk, hogy az kisebb, mint a Föld vonzó erejének  $1/800$ -ad része.

Az apály és dagály jelenségéből és HECKER megfigyeléseiből pedig azt következtethetjük, hogy a Föld abszorpciója egyik átmérője mentén kisebb, mint a Nap vonzásának  $1/10\ 000$ -ed része.

4. A *radioaktív anyagokra* vonatkozólag megállapítottuk, hogy

$$x_{\text{RaBr}_2} - x_{\text{Pt}} = -0.25 \cdot 10^{-6} \pm 0.50 \cdot 10^{-6};$$

továbbá, hogy azok esetleges specifikus vonzása avagy taszítása mindenestre kisebb egy olyan erőnél, amelynek nagyságrendje  $1 \cdot 10^{-6}$ ; végül hogy azok a Föld vonzásával szemben észrevehető abszorpciót nem gyakorolnak.

Vizsgálataink végeredményét röviden a következő szavakban foglalhatjuk össze: *hosszú észlelési sorozatokat végeztünk, amelyeknek pontossága minden előzőt felülmúl, de egyetlen egy esetben sem állapíthattunk meg észrevehető eltérést a gravitáció és tehetetlenség arányosságának törvényétől.*

Újabban e törvény és annak szigorú kísérleti igazolása jelentőségében nagyon emelkedett EINSTEIN általános relativitási elmélete<sup>399</sup> folytán, amelynek egyik sarkalatos alapját képezi.

---

## V. A FÖLDMÁGNESSÉGRE VONATKOZÓ VIZSGÁLATOKRÓL.

FEKETE JENŐ.

Báró EÖTVÖS LORÁND az előző dolgozatokban ismertetett vizsgálataival mellett, amelyek őt a nehézség térbeli eloszlásának igen részletes és pontos megismeréséhez vezették, azokkal egy időben megfigyeléseit a másik földi erőre, a földmágnességre is kiterjesztette. Ennek erőssége a nehézségénél sokszorta kisebb, ( $\frac{1}{1400} - \frac{1}{3400}$  része annak), de térbeli változásai viszont az egész erőhöz viszonyítva jóval nagyobbak amazénál. Jellemző különbség még közöttük, hogy a földmágneses erő az időben is jelentékenyen változik, amit a nehézségről eddig biztosan nem mondhatunk.

A földmágneses erőter ismeretéhez, kétféle változásának megfelelően, a Föld különböző helyeire elosztott és ugyanazonokon a helyeken különböző időben tett megfigyelésekre van szükségünk. Az utóbbi az állandó obszervatóriumok feladata, míg a térbeli eloszláshoz az adatokat ama mágneses felvételek szolgáltatják, amelyeket ez ideig a Föld különböző pontjain végeztek. Ezek azonban nemcsak a messzebb fekvő földrészeken és óceánokon, hanem még azokban az országokban is meglehetősen hiányosak, melyek különben földmágneses felvételekben első helyen állanak. Rendszerint elégségesnek tartották a megfigyelések helyeit egyenletesen ugyan, de egymástól nagyobb közökben megválasztani, mivel úgy találták, hogy 2—3 ívfokon belül a földmágneses elemek mint a földrajzi szélesség és hosszúság-

különbségek lineáris függvényei állíthatók elő és a szekuláris időbeli változást is e területen belül nagy megközelítéssel lineárisan lehet kifejezni.

A földmágnességnek ez az egyszerű, normális eloszlása azonban nem mindenütt mutatkozik; egyes helyeken az eltérések ettől az egész erőnek  $\frac{1}{20}$  —  $\frac{1}{10}$  vagy még annál nagyobb részét is teszik és hasonló rendű változásokat találtak az erő irányában is (Moszkva és Párizs környéke, Kursk kormányzóság Oroszországban). Így megkülönböztetnek mágnésesen normális és zavart területeket s ez utóbbiakban ismét kis kiterjedésű lokális és nagyobbterjedelmű regionális zavarokat.

Báró Eötvös módszere a nehézség térbeli változásainak lemérésére megkívánja, hogy a szomszédos meghatározások helyei csak oly messze legyenek egymástól, ameddig köztük előre megállapított hibahatáron belül a nehézség változásai lineárisnak vehetők, a tényleg végrehajtott megfigyelések pedig megmutatták, hogy a nehézség térbeli eloszlása a valóságban sehol sem normális oly értelemben, mint az a HELMERT-féle formulából adódik. Báró Eötvös földmágneses mérései, amelyeket nemcsak a torziós ingával végzett megfigyelések összes helyein, hanem azokon kívül még sok száz más helyen is végzett, hasonlóképen azt mutatták, hogy a földmágnesség normális térbeli eloszlását sem igen találjuk, hanem attól kisebb-nagyobb eltérések, zavarok majd mindenütt fellépnek. Ennek szigorú megismeréséhez a megfigyeléseknek sűrű hálózatára van szükségünk, amit azután még részletesebbé kell tennünk ott, ahol hirtelen és nagy zavarok a lineáris interpolációt kétségessé teszik. Azonkívül a nehézségnek és a földmágneses erőnek ugyanazon a területen való részletes ismerete tette lehetővé, hogy Báró Eötvös ezen erők rendellenességei között összefüggéseket tudott találni, és pedig egészen más értelmezésben, mint azt előtte többen megkísérelték.

A következőkben rövid áttekintést kívánok adni Báró Eötvösnek földmágneses méréseiről, továbbá azok feldolgozásának módjáról és eredményeiről.

A földmágneses erőt egy helyen és egy időpontban három

elemével határozzák meg, ezek: vízszintes erőssége  $H$  (horizontális intenzitás), a vízszintes síkban a csillagászati délkörtől való elhajlása  $D$  (deklináció) és a vízszintes síktól való lehajlása  $I$  (inklináció). Ezen elemek lemérésére Báró EÖTVÖS is a szokásos módszereket használja, bár mint később látni fogjuk, ő a földmágnesség térbeli változásainak meghatározására egy a torziós ingához hasonló mágneses variométert, úgynevezett *mágneses transzlatométert* is szerkesztett.

A horizontális intenzitás meghatározására a GAUSS-féle eljárást használjuk, úgy mint azt LAMONT módosította. Az e célra szolgáló mágneses teodolitok a deklináció abszolút meghatározására is szolgálnak. Azt a gazdag tapasztalatot, amelyet Báró EÖTVÖS a gravitációs torziós ingában oly fontos szerepet játszó mérődrótokra vonatkozólag szerzett, a mágneses teodolitokban is jól értékesíthette. Ezek legnagyobb részében ugyanis a rendszeren használni szokott kokonzsálat igen vékony, de nagy teherbírású foszforbronzdróttal helyettesítette, amelyeknek előzetes preparálása a platinadrótokéhoz hasonló módon történik. Az ilyen drótok az időben igen kicsiny vagy éppen semmi megcsavarodást sem mutatnak, ami azután főleg az abszolút deklinációmeghatározás megbízhatóságát erősen emeli. A mágneses teodolitok állandóinak ellenőrzésére bizonyos időközökben az ógyallai földmágneses obszervatóriumban az ottani műszerekkel összehasonlításokat végeztünk. A csillagászati délkör irányának kitűzése, azaz egy tetszés szerinti míra azimutjának a meghatározása külön teodolittal történik, amely egyúttal időmeghatározásra is szolgál, hogy a mágnesek lengésidejének megfigyeléséhez szükséges kronométerek járását ellenőrizhessük. Az inklináció lemérésére, mellőzve az úgynevezett tús inklinatoriumokat, a földinduktort használtuk oly alakban, mint az LAMONT és WILD óta szokásos; ennél a földmágnesség erőtere a tengelyével a mágneses meridiánba beállított és forgatott többmenetű tekercsben csak akkor nem indukál áramot, ha a tekercs tengelye az erővonalak irányába esik, vagyis ha a horizontális síktól az inklináció szögével tér el.

Az abszolút meghatározások pontossága nem sokkal marad az állandó obszervatóriumokban végzeteké mögött, és mint hibákat a horizontális intenzitásnál  $\pm 5\gamma$ -t, a deklinációban  $\pm 1'$ -t s az inklinációban  $\pm 0 1'$ -t állapíthatunk meg.

Eme úgynevezett abszolút meghatározásokon kívül nem kevésbé fontosak a horizontális intenzitás és a deklináció relatív mérései sem; az előbbi a KOHLRAUSCH-féle helyi variométerrel történik, míg a deklinációnak két hely között való változásának a lemérésére két teljesen egyforma, külön e célra szerkesztett mágneses teodolit szolgál. A KOHLRAUSCH-féle helyi variométer oly formában, mint az rendszeren ismeretes, a szabadban való mérésekhez a gyors hőmérsékleti változásból eredő hibák és a szállítás körülményes volta miatt alig használható. Báró EÖTVÖS azonban azzal, hogy egy kettős falú fémhengerbe zárta azt, amelynél az eszközzel való valamennyi művelet a tükörmágnes beállítása a mágneses délkörbe, a kitérítő mágnesek forgatása, arretálás és kioldás és a leolvasások is kívülről történhetnek, e variométernek oly használhatósági teret nyitott, amivel a horizontális intenzitás értéke bármely helyen  $\pm 10\gamma$  pontosságig pár perc alatt meghatározható. Ehhez azonban szükséges a kitérítő mágnesek momentumainak nagy állandósága s annak folytonos ellenőrzése, ami az abszolút meghatározásokkal egyidejűleg végzett KOHLRAUSCH variométer megfigyelésekkel történik. Báró EÖTVÖS a deklinációnak két hely *A* és *B* között való változását két teljesen egyforma mágneses teodollal a következőképp mérte: Két észlelő egyidejűleg megállapítja *A* és *B* pontokon a mágneses délkör irányát *M* és *M'*-t, azután a másik pontnak az irányát; akkor a *BAM* + *ABM'* szögösszeg eltérése a  $180^\circ$ -tól adja az *A* és *B* pontok között a deklináció-változást, tekintetbe véve a két helyen a csillagászati délkörök összehajlását és az eszközök instrumentális hibáit.

Az eszközöket, amelyek ládába csomagolva könnyen és biztosan szállíthatók, a mérések alatt gyorsan felállítható és könnyen hordozható sátrak védik az időjárás ellen. A használt berendezések célszerű volta teszi lehetővé, hogy egy nap alatt

rendesen egy, de esetleg két állomáson is meghatározhatjuk a már megadott pontosságig a földmágnesség mindhárom elemét; az említett relatív mérésekkel pedig a horizontális intenzitást vagy a deklináció változásait egy nap alatt az állomások egész során 20 vagy 30-on mérhetjük le.

Az abszolút meghatározások rendesen ugyanott történnek, ahol a gravitációs mérések, gondosan ügyelvén mindig arra, hogy külső zavaró hatások, mint például ház, vashíd, esetleg villamos vezeték, kerítés stb. azok eredményét ne befolyásolják.

Az állomások elhelyezésére nézve, mint Báró Eötvös földmágnességi és gravitációs méréseire jellemzőt csak azt kívánom felemlíteni, hogy az abszolút meghatározások helyei egymástól öt kilométernél messzebb sehol sincsenek (az első évek egyes kivételeitől eltekintve), míg a relatív mérések sűrűségét a mágneses térbeli zavarok mindenkori menete határozza meg.

Évek hosszú során át más és más észlelők, de mindig egységes módszer mellett az ország legkülönbözőbb részeiről a földmágnességi elemeknek gazdag gyűjteményét hordták egybe. Helyén valónak tartom felemlíteni mindazokat, akik Báró Eötvösnek az adatgyűjtés e munkájában segítségére voltak. A mágnességi abszolút meghatározásokat kezdetben Dr. STEINER LAJOS, majd 1905-től kezdve azok legnagyobb részét *e sorok írója*, továbbá dr. POGÁNY BÉLA, dr. FRÖHLICH PÁL és kisebb számban NES TIVADAR és CSER IMRE urak végezték, relatív mágnességi méréseknél pedig rajtuk kívül azok legnagyobb részében dr. PEKÁR DEZSŐ, továbbá dr. ZEMPLÉN GYŐZŐ, dr. RYBÁR ISTVÁN, RENNER JÁNOS, GARCSÁR SÁNDOR, WÁGNER LAJOS, dr. WALEK KÁROLY és SZECSDY MIKLÓS urak működtek közre.

A felvételek a gravitációs mérésekkel kapcsolatban, de azoktól függetlenül is az ország különböző vidékeire kiterjedtek. A *Balaton* vidékén és a jég hátán, különösen pedig *Fonyód* és *Boglár* közelében az 1902. és 1903. években történtek megfigyelések. 1902, 1903 és 1904-ben a *Fruska-Gora* volt Báró Eötvös

gravitációs, de méginkább földmágneses vizsgálatainak a színtere. E területet, amelynél érdekesebbet a földmágnesség szempontjából nálunk alig találunk, az állomások sűrű vonalai fedik. A hegynek körülbelül kelet-nyugat irányú vonulatával párhuzamosan a *Duna* mindkét oldalán halad egy-egy főészlelési vonal, sűrűn megrakva abszolút meghatározásokkal; ugyanilyen vonal veszi körül az egész hegytömböt is. Az abszolút meghatározásoknak, mint alapbázisnak közeit azután a relatív megfigyelések százai töltik ki, amely vonalak legnagyobb része a hegyet hossz tengelyére merőlegesen észak-dél irányban metszi. Ezeknek kiegészítő részei az 1910. évben *Titel* vidékén végzett és az 1918-ban történt megfigyelések, amelyek az *Újvidék* és *Titel* között lévő, részletesen még meg nem vizsgált területen folytak. 1905-ben *Arad—Temesvár—Versec* vonalon, majd *Oravicabánya* környékén voltak mérések. *Arad* vidékének részletes felvétele 1906 és 1907-ben történt; majd 1908 és 1909-ben elég sűrűn elhelyezett állomásokkal haladtunk *Aradtól Szegeden* és *Szabadkán* át *Bajáig* és *Zomborig*, azután még *Szabadkán* át összeköttetést létesítettünk a *Fruska-Gora* vidékén levő felvételekkel.

*Kecskemét* vidékén *Szegedről* indulva ki 1911-ben végeztük megfigyeléseinket. A következő évek (1912 és 1913) *Erdély* földmágneses viszonyaival ismertettek meg bennünket. Míg a gravitációs mérésekkel kapcsolatban *Nagyenyedtől Szászrégenig* s még azon túl is a *Maros* mentén sűrűn elhelyezett abszolút meghatározások történtek, addig másrésztől *Aradról* kiindulva *Tövisen*, *Marosvásárhelyen* s *Szovátán* át *Gyergyószentmiklósig* húzódó körülbelül nyugat-kelet irányú, majd azzal párhuzamosan *Csíkseredától Tövisig* húzódó vonalakon mindenütt abszolút meghatározásokon kívül még relatív mérések is folytak. A délről észak felé, *Segesváron*, *Marosvásárhelyen*, *Sármáson* át *Bethlenig*, továbbá *Nagyszebenen* át *Medgyesig* vonuló, KOHLRAUSCH variométer-észlelések egészítik ki *Erdély* felvételét. Az 1914. év programja lett volna az országot nyugat-keleti irányban átmetsző, *Nagykőröstől Debrecenen* és *Szatmárnémetin* át *Besztercéig* húzódó vonalnak a kidolgozása,

amely azonban a háború kitörése miatt csak részben történt meg.

Még a *Morvamezőnek* 1916-ban és a *Hortobágnak* 1917-ben történt részletes felvételei teszik teljessé az észlelési területek felsorolását. Ezekon kívül kisebb, inkább előzetes tájékozódásra vagy kiegészítésre szolgáló felvételek is vannak. Így a *Bakonyban Veszprém* vidékén, azután *Pécs, Zimony, Tokaj, Gyöngyös, Eger, Selmecbánya, Munkács, Beregszász, Csongrád* és *Szentes* vidékén is történtek leginkább relatív meghatározások. Összeköttetést tesz teljessé az a vonal, amely a *Béga*-csatorna mellett *Temesvártól Titelig* húzódik.

A megfigyelések összes száma 1919-ig: abszolút meghatározás (mindhárom elem) körülbelül 1600 állomáson és relatív meghatározás (horizontális intenzitás és deklináció vagy csak az egyik) közel 3500 állomáson.

Báró Eötvös halála, 1919 óta, a PEKÁR DEZSÓ vezetése alatt működő *Báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet* széles mederben végzett torziós inga-méréseivel kapcsolatban tovább folytatta a földmágneses megfigyeléseket is. Ezen kívül a *Magyar Királyi Állami Vas-, Acél-, és Gépgyárak Központi Igazgatóságának* felkérésére 1922-ben és 1926-ban külön vasércutatósi céllal Borsod megyében relatív mágneses méréseket végzett. Ily módon, az előzőket is bele számítva 1928 végeig az abszolút állomások száma 1980-ra; a relatív meghatározásoké pedig 5730-ra emelkedett. Mágneses méréseinkkel a kérdéses területeket mindenkor oly sűrűn behálóztuk, hogy ott a mágneses zavar összes részletei előtűnjenek. Így szükséghez képest előfordult, hogy egymástól csak néhány méter távol fekvő pontokon végeztük megfigyeléseinket. Éppen ezért *ily természetűen részletes mágneses felvételeket a külföldön sem igen találunk*. A Báró Eötvös Intézet a külföldön, Indiában és Franciaországban ismételen végzett torziós inga-méréseivel kapcsolatban mágneses megfigyeléseket is végzett és pedig összesen 410 állomáson.

Előzőleg Báró Eötvös előtti időben Magyarországon földmágneses felvételeket, leszámítva egyes régebbi megfigyeléseket

KREIL, SCHENZL, LIZNAR, KURLÄNDER és a Balaton környékén STEINER végeztek összesen 270 állomáson.\*

A külföldre vonatkozólag összehasonlításul csak annyit, hogy Amerikában L. A. BAUER vezetése alatt a *Carnegie Institution* által végzett nagyszabású földmágneses felvételek eredménye 1914-ig 1000 tengeri és 2500 szárazföldi állomás volt.

Hogy a különböző időben végzett mérések a térbeli eloszlás szempontjából összehasonlíthatók legyenek, azokat egy meghatározott időpontra, epochára kell redukálnunk. Összes földmágneses felvételünk redukciója 1919-ig a *pólai*, illetőleg az *ógyallai* obszervatórium adatai alapján az 1903. I., illetőleg az 1906. évi középértékekre történt. Az obszervatóriumok nagyobb távolsága a mérések helyeitől a redukciók egyik jelentős hibaforrása, azért ezek szigorúbb keresztülvitelére szükséges volna a földmágneses felvételek alkalmával az illető vidéken, alkalmas helyen ideiglenes obszervatóriumot felállítani, amely a mérések tartama alatt regisztrálná a földmágneses elemeknek az illető vidékre szigorúan érvényes időbeli változásait.

A mérésekből nyert és ugyanarra az epochára redukált földmágneses elemek  $H_e$ ,  $D_e$ ,  $I_e$  helyett rendszeren az egész földmágneses erő  $T_e$  derékszögű összetevőit  $X_e$ ,  $Y_e$ ,  $Z_e$ -t használjuk a következőkben, megjegyezvén, hogy ezek oly derékszögű koordináta-rendszerre vonatkoznak, melynek pozitív  $X$  tengelye észak,  $Y$  tengelye kelet s a  $Z$  tengelye lefelé irányul.

A földmágneses elemek térbeli eloszlásának szemléltetésére szolgáló szokásos földmágneses térképek, amelyek az izogono-

---

\* DR. KARL KREIL: Magnetische und geographische Ortsbestimmungen im österreichischen Kaiserstaate etc.

DR. SCHENZL GUIDO: Adalékok a Magyar koronához tartozó országok földmágnességi viszonyainak ismeretéhez. Budapest 1881.

I. LIZNAR: Die Verteilung der erdmagnetischen Kraft in Österreich-Ungarn. Wien 1895.

KURLÄNDER IGNÁC: Földmágnességi mérések a magyar korona országáiban. Budapest 1896.

DR. STEINER LAJOS: A Balaton vidékén az 1901 év nyarán végzett földmágnességi mérések eredménye. Budapest 1902.

kat, izoklinokat vagy a különféle izodinamókat ( $H_e$ ,  $X_e$ ,  $Y_e$ ,  $Z_e$  vagy  $T_e$ -t) tüntetik fel és amelyek rendszeren kevésszámú megfigyelésből készültek, csak nagy megközelítéssel adnak felvilágosítást az illető terület földmágneses viszonyairól, s annál kevésbé fedik a valóságot, minél zavartabb az. Hogy mennyire hibásak voltak az eddigi ilyen térképek, jellemző, hogy a *Carnegie Institution* által végzett felvételek egyes helyeken a kézen forgó mágneses térképek adataiból a deklinációban egész fok eltéréseket mutattak és a horizontális intenzitásban pedig már a második tizedest is bizonytalannak találták.

A földmágneses elemek térbeli eloszlásának ilyen előállítására helyett Báró EÖTVÖS minden helyen a *mágneses anomáliát* határozza meg és az ezekből számított egyenlő potenciálértékeket összekötő vonalakat, a mágneses anomália equipotenciális görbéit adja, mint az illető vidékre jellemző mágneses térbeli eloszlást.

Már GAUSS megmutatta, miként lehet a földmágneses erőt a Föld minden pontjában az illető pont földrajzi koordinátaival gömbfüggvények segítségével előállítani; kisebb területen belül ez az eloszlás, amelyet normálisnak nevezünk, sokkal egyszerűbb, amennyiben, mint már említettük, a földmágneses elemek, mint a földrajzi koordináták ( $\varphi$  és  $\lambda$ ) lineáris függvényei állíthatók elő. A normális mágneses mező fölé helyezkedik azután — a sokféle időbeli változástól eltekintve — az a szabálytalan rész, amelynek okát minden valószínűség szerint a Földben kell keresnünk, származzék az akár a földkérget alkotó tömegek mágneses hatásából, akár földi áramoktól. Ez a szabálytalan mágneses mező, vagyis az észlelt és normális érték között lévő különbség a mágneses anomália.

A mágneses anomáliának éppúgy, mint az egész földmágneses erőnek, talán annak egy kis részétől eltekintve, van potenciálja, amit

$$V = \int \frac{\partial V}{\partial s} ds$$

alakban állíthatunk elő.

Legyenek a horizontális síkban két, egymástól nem messze fekvő  $x_1, y_1$  és  $x_2, y_2$  pontban a mágneses anomáliának komponensei  $X_1, Y_1$ , illetőleg  $X_2, Y_2$ , akkor az anomália potenciáljának a különbsége e két pont között első közelítésben

$$V_2 - V_1 = \frac{X_1 + X_2}{2} (x_2 - x_1) + \frac{Y_1 + Y_2}{2} (y_2 - y_1),$$

ha feltesszük, hogy az  $X$  és  $Y$  komponensek változása a két pont között lineáris.

Hasonlóképpen, mint az egész földmágneses erőre, áll az anomáliára is, hogy a Föld felületén levő bármely zárt vonal mentén integrálva

$$V = \int \frac{\partial V}{\partial s} ds = 0,$$

ami egyszersmind a mérések ellenőrzésére is szolgál; az így adódó hiba azután egy vonal mentén lineárisan vagy egy egész észlelési hálózatra GAUSS kiegyenlítési módszerével elosztható.

A mágneses anomáliák ugyanazon potenciálértékeit összekötő vonalak, amelyek az anomáliákra mindenütt merőlegesek, nemcsak a zavarok térbeli eloszlását szemléltetik közvetlen módon, hanem az így készült térképekből, ismerve a normális térbeli eloszlást, a mágneses elemek is kivehetők.

Az ilyen előállításra nézve azonban lényeges feltétel a normális érték helyes ismerete. Báró Eötvös a normális érték meghatározására kisebb területen, amelyen a földmágneses elemek eloszlása az eddigi tapasztalatok szerint közel normálisnak tekinthető, azaz ahol nagyobb zavarok nincsenek, a megfigyelések egész sorát vette, több ily területet (legalább hármat) összekapcsolt és e nagyszámú értékből kiegyenlítéssel határozta meg a normális értéket előállító formula állandóit. Az észlelési adatok gyarapodásával e formulák is változásokon mentek át a szerint, amint mindig újabb és újabb területeket vontunk megfigyeléseink körébe vagy az észlelt értékek nagyobb számát használtuk fel. A legutolsó és legteljesebb ilyen formula, amely

Arad, Zombor és Kecskemét között fekvő területen és a Nagy-kőrös—Debrecen—Érmihályfalva vonalon lévő észlelési adatokból készült, a következő:

$$H_n = 0.21986 - 0.000077107 (\varphi - \varphi_0) + 0.000007833 (\lambda - \lambda_0)$$

$$D_n = 6^\circ 26.7' - 0.05409 (\varphi - \varphi_0) + 0.44741 (\lambda - \lambda_0,$$

ahol  $\varphi_0 = 46^\circ 0'$  és  $\lambda_0 = 37^\circ 0'$ , a  $\varphi$  és  $\lambda$  ívpercekben veendő, és az értékek az 1906. évi középértékre vonatkoznak. Az inklináció normális értékére vonatkozó formulát az inklináció időbeli redukciójának bizonytalansága miatt újabban nem készítettünk. Az így előállított formulák azonban szigorúan mindig csak a számításban felhasznált területeken belül érvényesek.

Báró Eötvös a mágneses anomáliáknak egy egészen más és újszerű előállítását is adja,<sup>80</sup> amely elsősorban oly helyeken alkalmazható, ahol azok meglehetősen kicsinyek. Az eljárás egészen analóg azzal, ahogyan a nehézség nivófelületének főgörbületeire jellemző  $R$ -t és annak irányát  $\lambda$ -t kiszámítja.<sup>76</sup> Legyen  $X$  és  $Y$  a két mágneses erőkomponens az  $xy$  pontban, akkor mindenképp az

$$\frac{\partial X}{\partial x}; \quad \frac{\partial Y}{\partial y} \quad \text{és} \quad \frac{\partial X}{\partial y} = \frac{\partial Y}{\partial x}$$

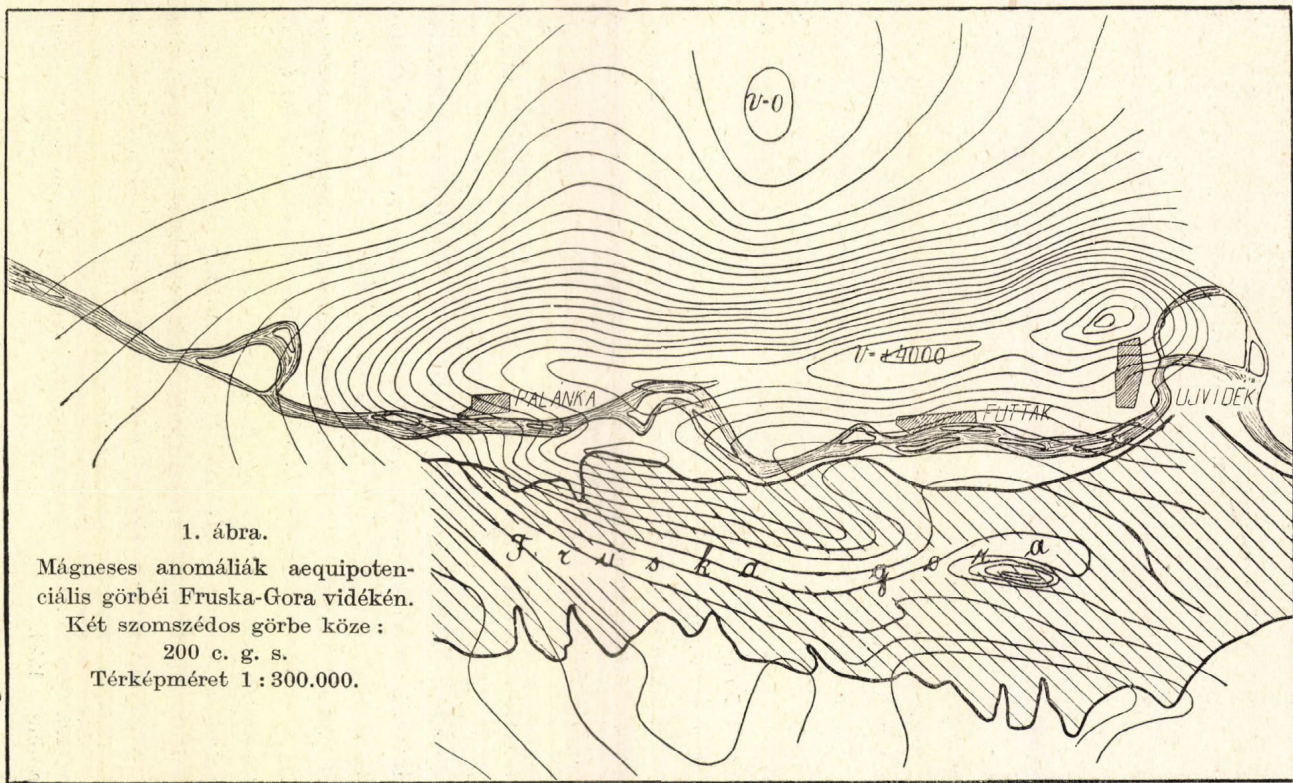
differenciálhányadosokat kell képeznünk. Vonjuk le ezekből a megfelelő  $s$  az egész vidékre jellemző normális változásokat, akkor kapjuk a

$$\frac{\partial X'}{\partial x}, \quad \frac{\partial Y'}{\partial y} \quad \text{és} \quad \frac{\partial X'}{\partial y} = \frac{\partial Y'}{\partial x}$$

differenciálhányadosokat, amelyekből azután az előbb említett  $R$  és  $\lambda$ -hoz analóg módon az

$$A = \sqrt{\left(\frac{\partial Y'}{\partial y} - \frac{\partial X'}{\partial x}\right)^2 + 4\left(\frac{\partial Y'}{\partial x}\right)^2}; \quad \text{és} \quad \sin 2\lambda = \frac{2}{A} \frac{\partial Y'}{\partial x}$$

kiszámítható. Az  $A$  mennyiség a mágneses anomália nagyságára  $s$   $\lambda$  annak irányára jellemző adat. Mint később látni fogjuk, az itt szereplő differenciálhányadosok lemérhetők Báró Eötvös mágneses variométereivel közvetlenül is. Ilyen módon először *Kecskemét* vidékére számította ki Báró Eötvös a mágneses ano-



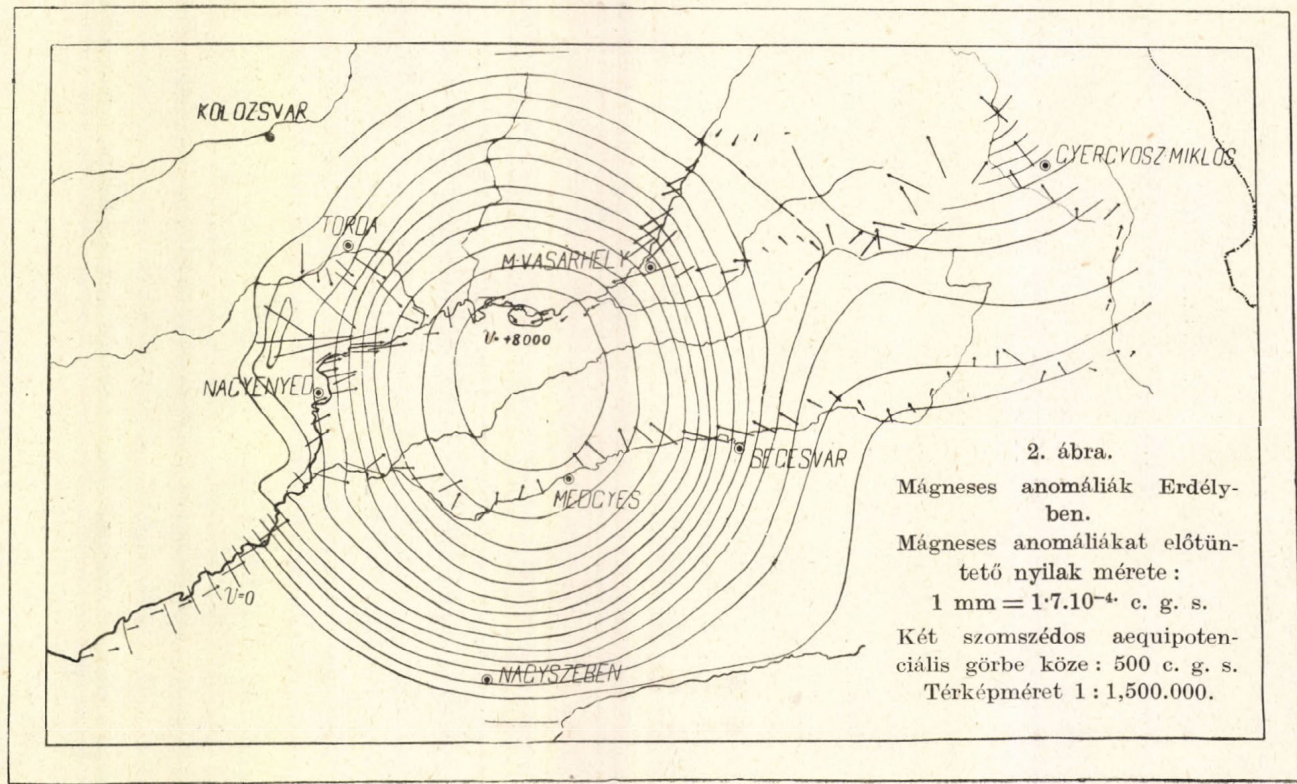
máliákat,<sup>80</sup> azután RÜCKER és THORPE észlelései alapján *Anglia* egy részére, majd TANAKADATE *japáni* felvételeire s végül AD. SCHMIDT táblázata szerint \*  $0^\circ$  és  $60^\circ$  szélességi körök között az egész északi félgömbre.

Az itt vázolt számítási eljárások szerint feldolgozott mérések eredményeinek vázlatos és rövid ismertetése volna még a következő sorok feladata.

*Magyarország* területén KREIL, SCHENZL és KURLÄNDER térképei szerint a földmágnességi elemek térbeli eloszlása jórészen normális, azaz az izogonok a meridiánoktól s az izoklinok és horizontális isodinámok a szélességi köröktől nagyon nem térnek el. Báró EÖTVÖS mágnességi térképei szerint ez az elosztás a részletesen megvizsgált területek legnagyobb részében nem ilyen egyszerű és a mágneses anomáliák aequipotenciális görbéi változatos képet mutatnak. Legérdekesebb két terület e tekintetben *Fruska-Gora* és *Erdély*.

*Fruska-Gorának* mágneses térképe (1. ábra), amely szintén az anomáliák aequipotenciális vonalait tünteti fel, talán egyedül áll a maga nemében, oly nagy részletességgel és pontossággal adja meg e hatalmasan zavart területen a földmágneses elemeket. A mellékelt ábrában az eredeti rajzban megadott aequipotenciális vonalak közül csak minden második van berajzolva hogy azok e kicsiny méret mellett is kivehetőek legyenek. E vidéken a mágneses anomáliák aequipotenciális vonalai, ha azokat egy pillanatra mint különböző magasságokat előtüntető rétegvonalakat tekintjük, a földfeletti hegyvel, a *Fruska-Gorával* párhuzamosan elhelyezkedő kelet-nyugot irányú hegyvonulatot mutatnak, amelynek a gerince, a potenciálérték maximuma ( $V = 4700$  CGS) azonban a látható hegytől s a *Dunától* is északra, attól körülbelül öt kilométerre van. Ettől függetlenül kisebb maximumok és minimumok több helyen fellépnek. A  $H$  értékében a legnagyobb változás két szélső értéke között az egésznek  $1/15$ -e. Észak-dél

\* AD. SCHMIDT: Das magnetische Zustand der Erde zur Epoche 1885 Hamburg, 1898.



2. ábra.

Mágneses anomáliák Erdélyben.

Mágneses anomáliákat előtűn-  
tető nyilak mérete:

1 mm =  $1.7 \cdot 10^{-4}$  c. g. s.

Két szomszédos aequipoten-  
ciális görbe köze: 500 c. g. s.

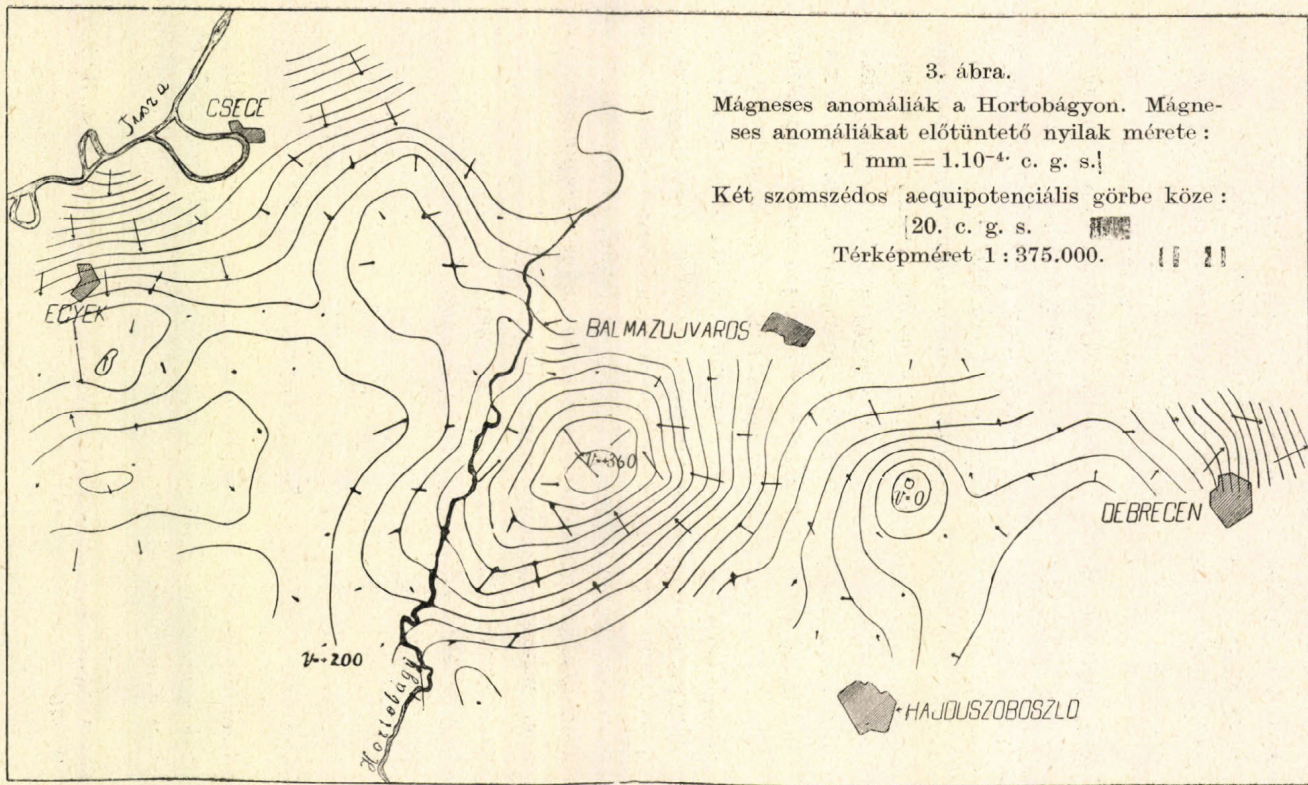
Térképméret 1:1,500,000.

irányú, egymással párhuzamosan futó keresztmetszetekben a mágneses anomáliáknak meglepő hasonlósága mutatkozik.

Ezeknek az anomáliáknak magyarázatául Báró Eötvös először vasércre gondolt,<sup>76</sup> majd oly földalatti tömegek (szerpentin) hatásával is előállíthatta azt,<sup>78</sup> amelynek szuszceptibilitása 0.005 s amely a *Fruska-Gora* tetején felszínre jutva még sokkal nagyobb, de egészen helyi jellegű zavarokat okozott. *Fruska-Gorától* messzebb északra, *Szabadka* alatt ezek az anomáliák azután már teljesen elmosódnak.

Nem kevésbé érdekesek *Erdély* földmágneses viszonyai (2. ábra). Itt az equipotenciális görbék, mint koncentrikus vonalak mutatkoznak, amelyeknek a maximuma *Erdély* közepén, *Marosludas* vidékén van, ahol  $V = 8000$  CGS. *Erdély* keleti és nyugoti határán emelkedő hatalmas vulkánikus eredetű hegyek, e koncentrikus vonalak szabályos menetét jellegzetes módon zavarják meg.

Egy keresztmetszetben, amely az ország keleti határától nyugoti irányban a Dunáig húzódik, a potenciálértékek az erdélyi maximum után folytonos csökkenést mutatnak. Az *Alföldön* általában olyrendű zavarok, mint déli részén a *Fruska-Gorában* sehol sincsenek, de viszont az *Alföld* normálisnak sem mondható. Így mindenütt, ahol a felvételek részletesebbek, mint például *Kecskemét* vidékén vagy a *Hortobágyon* (3. ábra), az equipotenciális görbék igen változatos képet mutatnak. Nagyobb, de szabálytalan az a mágneses zavar, amely *Oravica-bánya* vidékén található: itt az egész értéknek  $\frac{1}{30}$ -ával is változik helyenkint a mágneses erő, de inkább csak egyes, kisebb határolt területeken, mint vonulatokon, aminek magyarázatául az e vidéken egyes tömzsökben jelentkező vasércelőfordulásokat lehetne elfogadni. Az *Alföld* nagy részét behálózó mérésekkel még nincs összekötve a *Morvamezőn* végzett felvétel; itt az equipotenciális görbék körülbelül északkelet-délnyugot irányú vonulatot mutatnak. Egy kelet-nyugot vonalon a *Kis-Kárpátokon* át *Pöstyénig*, eltekintve a hegy közepén mutatkozó helyi zavaroktól, nagyobb eltérést nem találtunk.



A gravitációs és mágneses erők részletes ismerete egyes vidékeken Báró EÖTVÖS-t ama kérdés megvizsgálására is vezették, hogy van-e összefüggés e két földi erő között, s ha van, milyen az? Már eleve fel lehet tenni, hogy földalatti, nagyobb mágneses szuszceptibilitással bíró tömegek, amelyeknek sűrűsége is nagyobb a környezeténél, a mágneses zavarok mellett gravitációs rendellenességeket is okoznak. Másoknak ilyirányú vizsgálatai nem mindig vezettek erre az eredményre (Liznar), s még az újabb időben is találunk véleményt, mint például AD. SCHMIDT-ét,\* aki szerint «az összefüggés e két erő között a dolog természete szerint meglehetősen laza, különösen quantitative határozatlan» stb.

Báró EÖTVÖS szerint e negatív eredmények onnan származnak, mivel az ingával mért nehézséggyorsulás nagyságának vagy irányának (függőóneltérés) rendellenessége közvetlen nem hasonlítható össze a mágneses erőkomponensek rendellenességeivel, mivel ezek a nehézségnek csak a gradienseivel s nem az egész erővel arányosak. Legyenek  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  a  $\sigma$  sűrűségű  $M$  mágneses tömeg által kifejtett mágneses erőkomponensek,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ezen tömeg állandó mágnesezésének komponensei,  $V$  a tömegvonzás potenciálja,  $G$  a gravitációs állandó, akkor Báró EÖTVÖS a nehézségerő gradiensei és a mágneses erőkomponensek között a következő összefüggéseket állapítja meg<sup>76</sup>

$$\begin{aligned} X &= \frac{\alpha}{G \cdot \sigma} \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\beta}{G \cdot \sigma} \frac{\partial^2 V}{\partial x \partial y} + \frac{\gamma}{G \cdot \sigma} \frac{\partial^2 V}{\partial x \partial z}; \\ Y &= \frac{\alpha}{G \cdot \sigma} \frac{\partial^2 V}{\partial x \partial y} + \frac{\beta}{G \cdot \sigma} \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\gamma}{G \cdot \sigma} \frac{\partial^2 V}{\partial y \partial z}; \\ Z &= \frac{\alpha}{G \cdot \sigma} \frac{\partial^2 V}{\partial x \partial z} + \frac{\beta}{G \cdot \sigma} \frac{\partial^2 V}{\partial y \partial z} + \frac{\gamma}{G \cdot \sigma} \frac{\partial^2 V}{\partial z^2}. \end{aligned}$$

Ezekből következik az, hogy a mágneses anomáliák nem ott a legnagyobbak, ahol a  $g$  értékében a legnagyobb eltérés van a normálistól, hanem a határfelületeken, ahol a mágneses

\* Enzyklopädie der math. Wissenschaften. Bd. IV, 1. B. Heft 4, S. 376.

hatású tömeg a környezetbe be van ékelve, vagyis ahol a nehézségerő gradiense is a legnagyobb.

Báró Eötvös gazdag adatgyűjteménye ugyanazoknak a helyeknek gravitációs rendellenességeiről és mágneses zavarairól mélyebb bepillantást engedtek neki e kérdés lényegébe. Általában háromféle típust állapít meg e két erő egyszerre nyilvánuló hatására nézve,<sup>78</sup> amelyek a következők:

1. A horizontális mágneses anomáliák a nehézségerő gradienseinek rendellenességeivel paralelek és egyenlő irányúak.
2. Parallelek, de ellentett irányúak.
3. Parallelek, de irányuk egymástól független és a mágneses anomáliák egy mágneses gerinc felé irányítottak.

Az 1. esetre példa *Szeged* és *Makó* között egy földalatti hegyhát, amely körülbelül délkelet-északnyugat irányban húzódik s amelynek hatása a nehézségerő gradienseinek rendellenességeiben  $20 \cdot 10^{-9}$  CGS. nagyságban mutatkozik s a mellett azck mindkét oldalon a gerinc felé irányítottak. A mágneses anomáliák is e tömegeloszlásnak megfelelőek, amennyiben e gerinctől keletre nagyobb s attól nyugotra kisebb deklinációértékek mutatkoznak, vagyis a normális eloszlással éppen ellentettek. E területre alkalmazva az előbbi összefüggéseket, Báró Eötvös a feltételezett tömeg mágneses szuszceptibilitását 0.0035-nek találta.

A 2. esethez hasonlót *Aradtól* keletre *Paulis* környékén találtunk, ahol a nehézségerő gradiensei mind a hegy felé irányítottak, megfelelően a hegy folytatólagos lejtőjének a föld alatt, a mágneses anomáliák pedig a hegytől elfelé irányítottak és helyi jellegűek.

A 3. eset a Fruska-Gorában fordul elő, ahol, mint már említettük, a talált nagy és egész lefolyásában oly szabályos mágneses anomáliákat a hegytől északra azzal párhuzamosan haladó tömegek (szerpentin) idézik elő, amelyek azonban, mivel sűrűségük a környezetétől csak kevéssé tér el, a nehézség gradienseiben különös rendellenességeket nem igen okoznak.

Más vidékeken is összehasonlítva a nehézség izogrammaít

(ugyanazon  $g$  rendellenességeket összekötő vonalakat) a mágneses anomáliák aequipotenciális görbéivel, e típusok valamelyikével találkozunk.

\* \* \*

A földmágneses elemek lemérésére közönségesen használt módszereknél az a körülmény könnyíti meg a feladatot, hogy a mágneses mező az eszköz kis terében messze az észlelési határokon belül homogénnek vehető s így a mágnesre gyakorolt ponderomotorius hatás egy forgásmomentumra redukálódik. Sőt még nagyobb terek is homogéneknek vehetők az elemek szokásos módon való meghatározásánál.

Báró Eötvös módszere, amellyel a nehézség térbeli változásait a nagy érzékenyséű torziós ingával, az eszköz által elfoglalt kis térben is le tudta mérni, útmutatás volt arra nézve, miként lehet a földi mágneses erő változásait is így kis terekben meghatározni.

A feladat megoldása itt is a következő hat adat meghatározásában áll <sup>57</sup>

$$\frac{\partial X}{\partial x} = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2}; \quad \frac{\partial Y}{\partial y} = \frac{\partial^2 V}{\partial y^2}; \quad \frac{\partial Z}{\partial z} = \frac{\partial^2 V}{\partial z^2};$$

$$\frac{\partial X}{\partial y} = \frac{\partial Y}{\partial x} = \frac{\partial^2 V}{\partial x \partial y}; \quad \frac{\partial X}{\partial z} = \frac{\partial Z}{\partial x} = \frac{\partial^2 V}{\partial x \partial z}; \quad \frac{\partial Y}{\partial z} = \frac{\partial Z}{\partial y} = \frac{\partial^2 V}{\partial y \partial z};$$

amelyek között a ható mágneses testeken kívülfekvő pontokra vonatkozólag a

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0$$

összefüggés áll fenn. A fenti hat adat közül tehát csak ötöt kell lemérnünk.

Ezen differenciálhányadosok meghatározása a mágnesre ható transzlatórius erő lemérésével történik, ami azonban a lemérésre szolgáló eszköznek csak olyan nagy érzékenysége mellett lehetséges, mikor a mágneses mező inhomogenitását már az eszköz által elfoglalt térben ki tudjuk mutatni.

Az  $M$  momentumú mágnesre ható transzlatórius erő össze-

tevőit  $P_x, P_y, P_z$ -vel, az  $M$  momentum vetületeit  $M_x, M_y, M_z$ -vel jelezve, ezek és a mágneses mező intenzitásának térbeli változásai között a következő összefüggések állanak fenn:

$$\begin{aligned} P_x &= M_x \frac{\partial X}{\partial x} + M_y \frac{\partial X}{\partial y} + M_z \frac{\partial X}{\partial z} \\ P_y &= M_x \frac{\partial Y}{\partial x} + M_y \frac{\partial Y}{\partial y} + M_z \frac{\partial Y}{\partial z} \\ P_z &= M_x \frac{\partial Z}{\partial x} + M_y \frac{\partial Z}{\partial y} + M_z \frac{\partial Z}{\partial z} \end{aligned} \quad (1)$$

Ha a mágnes tengelye a mágneses meridiánnal csak kicsiny  $\varepsilon$  szöveget zár be, és a transzlatórius erőnek csak  $P_x, P_y$  vízszintes összetevőit tekintjük, akkor írhatjuk, hogy

$$\begin{aligned} P_x &= M_h \frac{\partial X}{\partial x} + M_h \frac{\partial X}{\partial y} + M_v \frac{\partial X}{\partial z}; \\ P_y &= M_h \frac{\partial Y}{\partial x} + M_h \frac{\partial Y}{\partial y} + M_v \frac{\partial Y}{\partial z}; \end{aligned} \quad (2)$$

$M_h$ -val jelezve az  $M$  momentum vízszintes, és  $M_v$ -vel a függőleges összetevőjét.

E  $P_x$  és  $P_y$ , illetőleg a (2) alatti egyenlet jobboldalán szereplő differenciálhányadosok lemerésére Báró Eötvös a *mágneses transzlatométert* használja, amely külső formájában az egyszerű nehézségi variométerhez hasonló. Lényeges különbség a kettő között az, hogy a nehézségi variométerben levő lelógó platina-súly helyett a transzlatométernél 30—35 gramm súlyú mágnes van, melynek momentuma közel 1000 CGS. Ennek hajlását a vízszintes síkhoz tetszésszerint lehet változtatni. Továbbá a transzlatométernél a forgatás nem a mérődrót, mint tengely körül történik, hanem a lógó mágneset bezáró cső körül. A mérődrót itt is igen vékony platinadrót, s az eszköz védelme és a rúd elcsavarodásának észlelése is teljesen úgy történik, mint a nehézségi variométernél.

A transzlatórius erő lemerése céljából állítsuk be az eszközt rudját a mágneses meridiánra merőlegesen úgy, hogy a lelógó mágnes tengelye a mágneses meridiánnal kicsiny  $\varepsilon$  szöveget zár-

jon be. Ezt a mérődrót torziófejének kellő állításával mindig elérhetjük.

Ha  $\tau$ -val jelöljük a mérődrót torziókoeficiensét és  $\vartheta$ -val annak elcsavarodását, akkor egyensúly esetében

$$\tau\vartheta = lM_h \frac{\partial X}{\partial x} + lM_h \frac{\partial X}{\partial y} \varepsilon + lM_v \frac{\partial X}{\partial z} - M_h H \varepsilon = lP_x - M_h H \varepsilon,$$

mivel a mérődrótot ekkor két erő csavarja meg, az egyik az  $l$  rúdkaron működő  $P_x$  transzlatórius erő, a másik a mágnes forgató ereje a vízszintes síkban.

Forgassuk most az eszközt felülről nézve az óramutató járásával ellentett irányban  $180^\circ$ -kal és a mérődrót torziófejének megcsavarásával hozzuk a rudat az előbbi állás irányába; ekkor a függő mágnes tengelyének eltérése a mágnességi meridiántól  $\varepsilon - \alpha$  lesz, ahol  $\alpha$  annál kisebb, minél finomabb a mágneset hordó drót. Ebben az esetben

$$\tau\vartheta'_1 = -lP_x + lM_h \alpha \frac{\partial X}{\partial y} - M_h H (\varepsilon - \alpha)$$

Végül forgassuk az eszközt felülről nézve az óramutatóval egyező irányban  $360^\circ$ -kal körül és hozzuk a rudat a torziófej segítségével az előbbi állásába vissza, akkor

$$\tau\vartheta'_2 = -lP_x - lM_h \alpha \frac{\partial X}{\partial y} - M_h H (\varepsilon + \alpha).$$

E három utóbbi egyenletből

$$P_x = \frac{\tau}{4l} [(\vartheta - \vartheta'_1) + (\vartheta - \vartheta'_2)].$$

Ha a rúd pontos beállítása a torziófej segítségével nehézségekkel járna, akkor a távcsőleolvasással az eltérések mindig kijavíthatók.

Az eszköznek a mágneses meridiánba való beállításával, de az előbbihez teljesen analóg módon határozhatjuk meg a  $P_y$ -t.

A nehézség térbeli változásaiból eredő hatást, amely a mágneses erőkkel egyidőben hat, könnyen kiküszöbölhetjük úgy,

hogy előbb ugyanazon a helyen a nehézség gradienseit határozzuk meg, ami akár a mágneses transzlatométerrel is történhetik, ha a lelógó mágnes helyett ugyanolyan súlyú nem mágneses tömeget függesztünk fel.

A keresett differenciálhányadosokat úgy kapjuk meg, hogy méréseinket előbb a vízszintes síktól  $i$  szöggel lefelé, azután ugyanannyival felfelé hajló mágnessel végezzük. Ekkor az első esetben

$$M_h = M \cos i \quad \text{és} \quad M_v = M \sin i;$$

és a második esetben

$$M'_h = M \cos i \quad \text{és} \quad M'_v = -M \sin i;$$

és ha elegendő megközelítéssel  $\varepsilon = 0$ -t írunk, akkor a (2) egyenlet alapján a következő összefüggéseket nyerjük:

$$\frac{\partial X}{\partial x} = \frac{P'_x + P_x}{2M \cos i};$$

$$\frac{\partial X}{\partial z} = \frac{P_x - P'_x}{2M \sin i};$$

$$\frac{\partial Y}{\partial x} = \frac{P_y + P'_y}{2M \cos i};$$

$$\frac{\partial Y}{\partial z} = \frac{P_y - P'_y}{2M \sin i};$$

ahol  $P_x$  és  $P_y$ , illetőleg  $P'_x$  és  $P'_y$  a transzlatórius erő vízszintes összetevőit jelentik az első, illetőleg a második esetben.

Az ötödik  $\left(\frac{\partial Y}{\partial y} - \frac{\partial X}{\partial x}\right)$  differenciálhányados le mérésére Báró Eötvös az *asztatikus variométert* használja, amelyben finom dróton aluminium kereszt lóg, végein egymást lehetőleg asztatizáló kis mágnesekkel.<sup>57</sup>

A feladat megoldása itt is az eszköz négy állásában a mérődrót elcsavarodásának le mérésével történik.

Mint Báró Eötvös fenti értekezésében maga is említi, e módszere inkább helyi jellegű, nagyobb változások kimutatására alkalmas, mint nagyobb területek rendszeres felvételére. Éppen azért ilyen irányban egyes szabadban való méréstől eltekintve

inkább laboratóriumi vizsgálatainál használta azt. Jól értékesíthetők e mágneses variométerek a földi áramok kimutatására. Ha ugyanis valamely helyen a transzlatométerrel a mágneses erő térbeli változásait meghatároztuk s azután az eszköz alatt árkot ásunk, úgy ezáltal a földi áramok eloszlásában létesített változás a mágneses erő térbeli változásait is módosítja, ami azután szintén lemérhető. Hasonló megfigyeléseket végzett Báró EÖTVÖS a *Balaton* mellett *Bogláron* és *Tirolban*, az ottani gravitációs mérésekkel kapcsolatban.

A mágneses erő térbeli eloszlásának időbeli változásait is ki lehet mutatni a mágneses variométerekkel, mint azt a budapesti I. sz. fizikai intézetben régebben hosszú időn át végzett fotografikus regisztrálások mutatták.<sup>57</sup>

Kis mágneses erők és mágneses momentumok lemérésére is használhatjuk még a transzlatométert. Nagy érzékenysége nál fogva Báró EÖTVÖS ezzel végezte kőzetek és más gyengén mágneses testek momentumainak a meghatározását. Ha a földmágneses felvételeknél talált anomáliákat földalatti tömegek mágneses hatásának tulajdonítjuk, akkor ezen összefüggések megállapítására mindig szükségünk van az illető helyeken található kőzetek mágneses viselkedésének ismeretére. Báró EÖTVÖS sohasem mulasztotta el ezeknek rendszeres megvizsgálását; e célra még egy egyszerű mágneses tájolót is szerkesztett, amelynek segítségével a kőzetdarab a laboratóriumban ugyanazon helyzetbe hozható, amint az eredeti lelőhelyén feküdt. Az így beállított kőzetnek a hatását három egymásra merőleges helyzetben mérte le azután a transzlatométerrel. Ez a hatás két részből áll, az egyik a kőzet állandó mágnesesítéséből származó momentum  $M_x$  a hatás irányában, a másik pedig a földi mágneses erő által indukált mágnesesítés  $k v X$ , hol  $k$  a kőzet szuszceptibilitását,  $v$  a térfogatát s  $X$  a földmágnesség komponensét jelenti. Ha a kőzetet  $180^\circ$ -kal átforgatjuk, akkor  $-M_x + kvX$  erő fog a transzlatométerre hatni; a nyert két adatból a kőzetnek úgy a remanens, mint influált mágnesesítése kiszámítható. A másik két tengely mentén ható  $M_y$  és  $M_z$  momentumoknak

hasonló módon való meghatározása után az egész momentumot  $M$ -et irány és nagyság szerint megkaphatjuk, amiből azután, ismerve a kőzetnek eredeti fekvését, a mágnesező erő irányára és nagyságára is következtethetünk.

Hasonlók voltak Báró EÖTVÖSnek vizsgálatai régi téglákra és edényekre vonatkozólag. A több évszázados téglák és edények égetésük alatt az akkor uralkodó földmágneses erő irányát mint remanens mágnéséget tartották meg. Mivel a tégláknak az oldala és az edényeknek az alapja, amelyen azok kiégetésüknél a kemencében feküdtek, felismerhető volt, elég biztossággal lehetett azokat ugyanoly helyzetben felállítani. Meghatározván mágneses momentumaikat a transzlatométerrel, a készítésük idejére vonatkozó földmágneses erő irányára és pedig az inklinációra is lehetett érdekes felvilágosítást nyerni e mérésekből.

\* \* \*

E rövid ismertetés korántsem tarthat arra számot, hogy Báró EÖTVÖS LORÁNDnak a földmágnességre vonatkozó vizsgálatait mind kimerítette volna. Az említetteken kívül legkülönbözőbb mágneses problémákat vonta ő még vizsgálatai körébe, de ezeknek mint nem befejezetteknek a tárgyalása nem lehet ez ismertetés feladata.

---

## VI. VIZSGÁLATOK A FÖLDÖN MOZGÓ TESTEK NEHÉZSÉGÉRŐL.

RYBÁR ISTVÁN I. tagtól.

A megelőző cikkek EÖTVÖS LORÁND bárónak minden tekintetben, még keletkezésében is teljesen eredeti, örökértékű alkotásait ismertetik. A kapilláris-, a gravitációs- és a földmágnességi vizsgálatai hűen tükrözik vissza az Ő eredetiségét, egyéniségét és mélyen járó analizáló elméjét. Báró Eötvös figyelmét nem a kor divatos, tetszetős problémái kötötték le, hanem oly jelenségek, melyekre vonatkozó ismereteinket pályája elején befejezetteknek tekintették, melyekkel már senki sem törődött, mert azokból új eredményt senki többé nem remélt. Eötvös lángelméjére volt szükség, hogy e holt anyagokba új életet öntsön és nagy jelentőségű eredményeivel azokat a modern kutatás előterébe emelje. Ilyenek kapilláris-, gravitációs- és földmágnességi vizsgálatai.

De vannak Eötvösnek oly kutatásai is, melyekben a kezdeményezést mások munkáját kritizáló elméje indította meg. Így ama vizsgálata, mely a földön mozgó testek, szerkezetek nehézségére vonatkozik.

O. HECKER a porosz geoóziái intézetnek Potsdamban volt tagja, az izosztázia-törvény érvényességének megvizsgálása céljából az 1901—1905. években a nyílt tengereken, az Indiai- és a Csendes-óceánon, mozgó hajón gondos nehézségi méréseket végzett. E terjedelmes, nagy gonddal és körültekintéssel készült munka tanulmányozása közben Báró Eötvös észrevette azt, hogy a megfigyelések alkalmával és az eredmények feldolgozásá-

ban egy lényeges tényezőt figyelmen kívül hagytak: a hajó mozgását a szerint, amint az kelet felé vagy nyugat felé mozgott.

Ugyanis a GALILEI—NEWTON-féle mechanika értelmében a nehézség a Föld tömegvonzásának és a Föld tengelykörüli körülforogásából származó centrifugális erőnek eredője. A testre működő vonzóerő a földi tömegeknek a test körüli eloszlásától függ, a középpontfutó erő pedig a test sebességének négyzetével egyenes és a forgási sugárral fordított arányban van. Mivel a Föld tömegeloszlása általánosságban változatlan és a Földnek tengelykörüli forgása egyenletes, azért a Földhöz képest nyugalomban lévő test nehézsége a Földnek ugyanazon a helyén egy állandó, meghatározott érték. Ha azonban a test a Földön mozgásban van, akkor a testnek a Földhöz viszonyított relatív sebessége a Föld forgásából származó sebességéhez irány és nagyság szerint hozzáadódik, minek folytán a test (például a hajó) mozgása egy álló koordinata-rendszerre vonatkoztatva *növeli* a testnek Föld forgásából származó sebességét s így a középpontfutó erőt, ha a mozgás a Föld mozgása irányában azaz *kelet felé* történik; ellenben *kisebbíti azt*, ha a test *nyugatra mozog*. Így tehát a nehézség, mely a Föld vonzóerejének és a középpontfutó erőnek, illetőleg egy összetevőjének különbsége, *kisebbedik*, ha a test kelet felé mozog s *nagyobbodik*, ha mozgása nyugat felé történik.

Könnyen kimutatható,<sup>85</sup> hogy a nehézség eme változása egy álló Naprendszerre vonatkoztatva

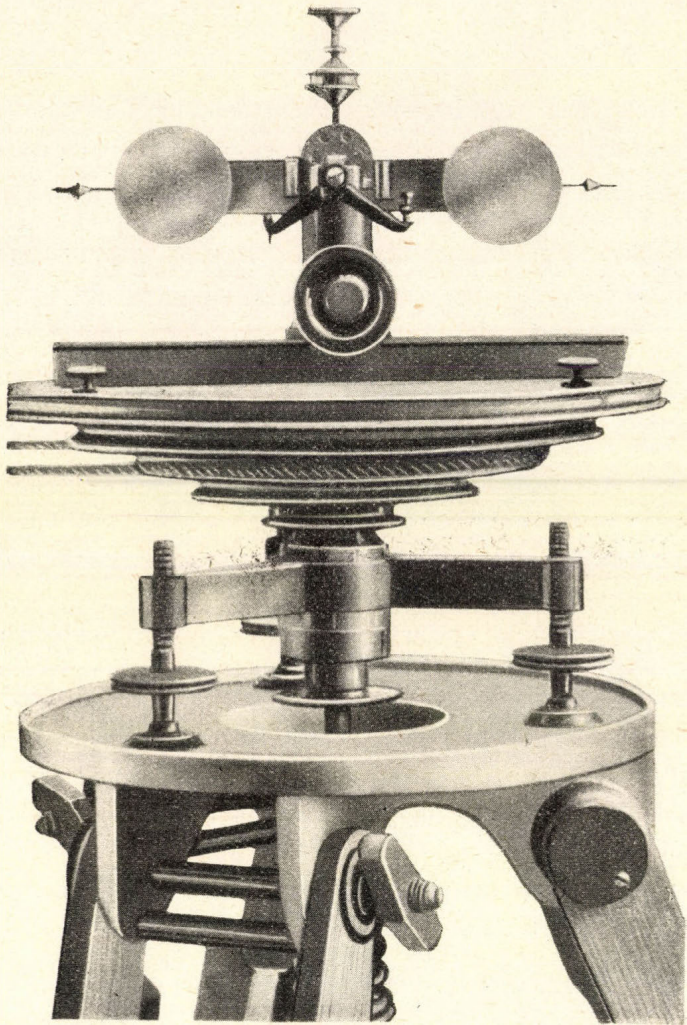
$$\Delta g = -2\Omega \cos \varphi \frac{dy}{dt}, \quad (1)$$

ahol

$$\Omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{86164} = 0.000073,$$

a föld forgási szögsebességét,  $\varphi$  az illető hely geográfiai szélességét,  $\frac{dy}{dt}$  a mozgó test sebességét jelenti, oly koordinata-rend-

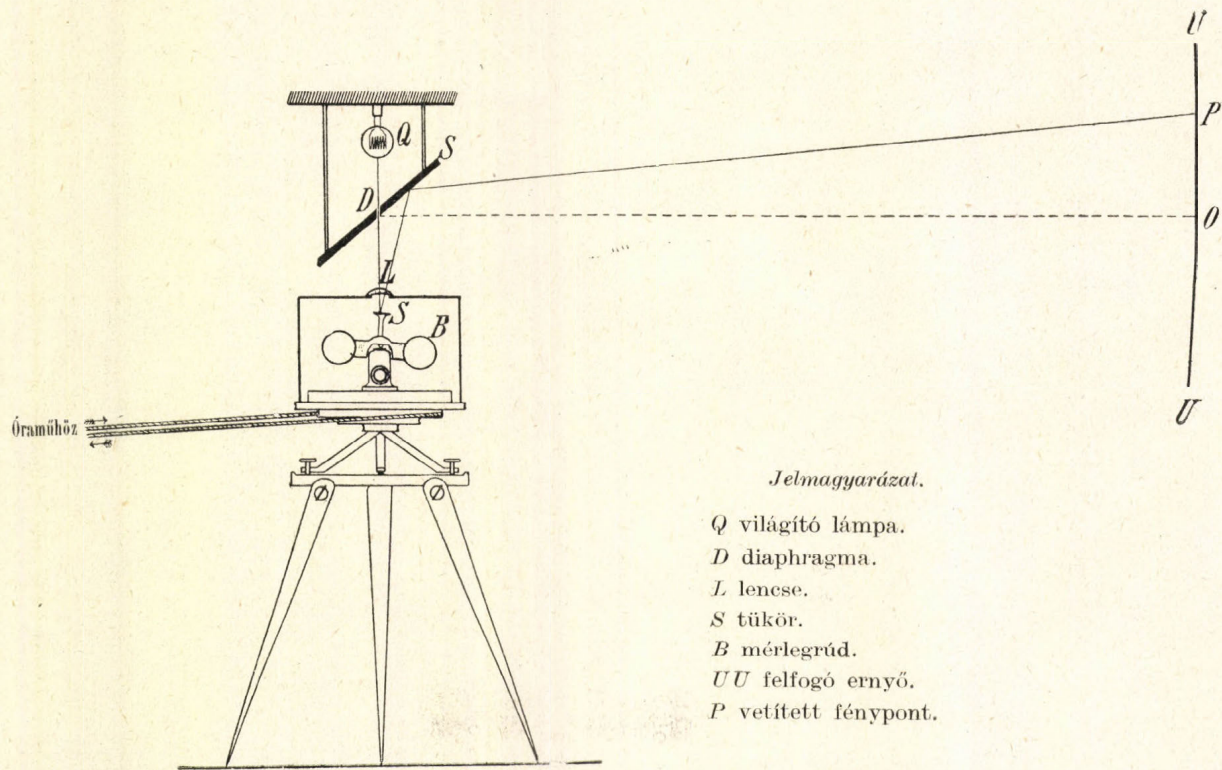
\* Bárány Eötvös: Mat. és Természettud. Értesítő 37 kötet 1. oldal 1920.



1. ábra.

szerre vonatkoztatva, melynek  $x$  tengelye észak felé,  $y$  tengelye kelet felé és  $z$  tengelye függőlegesen lefelé van irányítva.

Ha tehát a hajó például  $45^\circ$  szélességi körön kelet felé 20 kilométer óránkénti sebességgel halad, a nehézség változása a hajó mozgása folytán (1) képlet alapján



- Jelmagyarázat.*
- Q* világító lámpa.
  - D* diaphragma.
  - L* lencse.
  - S* tükör.
  - B* mérlegrúd.
  - UU* felfogó ernyő.
  - P* vetített fénypont.

2. ábra.

$$\Delta g = - 2.000073 \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{2.000,000}{3600} = 0.0574,$$

mely változás oly nagy, hogy a legprimitívebb mérési eljárásokkal is kimutatható és a HECKER-féle megfigyelések pontosságát messze felülmulja.

Báró EÖTVÖS figyelmeztetésére HECKER méréseit 1909. évben megismételte a Fekete tengeren. Az orosz kormány két hajót bocsátott rendelkezésére, melyekben egyidőben nehézségi megfigyeléseket végeztek még pedig úgy, hogy a hajók *egyike kelet felé, másika pedig nyugat* felé haladt. A mérések Báró EÖTVÖS felfogását igazolták.

A hatásnak eme felismerése szükségessé tette a HECKER-féle méréseknek átszámítását, miáltal a HECKER-féle észlelések között előforduló látszólagos ellentmondások is eltűntek.

Bár a mozgó hajón végzett eme megfigyelések kétségtelenül igazolták Báró EÖTVÖS felfogását, mégis akadtak egyesek, kik kétségbe vonták ennek az effektusnak jelenlétét. Ez a körülmény arra indította Báró EÖTVÖST, hogy oly kísérletet gondoljon ki, mely a laboratórium zárt falai között is igazolja a hatás jelenlétét.

E célra érzékeny mérleget használt, amelyen a mérlegkarokra serpenyők helyett súlyokat erősített (1. ábra). A mérleget függélyes tengely körül forgatható állványra állította és azt óraművel lassan és egyenletesen forgatta (2. ábra).

A forgás közben a mérlegrúd karjai felváltva kelet felé, illetőleg nyugat felé mozogtak, minek folytán az előzőek szerint a kelet felé mozgó kar könnyebb, a nyugat felé mozgó pedig nehezebb lesz. A mérlegrúdra tehát impulzus-szerű hatások működnek. E hatások bár kicsinyek, de mégis oly nagyok, hogy azok mérleggel kimutathatók. A kimutatás nehézsége csak abban van, hogy e hatást a mérleg keringése közben kell megfigyelnünk; Báró EÖTVÖS e kis hatás kimutatására a rezonancia elvét alkalmazta. E célból a mérleget az óraművel oly szögsebességgel forgatta, hogy keringési ideje a mérlegrúdnak (a forgáskor érvényes) teljes lengésidejével egyenlő legyen. Ekkor ugyanis

a mérleg karjaira ható, előbb említett, impulzus-szerű hatások oly időközökben váltakoznak, hogy azok a mérlegrudat mindig nagyobb és nagyobb lengésbe hozzák. Az amplitudó szakadatlan növekedésének határt szabnak az élnél fellépő súrlódás és a levegő ellenállása, egy szóval az úgynevezett csillapító erők. Ily módon EÖTVÖS e hatás multiplikálásával egy maximális amplitudót nyert, mely kényelmesen megfigyelhető és alkalmas optikai berendezéssel meghatározható.

Jelöljük a szimmetrikus alakú mérlegrúd tehetetlensége nyomtatékát a rúd (vízszintes irányú) forgási tengelyére vonatkoztatva  $K$ -val, csillapodási állandóját  $k$ -val és az egész lengő ingarúdra kiterjesztett

$$\int a^2 dm$$

integrált  $I$ -vel, amelyben  $a$  az ingarúd  $dm$  tömegelemének az ingarúd (vízszintes irányú) forgási tengelyétől való távolságát jelenti, akkor, miként azt BÁRÓ EÖTVÖS felkérésére FRÖHLICH IZIDOR professzor úr kimutatta,<sup>85</sup> rezonancia esetén a maximális amplitudó

$$A_{\max} = \frac{2Q \cos \varphi \cdot I}{kK},$$

amiből a keresett (l. 1. formulát)

$$Q \cos \varphi = \frac{k \cdot K \cdot A_{\max}}{2I} \quad (2)$$

csupa jól definiált mennyiségekkel fejezhető ki.

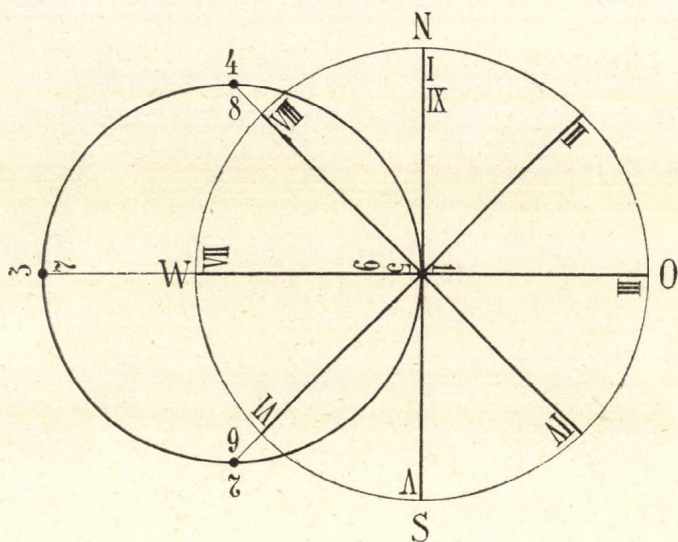
Ha tehát a mérleget függélyes tengely körül a fent ismertett módon egyenletesen forgatjuk, a mérleg lengésbe jön, amplitudója folytonosan növekszik és végre maximális értékét veszi fel. Mihelyt az amplitudó már néhány fokot ér el, az amplitudó növekedése már pusztá szemmel is jól megfigyelhető, különösen akkor, ha a mérlegrúdra a szokásos módon mutatót

\* Báró Eötvös: Mat. és Természettud. Értesítő 37. 1920. 6—18. old., továbbá ugyanez Értesítő 1. oldalon lévő lábjegyzék és a 27. oldalon lévő Befejező megjegyzés.

erősítünk. A megfigyelést azonban jelentékeny mértékben fokozhatjuk, ha oly optikai berendezést alkalmazunk, melyet kis szögek lemérése alkalmával használni szoktunk.

Eötvös kísérleti berendezését a 2. ábra szemlélteti.

E célra átalakított, tengelye körül forgatható teodolit állvány biztos, rezgésmentes alapon nyugodott s állító csavarjaival úgy volt beállítva, hogy forgási tengelye függélyes legyen. E forgatható teodolit állványon állott a fent említett mérleg. A teo-

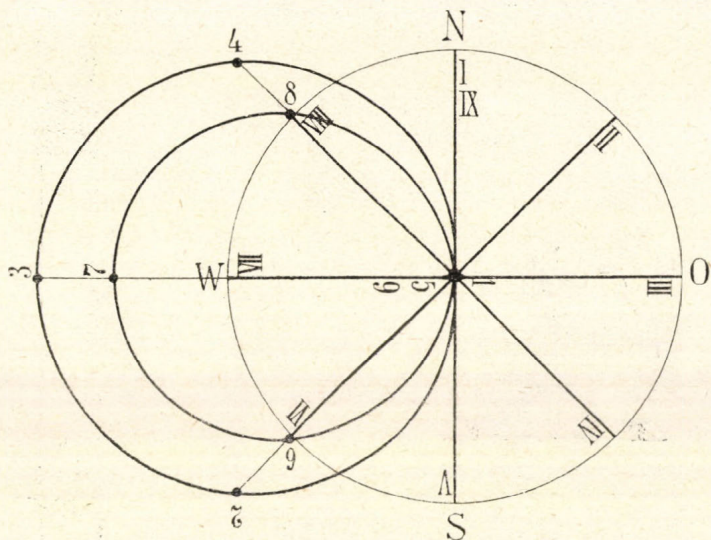


3. ábra.

dolit állványt Cambridge-i gyártmányú, csillagászati távcsövek forgatására szolgáló, kitűnő óraszerkezet hajtószinór közvetítésével nyugodtan és egyenletesen forgatta. Az óraszerkezet forgási sebessége az óraszerkezet centrifugális regulatorával nagy közben változtatható, szabályozható és egyenletessé tehető volt.

E forgatás által lengésbe hozott mérlegrúdnak (*B*-nek) amplitudóit Bárá Eötvös a következő módon tette megfigyelhetővé és mérhetővé. Egy nagyobb siktükröt (*S*-et), melynek alsó felülete ezüstözve volt, s melynek közepén, kis területről az ezüstözés el volt távolítva, a mérleg fölé úgy helyezte el, hogy síkfelülete

a függélyes iránnyal kbl.  $45^\circ$ -ot alkosson és hogy a tükör hátlapjára erősített köralakú diafragma ( $D$ ) lehetőleg a mérleg függélyes forgási tengelyébe essék. A  $D$  diafragmát  $Q$  izzólámpával világította meg. — A diafragmából kilépő fénysugár az  $L$  lencsén való áthaladás után a mérlegrúdra erősített  $S$  tükörrre esett, innen visszaverődve ismét a  $L$  lencsén át az  $S$  tükörről visszaverődve az  $U-U$  ernyőnek  $P$  pontjához jutott. Az  $L$  lencse a  $D$  diafragmának képét az ernyőn állította elő.

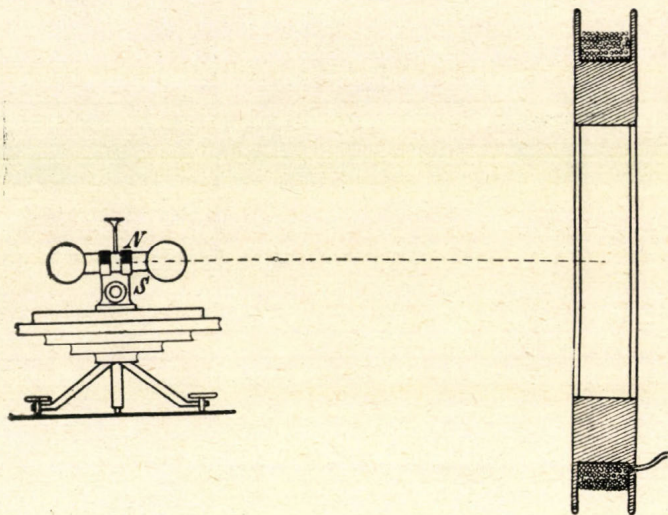


4. ábra.

Tegyük fel azt az ideális esetet, hogy a mérleg nyugalmi helyzetében a mérlegrúd tükreinek tengelye, nemkülönben a tükörrre eső fénysugár pontosan függélyes, akkor a  $P$  pont az  $U-U$  ernyőn a mérlegrúd egyszeri körülfordulásakor két egymással pontosan egybeeső kört ír le. Még pedig, miközben a mérlegrúd az I, II, III, IV, V. félkört futja be, (3. ábra) a  $P$  pont az 1, 2, 3, 4, 5 teljes kört írja le; s hasonlóképpen a mérlegrúdnak az V, VI, VII, VIII, I. félkörben történő forgása közben a  $P$  pont ugyanezt az 5, 6, 7, 8, 9 teljes kört rajzolja az ernyőre.

Ez az ideális eset azonban nehezen vagy egyáltalán nem érhető

el, minek az a következménye, hogy a  $P$  pont által az ernyőn leírt két hurok különböző nagyságú. Miközben a mérlegrúd az I, II, III, IV, V félkörben (4. ábra.) halad, a  $P$  pont az 1, 2, 3, 4, 5 teljes hurkot rajzolja az ernyőre, az V, VI, VII, VIII, I félkörben pedig az 5, 6, 7, 8, 9 teljes hurkot írja le. E két hurok méreteinek középértékéből, az ideális esetben pedig az egyetlen hurok méreteiből, továbbá az ernyőnek az  $S$ -tükörtől való távolságából a mérlegrúd amplitudója kiszámítható. S így a maximális amplitudó kísérletileg meghatározható.



5. ábra.

Mivel azonban a (2) alatti formulában szereplő értékeknek, különösen a csillapodási állandónak kísérleti meghatározása kissé körülményes, azért Báró Eötvös a szóban forgó hatást oly módon határozta meg, hogy azt mesterségesen alkalmazott ismeretes nagyságú erő hatásával kompenzálta. — Ily kényelmesen alkalmazható kompenzáló erő a tekercsben keringő elektromos áram mágneses erőtere.

Báró Eötvös a kompenzálás céljából a mérlegrúdra kicsiny, vertikális mágnesűket helyezett, a földmágnességi erőter vízszintes összetevőjét alkalmasan elhelyezett mágnesrudacskákkal

kompenzálta s a tekercset a csillagászati észak-déli irányban úgy helyezte el, hogy mágneses erőtere vízszintes irányú legyen (5. ábra). E tekercs mágneses erőterében forgatta a mérleget és a tekercsben keringő áram erősségét addig változtatta meg, míg a forgó mérleg lengései teljesen megszűntek, amikor is a mágneses erő hatása a Föld forgásából származó hatást teljesen kompenzálta. Azaz, ha  $H$  a tekercs által létesített mágneses erőter intenzitása,  $M$  a mérlegrúdon lévő mágnesrudacsákák momentuma,  $T$  a mérleg egy teljes körülforgatásának időtartama, akkor kompenzálás esetén:

$$\Omega \cos \varphi \frac{4\pi}{T} I = HM,$$

amiből

$$\Omega \cos \varphi = \frac{T}{4\pi} \frac{1}{I} HM;$$

csupa jól mérhető mennyiségekkel kifejezhető.

Ismerve az illető hely geográfiai szélességet, a kísérletileg meghatározott  $\Omega \cos \varphi$ -ből a Föld forgássebessége is kiszámítható.

Báró Eötvösnek e nevezetes kísérlete tehát teljes diadalra juttatta felfogását: minden kétséget kizáróan igazolta e hatás jelenlétét. Maga a kísérlet a Föld forgásának egy újabb bizonyítéka, mely a Föld forgássebességének meghatározását is lehetővé teszi.

## VII. ELŐADÁSAIRÓL ÉS EREDETI ELŐADÁSI KÍSÉRLETEIRŐL.

RYBÁR ISTVÁN I. tagtól.

Báró Eötvös kísérleti fizikai előadásai a természethez simulnak. Nem ideális, a természetben elő nem forduló, úgynevezett egyszerű, nem is speciális esetek alkotják előadásainak tárgyát, hanem maga a természet. A jelenségeket úgy állítja hallgatói elé, miként azok tényleg előállnak. A jelenségeket leírja, azokból a jelenségek törvényszerűségeit, mégpedig általános törvényekben megállapítja s végül a jelenségeket okaikra vezeti vissza. Hallgatóit a bemutatott jelenségből egyszerű, világos következtetésekkel vezeti a természeti törvényekhez. Előadása egy-egy következtetéseknek és okoskodásoknak szakadatlan láncolata. Vezérfonalát az energia megmaradásának elve képezi. Szigorú kritikai észjárással rámutat a leírás tökéletes vagy tökéletlen voltára és hallgatóiban állandóan gondolatokat kelt. Előadásait talán azzal jellemezhetem legjobban, ha azt mondom, hogy előadásaiban helyes fizikai gondolkodásra tanítja hallgatóit.

Számos fizikai fogalmat és ismeretet, melyek manapság teljesen közismertek, Eötvös előadásai terjesztettek hazánkban.

A nehézség szabatos meghatározása tőle származik. Még híre sem volt a relativitás elvének, s már egyetemi előadásában a nehézségnek oly definícióját adta, mely lényegében a nehézségnek a relativitás elvéből folyó modern definíciójával egyezik.

A hőjelenségek ismertetésénél egységes alapgondolat vezet. Abból a tapasztalatból kiindulva, hogy a természetben egy

jelenség önmagában sohasem történik, hanem minden jelenséget egy vagy több más jelenség kísér, a hőjelenségeket két csoportba úgy sorozza, hogy e csoportok valamilyen hőjelenséget kísérő jelenségekről azonnal felvilágosítást nyújtsanak. Később e két csoportot más természeti jelenségekkel, mint a mechanikai energia nagyobbodásával, a mechanikai energia kisebbedésével, a kémiai szétválasztással, a kémiai egyesüléssel, az elektromos kisüléssel egészíti ki. A természeti jelenségeknek eme csoportosításával a természeti jelenségek közötti kapcsolatról áttekintő képet nyújt.

Az elektrosztatika és elektrodinamika között tátongó nagy űrt hazánkban Báró Eötvös hidalta át. A régi kor hallgatói előtt az elektrosztatika és elektrodinamika két külön fejezete volt a fizikának, úgy tanították ezeket, mintha közöttük semmi nemű kapcsolat sem állana fenn. Eötvös előadásaiiban az elektrosztatikai és elektrodinamikai jelenségek között oly szoros a kapcsolat, hogy hallgatói nem is ismerik e megkülönböztetést. Az elektrosztatikus és elektrodinamikus jelenségek között csak azt a különbséget látják, hogy az elektromosság az egyik esetben nyugalomban, a másikkban mozgásban van, azonkívül, hogy az előbbieket energiája rendesen aránytalanul kisebb az utóbbiak energiájánál.

Miként előadásának szellemét, úgy annak kivitelét is, előadási kísérleteit is eredetiség jellemzi. A továbbiakban eredeti előadási kísérleteit ismertetem.

1. Egy ily, Báró Eötvöstől származó előadási kísérlet a szabad és tanulmányozására, mégpedig az első másodperc alatti és meghatározására vonatkozik. E kísérlet az általa e célra szerkesztett ingával egyszerűsége, világossága és könnyed érthetősége folytán a jelenkori fizika legjobb kísérletei közé tartozik.

Hogy e kísérlet célját, fontosságát és előadásában való szerepét megértethessem, szükséges, hogy megelőzőleg azokról a kísérletekről és megfontolásokról szóljak, amelyekhez e kísérlet kapcsolódik.

Az esést, mint minden mozgást akkor ismerjük, ha tudjuk,

hogy a mozgó test minden időpillanatban hol van? E célból mindenekelőtt az esés pályáját és az esés törvényszerűségét kell megállapítanunk.

Báró Eötvös a légüres térben aláejtett testekkel kimutatja, hogy minden test a légüres térben egyszerre esik s hogy az esés

pályája függélyes egyenes. Az esés törvényszerűségét pedig a Morin-féle ejtőkészülékkel állapítja meg, mint ismeretes úgy, hogy magával az eső testtel az esés irányára merőlegesen, egyenletesen mozgó papírlapra leírja mozgását. Az eső test által leírt görbéből az a törvényszerűség olvasható ki, hogy az esés az esés idejének négyzetével arányos, azaz  $t$  idő alatti esés

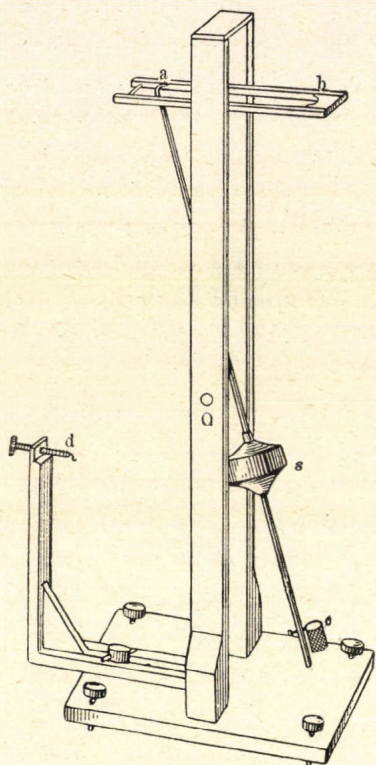
$$e = e_1 t^2,$$

hol  $e_1$  az első másodperc alatti esést jelenti.

E törvényszerűség önmagában még nem írja le a mozgást. Az esés tökéletesen ismeretes csak akkor lesz, ha  $e_1$  kísérletileg meg van állapítva. Ennek az  $e_1$ -nek, azaz az első

mp alatti esésnek egyszerű és nagy hallgatóság előtt feltűnő módon bemutatható kísérleti meghatározása történik az úgynevezett Eötvös-féle ingával.

E készülék (1. ábra) körülbelül 130 cm hosszú.  $O$  tengely körül forgó rúd alakú inga, melyen ólomsúly  $s$  van rögzítve. A rúd felső végén félkarika alakú villa  $a$  van, mely az állványra erősített félkarika alakú villát  $b$ -t, teljesen zárt karikává egészít



1. ábra.

ki. Az inga alsó végére egy nagyobb karika  $c$ , s erre zacskó van szerelve.

A kísérlet kivitele úgy történik, hogy az ingát egyensúlyi helyzetéből annyira térítjük ki, míg az  $a$  villa a  $b$  villát zárja. Ebbe, az így bezárt karikába helyezük a testet, a súlyos golyót, melynek esését óhajtjuk vizsgálni. Hogy kezünkkel létrehozott rázkódást elkerüljük, célszerű az ingát ebben az állásában zsineggel az állványhoz kikötni. Erre a célra való az állványon lévő, horoggal ellátott, állítható  $d$  csavar.

A kísérlet bemutatása úgy történik, hogy a zsineget elégetjük. Az inga lengésbe jön, vele egyszerre a golyó esni kezd, s mikor az inga átjut a másik oldalra, a golyó a  $c$  karikához és ezen keresztül a zacskóba jut. Az ábra azt a pillanatot ábrázolja, amikor az eső golyó a  $c$  zacskóhoz jut. A golyó esése és az inga mozgása egyszerre kezdődnek, továbbá az eső golyó és a zacskó egyszerre érnek ugyanarra a helyre. Amíg tehát az inga egy lengést végzett, az eső golyó a  $b$  villától a  $c$  karikáig jutott, azaz az esés ideje az inga lengésidejével egyenlő. Ha tehát meghatározzuk az inga lengésidejét s lemérjük a zacskónak a  $b$  villától való távolságát, mikor alatta van, akkor a fenti egyenletből  $e_1$  kiszámítható.

Így EÖTVÖS ingájának lengésideje  $\frac{1}{2}$  mp, a zacskónak az állványra szerelt villától való távolsága 122.5 cm. Tehát az eső test az első  $\frac{1}{2}$  mp alatt 122.5 cm utat fut be s így az első mp alatt befutott út

$$e_1 = \frac{e}{t^2} = \frac{122.5}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = 490 \text{ cm.}$$

E kísérleti adat felhasználásával nyerjük, hogy

$$e = 490 t^2 \quad (1)$$

Ez az egyenlet most már lehetővé teszi, hogy az eső test helyzetét minden időpillanatban megállapítsuk. E célból az esés idejét mp-ben adjuk meg, mikor is ez egyenletből az esés nagyságát cm-ben nyerjük. Tehát az (1) alatti egyenlet az esést tökéletesen leírja.

2. EÖTVÖS az inga mozgását is eredeti, grafikus eljárással szemlélteti, mégpedig úgy, hogy az ingával az inga lengés-síkjára merőlegesen, egyenletesen mozgó papírlapra irat. E célból az ingá-

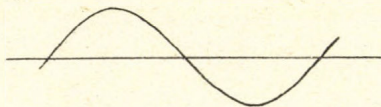


2. ábra.

ból festőszert folytat s lengése közben síneken mozgó kocsit egyenletesen tol el alatta.

Az általa használt inga, csappal ellátott pipetta-alakú üvegső, melyen eltolható és rögzíthető súly van (2. ábra). A csövet anilinnel megfestett folyadékkal töltjük meg és állványra szereljük úgy, hogy vízszintes tengely körül lengéseket végezhesen. A kócsi sínjeit az inga alatt, az inga lengéssíkjára merőlegesen helyezük el és a kocsira két rajzszöggel vízszintesen papírt, lehetőleg vastag itatóspapírt szögezünk.

A kísérlet kivitele abban áll, hogy az alkalmas lengésidőre beállított ingából a festett folyadékot a csap megnyitásával egyenletesen folytatjuk, az ingát lengésbe hozzuk s a kocsit egyenletesen toljuk el alatta. Ezután az ingát nyugalomba hozzuk és a kocsit ismét eltoljuk alatta. Az inga lengése közben a rajzlapra görbe vonalat, nyugalmi állapotában pedig egyenes vonalat rajzol (3. ábra). A görbe vonal az inga mozgását tünteti elő, mely az inga kis kilengésekor olyan, mint aminőt a hangvilla rezgé-



3. ábra.

sére merőlegesen, egyenletesen mozgó, kormozott üveglapra rajzol. E görbéből (sinusvonalból) lehet a rezgő mozgás törvényszerűségét leolvasni.

3. EÖTVÖS előadásában különös nagy gonddal és részletességgel foglalkozott a *testek tömegének meghatározásával*, a fizika ez egyik legfontosabb kérdésével. Eme fejtegetéseiben két eredeti készüléket alkalmazott.

Az egyik teljesen szabálytalan alakú mérleg, mely annak kimutatására szolgál, hogy a mérlegelés (az úgynevezett abszolút, tarával való mérlegelés) a mérlegrúd alakjától, méreteitől teljesen független.

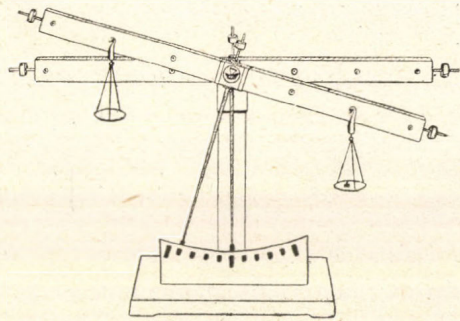
A másik készülék a mérleg érzékenységére vonatkozik.

A mérleg érzékenységén azt a szögkitérést értjük, amelyet a mérlegrúd egy bizonyos (például 1 gr) túlterheléssel mutat. A készülék annak demonstrálására való, hogy az érzékenység hogyan függ a mérlegkar hosszától, a mérlegrúd súlypontjának a forgási tengelytől mért távolságától és a mérlegrúd tömegétől?

A készülék két teljesen egyforma, egymástól teljesen független mérlegrúdból áll (4. ábra). A mérlegrúdon a kar változtatására egymástól és a forgási tengelytől (az éltől) egyenlő távolságra akasztók vannak, melyekbe a serpenyők függeszthetők; a súlypont helyzetének változtatására pedig a mérlegrúdon a tengely fölött egy-egy eltolható súly van.

A kísérlet bemutatásánál először csakis az egyik mérlegrúdat használjuk. A serpenyőket

az élhez legközelebbi akasztóra függesztjük s megnézzük a mérleg egyensúlyi helyzetét. Az egyensúlyi helyzet megállapítása céljából a mérlegkarra vízszintes drótot erősítünk s ennek képét lencsével függélyes skálára vetítjük. Az egyensúlyi helyzetnek e skálán történt megállapítása után a túlsúlyt (például 1 gr-ot) a mérleg egyik serpenyőjébe tesszük s leolvassuk az egyensúlyi helyzetnek az előbbtől való eltérést osztályrészekben. Ezután a serpenyőket a forgási tengelytől kétszeres távolságra lévő akasztókra helyezzük át s az előző módon megállapítjuk az 1 gr túlsúly okozta kitérést. E kitérést az előző kétszeresének találjuk. Éppígy háromszoros kitérést nye-



4. ábra.

rünk, ha az érzékenységet a forgási tengelytől háromszoros távolságra lévő akasztókra függesztett serpenyőkkel  $s$  túlsúllyal határozzuk meg. Tehát a mérleg érzékenysége különben azonos körülmények között a kar hosszával arányos.

A *súlypont helyzetének a mérleg érzékenységére* való befolyása kimutatható, ha az érzékenységet az eltolható súly legmélyebb és legmagasabb helyzetében állapítjuk meg. Azt találjuk, hogy minél közelebb van a mérlegrúd súlypontja a forgási tengelyhez, különben azonos körülmények között, a mérleg annál érzékenyebb.

Végül a mérlegrúd tömegétől való függésnek kimutatására mindkét egyforma mérlegrudat használjuk úgy, hogy a serpenyőket mindkét mérlegrúd egymás mellett lévő akasztóira függesztjük fel  $s$  a mérleg érzékenységet az így kétszerestömegű mérlegrúddal határozzuk meg. Meggyőződünk arról, hogy a nagyobb tömegű mérlegrúd érzékenysége kisebb.

4. Ismeretes, hogy kís kilengések esetében

$$T = \pi \sqrt{\frac{K}{Mgs}}$$

formula az inga lengés ideje  $T$ , a forgási tengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatéka  $K$ , tömege  $M$ , súlypontjának a forgási tengelytől való távolsága  $s$  és a nehézségi gyorsulás  $g$  közötti összefüggést fejezi ki.

E formula értelmében az inga lengésideje különben azonos körülmények között a súlypontnak a forgási tengelytől mért távolságának,  $s$ -nek négyzetgyökével fordítva arányos. Azaz azok közül az ingák közül, melyeknek tömegei, tehetetlenségi nyomatékai egyenlők, annak az ingának lengésideje nagyobb, melynek súlypontja a forgási tengelyhez közelebb van.

Ennek kimutatására Báró Eötvös a 5. ábrában elötüntetett ingát használja.

Az inga két rúdból és a rudak végén gömbalakú súlyokból áll. A rudak  $O$ -nál lévő csuklóban egymáshoz képest tetszés szerinti szöglettel hajlíthatók. A surlódás a csuklóban oly nagy,

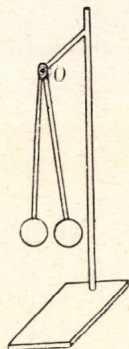
hogy a rudak minden hajlásszögletre beállíthatók. Az inga a csuklón átmenő vízszintes tengely körül lengéseket végezhet.

Ha a rudak hajlásszögletét változtatjuk, akkor ezzel sem az inga tömege, sem pedig tehetetlenségi nyomatéka nem változik meg, ellenben súlypontjának a forgási tengelytől való távolsága igen. Ennek folytán ez ingával az ingák oly sorát állíthatjuk elő, melyeknek tömegei és tehetetlenségi nyomatékai egyenlők, de súlypontjaiknak a forgási tengelytől mért távolságai különbözők. Tehát ez ingával az inga lengésidejének  $T$ -nek az  $s$ -től való függése megvizsgálható.

Ha a gömbalakú súlyok egymást érintik, azaz az inga súlypontja a forgási tengelytől legtávolabb van, akkor az inga szaporán leng, lengésideje kicsiny; ha azonban az inga rúdjai egymással közel  $180^\circ$ -ot képeznek, azaz ha a súlypont a forgási tengelyhez közel van, akkor az inga rendkívül lassan leng, lengésideje igen nagy.

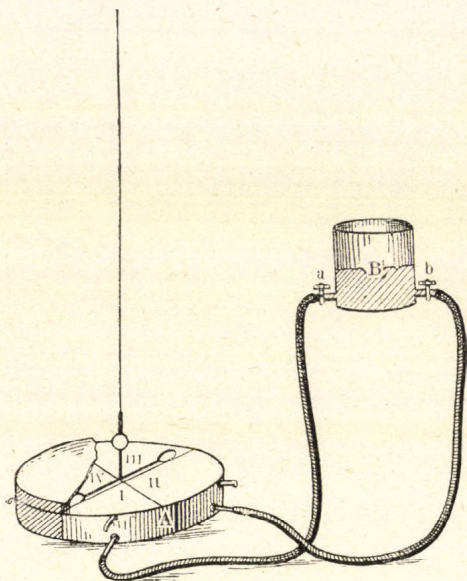
5. A tömegvonzás rendkívül kényes jelenségét az Eötvös-féle torziós ingával játszani könnyedséggel és teljes biztonsággal lehet kimutatni. E célból egy nyílás képét, a fénynek a torziós inga tükrén való visszaverődése után, vízszintes skálán állítjuk elő. Az inga egyensúlyi helyzetét e skálán olvassuk le. Azután a kitérítő súlyt, körülbelül 13 kg-os ólomsúlyt, a torziós készülék mellé, az inga platinasúlyával egyenlő magasságban, a súlyhoz lehetőleg közel helyezzük el, mire a nyílás képe a skálán lassan a kitérítő súly oldala felé mozgásba jön s más egyensúlyi helyzetbe áll be, jeléül annak, hogy a vonzó erő a torziós ingát elcsavarta.

A tömegvonzás eme bemutatásához a költséges torziós inga szükséges. Báró Eötvös e jelenséget régebben másként mutatta be. A használt készülék jelentékenyen olcsóbb a torziós ingánál úgy hogy azt rendes viszonyok között bármelyik középiskola is beszerezhetné.



5. ábra.

A készülék lényeges alkotórésze szintén torziós inga, amelyen azonban platinasúlyok helyett lapos, korongalakú ólomsúlyok vannak (6. ábra). Az inga a torziós szekrényben körhengeralakú, teljesen bezárt edény, *A* felett, annak felső lapjához igen közel lenghet. Az edény belseje egymásra merőleges két fallal négy, I., II., III. és IV. quadransra van beosztva. E quadransok közül a szembenlévők egymással közlekednek, így I. a III-kal



6. ábra.

és II. a IV-kel. Mindenik quadransból cső vezet kifelé, melyeknek nyitott végei lefelé görbülnek. Az egymással közlekedő quadransok egyikéből ezenkívül alul még egy-egy cső vezet kifelé. E csöveket külön-külön vastagfalú kauszucső köt össze a *B* vasfazékkal. A fazékból kivezető csövek az *a* és *b* csappal zárhatók el.

A torziós inga a torziófejjel (mely az ábrában nincs elő-

tüntetve) úgy állítandó be, hogy az inga egyensúlyi helyzete a quadransokat elválasztó egyik fallal parallel legyen (az ábra az ingát ebben a helyzetben ábrázolja). Az inga egyensúlyi helyzetét az előző kísérletnél ismertetett módon vetítve skálán olvassuk le.

A kísérlet bemutatása következőkép történik. Leolvassuk az inga egyensúlyi állását. Ezután a kitérítő tömeget, higanyt az egyik quadranspárba töltjük. Erre szolgál a gumicsővel összekapcsolt *B* fazék. A fazék csapjait elzárjuk s a fazékba higanyt

töltünk. Ezután az egyik csapat, például az *a* csapat megnyitjuk és a fazekat magasba emeljük, miáltal a higany a fazékból az I. és III. quadransba ömlik. Mikor a higany a quadransokból felül kivezető csövön kifolyik, azaz mikor a quadranspár higanyval megtelt, az *a* csapat elzárjuk. Az inga a higanyval telt quadransok felé mozgásba jön és más egyensúlyi állásba áll be, jeléül annak, hogy a quadransokban lévő higany és az inga ólomtömegei között fellépő vonzóerő a drótot elcsavarta.

A kísérlet további menete abban áll, hogy a higanyt az I. és III. quadranspárból a II. és IV-be töltjük át. Ez oly módon történik, hogy az *a* csapat megnyitjuk, a fazeket lesüllyesztjük, s mikor már a higany a fazékba mind visszafolyt, akkor az *a* csapat elzárjuk, *b* csapat megnyitjuk, a fazekat ismét a magasba emeljük és mikor a II. és IV. quadransok higanyval megteltek, a *b* csapat ismét elzárjuk. A torziós inga a II. és IV. quadransok felé mozog s ott más egyensúlyi állásba beáll. A drót elcsavarása körülbeül akkora, mint az előbbi esetben, de ellenkező irányú.

6. Ugyancsak eredeti Báró Eötvösnek az a kísérlete is, amelylyel a rugalmas alakváltozást bemutatja és HOOKE törvényének érvényességét igazolja.

Vízszintesen kifeszített vörösrézdrót képét függélyes skálára vetíti s a drót közepén súlyokkal terheli meg. A skálán leolvasható kitérésekből megállapítható, hogy 1-ször rugalmas alakváltozás esetén az alakváltozás az erő megszűnte után megszűnik és hogy az alakváltozás arányos az alakváltozást létesítő erővel (HOOKE törvénye); 2-szor, hogy rugalmatlan alakváltozás esetén az erő maradandó alakváltozást létesít.

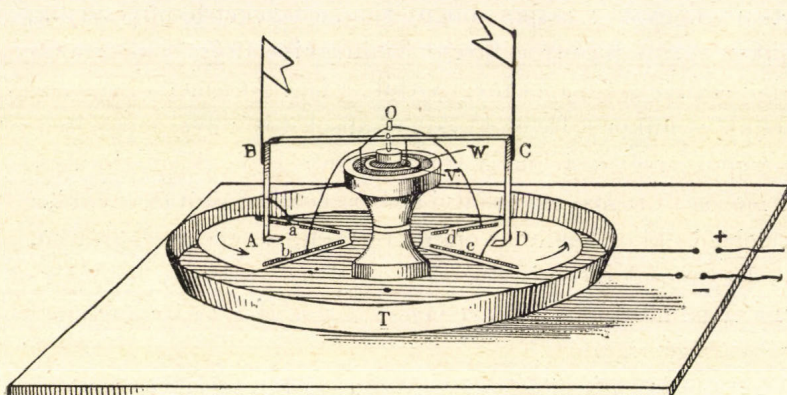
7. Továbbá rendkívül tanulságos az a kísérlet, mellyel a folyadékok felületi feszültségének jelenlétét mutatja ki.

A folyadék felületén úszó test minden oldalról a felületi feszültségből származó ugyanakkora erőnek van alávetve, miért is a test a folyadék felületén nyugalomban van. Ha azonban a test egyik oldalán a felületi feszültséget megváltoztatjuk, akkor a test a nagyobb felületi feszültség felé mozog.

Öntsünk tálban lévő tiszta higanyfelületre annyi hígított

kénsavat, hogy az a higany felületét teljesen befedje. Helyezünk a higanyfelületre üveglapot. Az üveglap a felületen nyugalomban marad. Ha azonban a higany felületét az üveglap egyik oldalán odadobott chromsavas kálium darabkával oxidáljuk, az üveglap azonnal a tiszta higanyfelület felé mozgásba jön, mert a higany felületi feszültségét az üveglap egyik oldalán az oxidálással lekisebbítettük.

Az üveglap mozgását folytonos mozgássá alakíthatjuk át, ha a higanyfelületet az üveglap egyik oldalán állandóan oxidáljuk, a másikon pedig hidrogénizálással kijavítjuk azt. Báró



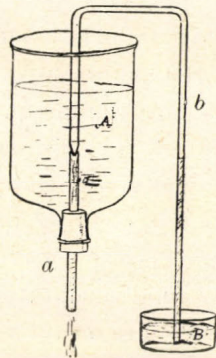
7. ábra.

Eötvös e műveletet az elektromos áram kémiai hatásával létesíti az úgynevezett kapilláris forgó készülékénél.<sup>31</sup>

E készülék szerkezetét a 7. ábra ábrázolja. Az úszó, két egymással szembenlévő körsektor-alakú üveglap, melyeket egymással az *ABCD* fémhíd mereven köt össze. Az úszó szerkezet az *O* csúcs körül foroghat és a *T* tálban levő higanyfelületen e felületre öntött hígított kénsavban úszik. Az úszók felső lapján igen közel a szélekhez (de nem teljesen ott) platina-szalagok vannak spanyolviasszal ragasztva. Az egymással szembenlévő *a* és *c* szalagot platinadrót kapcsolja vezetőleg a fémhíddal össze. A hídról platinadrót ér a higannyal telt *V* vályuba. A *b* és *d* szalagokat összekötő platinadrót a hídtól elszigetelve

egy másik  $W$  vályuba vezet, mely szintén higanyt tartalmaz. Vagyis az  $a$  és  $c$  szalagok a  $V$ , a  $b$  és  $d$  szalagok pedig a  $W$  vályuban lévő higanyval vannak vezetőleg összekapcsolva. A  $V$  és  $W$  vályuból drótok vezetnek két egymásután kapcsolt akkumulátorral összekapcsolt áramfordítóhoz.

Ha az áramot zárjuk például úgy, hogy a  $+$  sarok a  $V$  vályuval legyen összekapcsolva, akkor az áram a hígított kénsavba az  $a$  és  $c$  szalagoknál be-, a  $b$  és  $d$  szalagoknál kilép. Az áram hatására a hígított kénsavból az  $a$  és  $c$  szalagoknál oxigén, a  $b$  és  $d$ -nél pedig hidrogén válik ki. Ennek folytán a higany felülete az úszó  $a$  és  $c$  oldalán oxidálódik, a  $b$  és  $d$  oldalán pedig tisztul. A higany felületi feszültsége az  $a$  és  $c$  oldalon kisebb lesz, mint a  $b$  és  $d$  oldalon, minekfolytán az úszó a nyíl irányában gyors forgásba jön. Ha az áramfordítóval az áram irányát megfordítjuk, akkor az úszó az ellenkező irányban forog.



8. ábra.

8. Eötvös a 8. ábrában ábrázolt készülékkel azt igazolja, hogy *áramlásban lévő folyadék belsejében* a nyomás a nagy keresztmetszetenél nagy, kis keresztmetszetenél kicsiny.

Nagyobb, fenéknélküli,  $A$  üvegedény dugóval elzárt nyakán üvegcső  $a$  vezet keresztül. E csőbe a  $b$  csőnek kihúzott vége torkollik. Ezáltal az  $a$  csőnek az  $A$  edénnyel közlekedő vége tetszésszerűen kis keresztmetszetűvé tehető. A  $b$  cső másik vége festett folyadékot tartalmazó  $B$  edény fenekéig ér.

Ha az  $A$  edényt vízzel megtöltjük, akkor a víz az  $a$  és  $b$  csövek falai közötti kis keresztmetszeten áramlik keresztül; a  $B$  edényben lévő festett folyadék a  $b$  csőben felemelkedik és a  $b$  és  $a$  csövön keresztül kifolyik.

Ugyanis az áramló víz sebessége az  $a$  és  $b$  közötti kis keresztmetszeten megnövekedik, a sebességnövekedés pedig nyomáskisebbedést létesít. Ennek folytán a  $B$  edényben levő folyadék külső felületére ható légnyomás és a  $b$  csőben

uralkodó lekisebbedett nyomás különbsége a folyadékot a csőben felemeli.

9. A fagyást kísérő melegedés kimutatására használatos kísérletek előadási célokra nem igen alkalmasak, mert vagy nagyon körülményesek, vagy csak szubjektíve figyelhetők meg. Báró EÖTVÖS e jelenséget hallgatói előtt meggyőző, egyszerű kísérlettel mutatja be alkénessavas nátriummal.

Ismeretes, hogy az alkénessavas nátrium, melynek olvadáspontja  $47\text{ C}^\circ$ , a szoba hőmérsékletén szilárd és cseppfolyós állapotban is lehetséges.

Ha lombikban alkénessavas nátriumot megolvasztunk s nyugodtan kihűlni hagyjuk, akkor az folyékony állapotban megmarad. Ha azonban a folyékony alkénessavas nátriumba szilárd alkénessavas nátriumdarabkát dobunk, azonnal fagyni kezd s hőmérséklete az olvadási hőmérsékletre,  $47\text{ C}^\circ$ -ra emelkedik, miközben a környezetet felmelegíti. Báró EÖTVÖS e melegedést oly módon mutatja be, hogy a lombikba a fagyó alkénessavas nátriumra æthyl-æthert önt s a lombikot oly dugóval zárja el, melyen keresztül egy kihúzott végű üvegcső vezet. Az æther hevesen forr és az æthergőz a csővön erős gőzsugárban áramlik ki. A kiáramló æthergőz meggyújtva nagy lánggal ég.

10. A földmágnességi erőnek influáló hatását Báró EÖTVÖS szerint következőkép mutathatjuk be.

Vízen úszó mágnesezett varrótű képét vertikális projekcióval ernyőre vetítjük. A tű (mágnesű) a földmágneses meridiánba helyezkedik el, egyik vége észak felé, másik vége dél felé mutat. Közelítsünk e mágnesűhöz 1 cm átmérőjű és körülbelül 80 cm hosszú, izzítással *teljesen* lággyá tett vasrudat s tartsuk azt úgy, hogy a földi mágneses erőre merőleges legyen. A rúdnak a mágnesűhöz közelített vége a mágnesűnek úgy az északi, mint a déli végét vonzza, jeléül annak, hogy a lággyvasrúd nem mágneses. Ha azonban a rudat a földi mágneses erővel párhuzamosan állítjuk s úgy közelítjük a tűhöz, akkor a lággyvasrúdnak észak felé mutató vége a tű déli végét vonzza, de az északit taszítja. Azaz a lággyvasrúd e vége északi mágneses vég.

Ugyanazt tapasztaljuk akkor is, ha a rudat megfordítva a másik végét közelítjük a tűhöz: a rúd vége a tű déli végét húzza, az északit taszítja. Ugyanily módon a lágyvasrúdnak dél felé néző végét közelítve a tűhöz, meggyőződünk arról, hogy ez a vég a tű északi végét vonzza, a délit taszítja, azaz e vég déli mágneses vég. Tehát a lágyvasrúd, mely a földi mágnességi erőre merőleges helyzetében nem mágneses, mágneses sajátosságot mutat, mágnesrúd lesz, ha azt a földi mágneses erővel párhuzamosan állítjuk. És pedig a rúd észak felé néző vége mindig az északi mágneses vége, a dél felé néző vége pedig mindig a déli mágneses vége a rúdnak. A lágyvas e mágnességét a földi mágneses erő influálja.

Didaktikai szempontból igen fontos Báró EÖTVÖS előadásának az a része, amelyben az elektromos kisülést kísérő változásokról szól.

11. Abból a gondolatból kiindulva, hogy a természetben egy jelenség teljesen magában sohasem jöhet létre, hanem azt mindig más jelenségek kísérik, kimutatja, hogy az elektromos kisülés melegedést, kémiai szétbontást, mechanikai energia-nagyobbodást, mágneses hatást létesít.

A melegedést akként mutatja be, hogy szikrával az æthert meggyújtja. A kémiai hatás kimutatása céljából nagy, több-lemezes HOLTZ-féle géppel előállított elektromosságot kénsavval savanyított vízben keresztül egyenlíti ki, mikor is a platina-elektrodokon igen apró buborékok keletkeznek. A mechanikai energia nagyobbodását két HOLTZ-féle géppel mutatja be, melyek egy-egy konduktorát vezető drót köti egymással össze, másik, szabad konduktora pedig a földbe van vezetve. Ha az egyik HOLTZ-féle gépet működésbe hozzuk, a konduktorokat széjjelhúzzuk és a másik HOLTZ-féle gép üvegkorongját elektromossággal való megtöltés céljából a papírnyelvek irányában egyszer körülforgatjuk, akkor az utóbbi gép gyors forgásba jön. Az elektromos kiegyenlítő mágneses hatását azzal demonstrálja, hogy nemmágneses acél kötőtű mágneses lesz, ha az elektromos kiegyenlítő annak közelében megy végbe;

továbbá, hogyha a kiegyenlítődes sokmenetű tekeresen át történik, akkor a tekercs a közelében lévő mágnesűt kitéríti.

E kísérletek alkalmasak annak kimutatására is, hogy az elektromos kisülések energiája rendkívül csekély. Az æther nehezen, sokszor csak többszöri próbálgatás után gyújtható meg; a kénsavval savanyított vízből igen apró buborékok keletkeznek, amelyek vetítve is csak hosszú ideig tartó kisüléssel és csakis a platinadrótok megvastagodásában vehetők észre; a mechanikai munka nagyobbodása is igen csekély; az acéltű gyenge mágnes lesz, a tekercs is a mágnesűt észrevehetően csak akkor téríti ki, ha a földmágnességi erőt kompenzálással lehetőleg lekisebbitettük. Mindezekből a tapasztalatokból az következik, hogy az elektromos kiegyenlítődes energiája rendkívül csekély ahhoz a munkához képest, amellyel ezen elektromos energiát előállítottuk, azaz amelyet a többlemezes HOLTZ-féle gép forgatásánál végeznünk kell. Oka ennek az, hogy az elektromosság itt rossz vezetők, szigetelők között egyenlítődik ki. Báró Eötvös már itt felemlítette hallgatóinak, hogy később oly módszerekkel ismerkednek meg, melyeknél az elektromosság kiegyenlítődes csupa vezetők között jön létre. Ezek az elektromos kiegyenlítődesek nem adnak fényes, csattanós szikrát, de sokkal nagyobb hő, kémiai, mechanikai, mágneses hatásokat létesítenek, azaz energiáik aránytalanul nagyobbak. A csattogó szikrák tehát nem árulnak el nagy energiát.

12. A tudományos vizsgálatokra használatos quadranszelektrometerek fémfalakkal vannak a külső zavaró hatásoktól védve. Ezért a hallgatóság a tulajdonképeni quadranszelektrometerből nem lát semmit. Báró Eötvös üvegből készült torziós szekrényt használ. Ebbe helyezi el az elektrométert, melynek lényeges alkotórészeit oly módon szerkesztette meg és állította össze, hogy az elektrométer részei az üvegszekrényen keresztül távolról is igen jól megkülönböztethetők.

13. Ezzel a készülékkel mutatja be, hogy mindennemű mechanikai változás, mint mindennemű dörzsölés, kristályos testekre kifejtett nyomás stb. elektromosságot létesít, mégpedig az

egyik test pozitív, a másik negatív elektromossá lesz. Ugyancsak elektromos állapotot mutatnak a kristályos testek a melegedéskor és a hűléskor. Így bemutatja, hogy ha turmalin kristályt felmelegítünk s azután kihűlni hagyjuk, akkor a kihűléskor az egyik vége pozitív, a másik negatív elektromos állapotú. A quadrans elektrométerrel bemutatott kísérletei közül még csak egyről óhajtok megemlíkezni, arról, amellyel bemutatja, hogy a folyadék és szilárd fal közötti surlódáskor, az úgynevezett száraz surlódáskor, mikor is a folyadék az edény falát nem nedvesíti, szintén elektromosság keletkezik. Magas platinatégelyt szigetelt fémállványra állítunk s a fémállványt az elektrométer egyik quadranspárjával kapcsoljuk össze. Az elektrométer másik quadranspárja állandóan a földdel van összekötve. A tégelyt BUNSEN-féle lámpával kiizzítjuk s azután kénsavval savanyított vizet cseppentünk belé. A csepp az izzó platinatégelyben megmarad (Leidenfrost-féle jelenség), mert a víz a fejlődő gőzök miatt, melyek rossz hővezetők, az izzó falhoz nem ér. A víz és az izzó platina között a rossz hővezető gőzréteg van. Ha azonban a tégelyt hűlni hagyjuk, egyszerre sercegést hallunk, a tégelyben kis robbanás történik s az elektrométer egyensúlyi helyzetéből kitér. Ugyanis a robbanáskor hirtelen fejlődő és a tégelyből kiáramló gőzök a platinacsésze falához dörzsölődnek s azt elektromossá teszik.

14. EÖTVÖS az elektromos árammal létesített polározást általános alapgondolattal ismertette.

Valahányszor azt tapasztaljuk, hogy a vezetőben keringő elektromos áram a vezetőben oly változást létesít, mely az áram irányától függ, azaz mely jelenségnél bizonyos irány vagy irányok kitűntettek, mely jelenség mint mondani szokás, poláros, akkor e változás a vezetőben a változást keltő áram elektromótoros erejével ellenkező irányú elektromótoros erőt kelt.

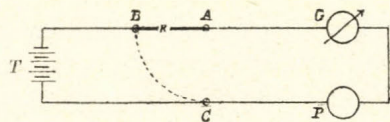
Így, ha az elektromos áramot elektroliten, például hígított kénsavon vezetjük keresztül, akkor az egyik elektródon oxigén, a másikon hidrogén válik ki. E jelenség az áram irányától függ, mert ha az áram irányát megfordítjuk, akkor azon az elektró-

don, melyen előbb az oxigén fejlődött, most a hidrogén válik ki, a másikon pedig az oxigén. A jelenség tehát poláros. Ennek folytán, ha az áramot hígított kénsavon vezetjük át, a hígított kénsavban a változást keltő elektromotoros erővel ellentett irányú elektromotoros erő keletkezik. E jelenség a *kémiai polározás*.

Hasonlóképpen, ha az áramot heterogén anyagokon, például oly láncon vezetjük keresztül, amelyben egymáshoz forrasztott antimon- és bizmutdrótok váltakozva következnek egymás után (termooszlop), akkor azon a válaszfelületen, melynél az áram az antimonból a bizmutba lép, felmelegedés, ott pedig, ahol az áram a bizmutból az antimonba megy, lehűlés jön létre. Ha az áram irányát megfordítjuk, akkor az a válaszfelület, mely előbb felmelegedett, most az áram hatására lehül (mert az áram most ennél a határfelületnél megy át a bizmutból az antimonba), az pedig, mely előbb lehült, most felmelegszik. E jelenség poláros, mert az áram irányától függ. Ennek folytán e jelenség a vezetőben az eredeti áram elektromotoros erejével ellentett irányú elektromotoros erőt létesít. E jelenség a *termikus polározás*.

Ugyancsak ha az áramot elektromóron, például GRAMME-féle gépen vezetjük át, a gép forgásba jön. És ha az áramot megfordítjuk, a forgás ellentett irányban történik. E jelenség ismét az áram irányától függ, a jelenség poláros. A forgás közben tehát a forgást létesítő áram elektromotoros erejével ellentett irányú elektromotoros erő keletkezik. E jelenség az indukció, melyet akár elektromágneses polározásnak nevezhetnénk.

15. Mindezeket a jelenségeket EÖTVÖS lényegében ugyanazzal a kísérlettel mutatja be.



9. ábra.

A kísérletnél alkalmazott kapcsolást a 9. ábra tünteti elő. A rajzban *T* az akkumulátortelepet, *P* a polározó készüléket (vagy hígított kénsavat tartalmazó edényt, melybe ólomlap-elektródok vezetnek, vagy a termooszlopot vagy pedig a

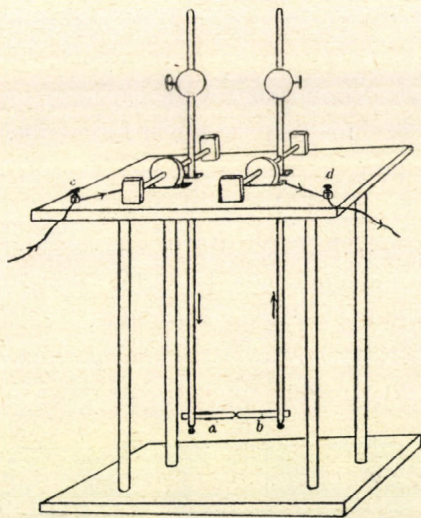
GRAMME-féle gépet) ábrázolja;  $G$  áramjelző készülék,  $K$  pedig az  $A$  körül forgatható kapcsolórúd.

Kössük össze a  $K$  kapcsolóval  $P$ -t és  $G$ -t az akkumulátor-teleppel: az áramjelző készülék áramot jelez. Miután az áramot egy ideig  $P$ -n átveztük, kapcsoljuk ki a  $T$  telepet és zárjuk  $P$ -t és  $G$ -t egy zárt vezetőkörre, mit könnyen elérünk azáltal, ha a  $K$  kapcsolórudat az  $AB$  helyzetéből az  $AC$  helyzetébe visszük át: az áramjelző készülék ismét kitér, de az előbbivel ellenkező irányban, mely kitérés folyton kisebbedik, végre zérus lesz. A vezető körben tehát áram halad, mely az előbbivel ellentett irányú s mely folyton kisebbedik s végre megszűnik. Hogy pedig ezt az áramot az előbbi áram által a  $P$ -ben létrehozott változás okozza, azt a termooszlop vagy a GRAMME-féle gép esetén könnyen bemutathatjuk azáltal, ha e változást mesterségesen hozzuk létre a termooszlop egyik felületének melegítése által vagy a GRAMME-féle gép forgatása által.

Tehát az áram által  $P$ -ben létrehozott változás e változást keltő áram elektromótoros erejével ellentett irányú elektromótoros erőt létesít.

16. A 10. ábrában ábrázolt önszabályozó ívlámpa egyrészt az áram és a mágnes kölcsönös dinamikus hatásának, másrészt az elektromos ívlámpa egy egyszerű önszabályozásának szemléltetésére szolgál.

A készülék két egyforma, egy és ugyanabban a síkban mozgó, rúd alakú fémingából áll. Az ingák szorító csavarokba fogott vízszintes és egymással érintkező  $a$  és  $b$  szénrudakban végződnek. A  $c$  és  $d$



10. ábra.

csavarok, melyek az ingák egyikével, illetőleg másikával higanykontaktussal vezetőleg vannak összekapcsolva, az elektromos áram be-, illetőleg kivezetésére valók.

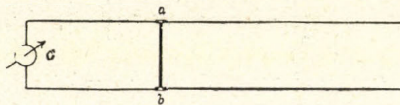
Vezessünk az ingákon keresztül például a rajzban ábrázolt irányban erős elektromos áramot. A szénrudak egymással érintkező végei izzásba jönnek, de közöttük ívfény nem jön létre. Ha azonban az ingák közé erős mágnesrudat hozunk és azt úgy tartjuk, hogy tengelye az ingákon átfektetett síkra merőlegesen álljon és északi vége hátul, déli vége elől legyen, akkor az áram és a mágnes kölcsönös hatása folytán az ingák s velük a széncsúcsok egymástól távolodnak (AMPÈRE-féle szabály) és közöttük ívfény áll elő. Ha a mágnesrudat eltávolítjuk, akkor az ingák ismét összeesnek, az ívfény megszűnik.

A széncsúcsok egymástóli távolodása vetítve mutatható be.

Báró EÖTVÖS az elektromos indukciót számos kísérlettel demonstrálja. Egyik a következő:

17. Ismeretes, hogy ha homogén mágnességű erőterben, például a földmágnesség homogén terében vezetőt mozgatunk, abban elektromos áram indukálódik, kivéve ha a vezetőt önmagával párhuzamosan toljuk el, vagy ha azt a mágneses erővel párhuzamos tengely körül forgatjuk. Nem így áll a dolog azonban akkor, ha nem az egész vezetőt, hanem annak csak egy részét mozgatjuk. Ily esetben transzlációval is indukálódik elektromos áram. E tényt Báró EÖTVÖS alábbi tanulságos kísérlettel igazolja, melyen a LENZ-féle szabály és a NEUMANN-féle törvény alkalmazását is bemutatja.

Két hosszú, egymással párhuzamosan és vízszintesen kifeszített dróton (síneken), melyeknek az egyik oldalon lévő végei



11. ábra.

érzékeny galvanométerrel vannak összekapcsolva, fémkerekeken mozgó fémrúd *ab* (11. ábra) tolható el. Ha a fémrudat, azaz a zárt ve-

zető egy részét önmagával párhuzamosan a síneken mozgatjuk, akkor a galvanométer tűje kitér, jelölül annak, hogy

a vezetőkben áram kering. Az áramot a földmágneses erő indukálja. Ha a mozgás gyorsabb, akkor a galvanométer kitérése is nagyobb, tehát az indukált áram elektromótoros ereje nagyobb. Ha a mozgás ellenkező irányban történik, akkor a galvanométer ellenkező irányú áramot jelez.

A vezetőkben indukált elektromótoros erőt a NEUMANN-féle törvényt alkalmazásával könnyen kiszámíthatjuk.

Ugyanis a törvényből következik, hogy ha az  $l$  hosszúságú, a mágneses meridiánra merőlegesen álló rudat, önmagára merőleges irányban, vízszintesen  $u$  sebességgel egyenletesen mozgatjuk, akkor a földmágneses erő által a vezetőkben indukált elektromótoros erő elektromágneses egységben kifejezve:

$$E = \frac{1}{10^8} Vlu, ;$$

ahol  $V$  a földmágneses erőnek a rúdra és a mozgás irányára merőleges, tehát vertikális összetevőjét jelenti.

Így például ha a mágneses meridiánra merőleges rúd hossza  $l = 2 \text{ m} = 200 \text{ cm}$ , és azt lassú lépésben  $u = 1 \text{ m sec}^{-1} = 100 \text{ cm sec}^{-1}$  állandó sebességgel, vízszintesen, a rúdra merőleges irányban mozgatjuk oly mágneses erőterben, amelynek vertikális összetevője  $V = 0.4 \text{ cm}^{-\frac{1}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sec}^{-1}$ , ami körülbelül a nálunk érvényes földmágneses erő adatainak megfelel, akkor az indukált elektromótoros erő

$$E = 0.4 \cdot 200 \cdot 100 = 8000 \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sec}^{-2} = 8000$$

elektromágneses egység.

Vagy mivel

$$1 \text{ elektromágneses egység} = \frac{1}{10^8} \text{ Volt},$$

$$E = \frac{8000}{10^8} = 80 \cdot 10^{-6} \text{ Volt} = 80 \text{ Mikrovolt}.$$

Tehát az ily módon indukált elektromótoros erő rendkívül csekély. — Ilyrendű elektromótoros erő indukálódik a mozgó vasúti kocsik tengelyében is, de ez a rendkívül kicsiny értéke miatt gyakorlati célokra nem hasznosítható.

18. Báró EÖTVÖS a rezonancia lényegét a következő kísér-mutatja be.

A tanteremben kifeszített hosszú dróton a végekből körülbelül  $\frac{1}{4}$  dróthossz távolságra egy-egy teljesen egyforma inga, körülbelül 2 m hosszú zsinegre függesztett súly, a drót közepe táján pedig körülbelül 1 m-es inga lóg. Nevezzük a 2 m-es ingák egyikét  $A$  ingának, másikat  $A'$  ingának, az 1 m-est pedig  $B$  ingának. Az  $A$  és  $A'$  inga lengésideje egyenlő, a  $B$  ingáé ellenben más.

Ha az  $A$  ingát a dróra merőleges síkban lengésbe hozzuk, akkor az  $A'$  inga is lassan lengésbe jön és mindig nagyobb és nagyobb amplitudóval leng, ellenben a drót közepén, tehát az  $A$  ingához közelebb lévő  $B$  inga nyugalomban marad vagy legfeljebb teljesen szabálytalanul igen kis mozgást végez.

Ugyanis a lengő  $A$  inga az inga lengésidejével egyenlő időközökben impulzusokat ad a drótnak, melyek a drótban továbbterjedve az  $A$  inga lengésidejével egyenlő időközökben az  $A'$  és  $B$  ingákra hatnak. Mivel az  $A'$  inga lengésideje az  $A$  inga lengésidejével, tehát az impulzusok váltakozásának idejével egyenlő, azért az impulzusok az  $A'$  ingát mindig nagyobb lengésbe hozzák. Az amplitudók szakadatlan növekedésének a surlódás és a levegő ellenállása szab határt. Ellenben a  $B$  inga lengésideje az impulzusok váltakozásának idejétől különbözik, azért az impulzusok majd növelik, majd kisebbítik a  $B$  inga mozgását, amiért is ez inga csak ide-oda történő kis kilökésekkel szenved. Az  $A'$  inga az impulzusokra rezonál, a  $B$  inga nem rezonál. —

Az ismertett kísérleteket Báró Eötvös főbb eredeti előadási kísérletei. Ezekon kívül előadásaiban elejétől végig számos oly kísérletet mutat be, amelyeknél eredeti gondolatokkal másoktól származó kísérleteket előadási célokra tökéletesített. Ha e kísérleteit, főleg pedig, ha azokat a gondolatokat és következtetéseket, melyeket kísérleteihez kapcsol és melyek előadásait rendkívül értékesé tesz, közölni óhajtanám, akkor kísérleti fizikai előadásait terjedelmes tankönyv formájában kellene ismertetnem.

## VIII. BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND TUDÓS EGYÉNISÉGE.

MIKOLA SÁNDOR 1. tagtól.

A magyar irodalomban számos jeles munka van, amely valamely költő, író vagy államférfiú egyéniségének rajzával, eszméinek keletkezésével és kialakulásával, működésének a korba való beállítással foglalkozik. Azonban aránylag ritkák az olyan dolgozatok, amelyek valamely tudós, különösen pedig valamely természettudós egyéniségének hasonló analízisét tennék a kutatás tárgyává. Báró EÖTVÖS LORÁNDnak származása, legfőbbképpen pedig örökbecsű és világraszóló tudományos kutatásai teljesen megokolttá teszik, ha az ő tudós egyéniségével az életrajztól függetlenül még külön is foglalkozunk.

Az impulzust arra, hogy báró EÖTVÖS LORÁND természettudóssá lett, kétségkívül apja adta meg. Báró EÖTVÖS JÓZSEFnek hosszú, küzdelmes politikai pályáján elég alkalmá volt arra, hogy megúttálja azokat az alacsonyrendű szempontokat, melyekkel a politikusnak folytonosan harcban kell állnia, de egyszersmind mint mélyre látó filozófus felismerte a fejlődőben lévő természettudományok világot átalakító nagy jövőjét<sup>427</sup> és azért KRENNER JÓZSEFet, a budapesti tudományegyetem nagyhírű tanárát kérte meg, hogy kedveltesse meg fiával a természettudományokat, mert — úgymond — nem szeretné, ha fiának a politika annyi bánatot okozna, amennyit neki okozott. Az apa folytonos figyelemmel is kísérte fiának előrehaladását a természettudományokban és örült kezdetbeli sikereinek. Buzdító leveleket írt neki Heidelbergbe, kérve őt, hogy választott szakjában,

haladjon bátran előre, mert a tudomány körében a legnagyobb erőfeszítés eléri jutalmát, amennyiben magában a tudományban találja azt meg s nem kell — miként a politikusnak — az emberektől várnia. Sőt még halálos ágyán is azt az intést hagyta fiának, hogy boldog lehet, ha tudós marad, csak a politikába ne avatkozzék <sup>432, 433</sup>.

De abban, hogy fizikussá lett, bizonyára része volt saját hajlamának is, annak a kikutathatatlan, misztikus erőnek, mely az embert hajtja sorsa intézésében. Bizonyára az ő lelkében is élt valami sejtelem, homályos vágy, alakot nem öltött tudás, amely hajtotta a fizika felé. Aki azt írja, hogy «lelkesedéssel választotta pályáját, mert az volt a meggyőződése, hogy nincs állás, melyben hazájának javáért többet tehetne», akit «kecsettettek a babérok, melyek e pálya mentén elég magasan teremnek arra, hogy azokat csak az igazán erős szakíthassa le»; aki «sohasem tudta feledni a percet, mikor a vonat, melyen ült, a Neckar völgyének mentén a heidelbergi pályaházba berobogott», s aki «boldog volt már azért is, mert ugyanazt a levegőt szívhatta, mint azok a tudós férfiak, akiknek híre oda vezérelte»: az bizonyosan igen erős hajlamot érzett azon pálya iránt, melyet választott. <sup>36</sup>

Azt a hatást, melyet a szülei ház irányításának és a benső hajlamnak szerencsés összetalálkozása létrehozott, még növelték a kiváló tanárok; EÖTVÖS LORÁND oly fényes szellemek vezetése mellett alapozhatta meg tudományos előképzettségét, aminők voltak THAN, HELMHOLTZ, KIRCHHOFF, BUNSEN és FRANZ NEUMANN. Különösen Heidelbergben az úgynevezett szemináriumi gyakorlatok alatt látta meg, hogyan kell valamely tudományos problémát megfogni és alkalmas módszerekkel megoldani. KIRCHHOFF rendszeren csak 12 hallgatót vett fel szemináriumába, kiknek hetenként egyszer előadást tartott a megoldandó problémáról és a véghezviendő számítások módszeréről. Ez előadás alapján minden hallgató maga rendezte el és állította be az eszközöket, de KIRCHHOFF minden héten legalább egyszer külön-külön behatóan foglalkozott minden egyes hall-

gatójával. Megnézte a kísérleti naplót, megbeszélte a hibákat és keresztkérdéseivel eloszlatta a homályt. KIRCHHOFF igen nagy súlyt helyezett a pontosságra, és EÖTVÖS LORÁNDnak később utólérhetetlen pontosságú mérései bizonyára KIRCHHOFF szellemét tükröztetik vissza. Még többet foglalkozott hallgatóival HELMHOLTZ, aki mindennap megtette körútját a dolgozók között, amikor az egyesekkel külön-külön foglalkozott. A pontosságra kisebb figyelmet fordított, mint KIRCHHOFF és az intuitív hatású kvalitatív kísérleteket sem zárta ki egészen. Bizonyára őnála látta meg EÖTVÖS a problémaállítás módját. Viszont Königsbergben FRANZ NEUMANNTól nyerte elméleti fizikai, különösen pedig mélyreható potenciálméleti ismereteit.

Apjának szelleme nemcsak a pályaválasztásnál, hanem hivatásának felfogásában is irányítólag hatott rá. EÖTVÖS LORÁND már kora ifjúságában oly szempontból láthatta a magasra törő férfi hivatását és kötelességét, amire mások, kiknek nem volt módjukban egy magas szempontú és mélyen látó szellemmel benső kapcsolatban lenni, csak később vagy sohasem juthatnak rá. Az apa egyenesen meg is írja fiához Heidelbergbe intézett levelében, hogy ő egész életén át oly dallamokat énekelt; melyek húsz évvel később kedvelt utcai nóták lettek, de melyeket akkor senki sem akart megérteni. Írja továbbá, hogy a legfőbb élvezet e földön az az érzet, ha magasabb álláspontot értünk el; s hogy az emberek alacsony vállaikon legjobb akarattal sem emelhetnek senkit magasra; azt mindenki csak saját erejével teheti.<sup>433</sup>

A közönséges felfogás a származás jótékony hatását félreérti és éppen visszajáról értékeli. Azt nézi, hogy ez a körülmény mennyire megkönnyíti az ember előrehaladását, és teljesen figyelmen kívül hagyja, hogy az igazán erős szellem az önmagától kínálkozó protekciót inkább nyügnek tekinti, mint felemelő és szárnyat adó öntudatnak. Bizonyára Báró EÖTVÖS LORÁND is érezte azt, hogy amikor külföldi tanulmányairól hazajöttekor egyetem, akadémia, tudományos társulatok sietve fogadták maguk közé, hogy amikor «előtte minden ajtó mintegy varázsszóra

megnyílt, mindenütt baráti karokra talált, melyek első lépésének támogatására ajánlkoztak», akkor ez nem is annyira az ő személyének és érdemeinek, hanem inkább a nagy EÖTVÖS fiának szólt. De ő érezte azt is «hogy e név, melyet legnagyobb öröklött kincsének tekint, folyton arra inti őt, hogy reá munka által érdemessé váljék».<sup>26</sup>

Pályáját valóban széleskörű és nagyon intenzív munkássággal kezdi meg. Egyetemi előadásain kívül nagy buzgalommal vesz részt tudományos mozgalmainkban. TREFORT miniszter megbízásából Párizsba megy az oktatásügyi viszonyok tanulmányozására. Ír népszerű ismeretterjesztő cikkeket a Természettudományi Közönybe, ahol a fizikai rovat vezetőségét is elvállalja. E nemű közleményei ma is mintaképei a tiszta, világos és sallang nélküli okfejtésekkel meggyőző tudományos stílusnak. Tart előadásokat ugyane társulat szakulésein és népszerű természettudományi estélyein.<sup>2-4, 7-16</sup> A könyvkiadó vállalat részére pedig JENDRASSIK JENŐVEL együtt lefordítja HELMHOLTZ népszerű természettudományi előadásait.<sup>17</sup> Indítványt tesz arra vonatkozólag, hogyan lehetne hazánkban a természettudományi kutatásokat a legsikeresebben előmozdítani. Önálló bűvölközzetekkel is foglalkozik, melyekről az akadémiának számol be és külföldi folyóiratban is közli, miközben KETTELERREL vitába is keveredik.<sup>18, 19, 20, 426</sup> Az akadémia ünnepélyes közgyűlésén felolvasást tart a távolbahatás kérdéséről.<sup>25</sup> Részt vesz 1881-ben a párizsi nemzetközi elektromos kongresszuson.

Ebből a szempontból pályájának kezdete hasonlít más tettvágyó és alkotásra törekvő fiatal tudósok pályájához. Ebben a korban az ember nem számol erejével, idejével, életcéljával és munkaképességének korlátoltságával ; szinte azt képzei, hogy végtelen hosszú élet és végtelen nagy munkaképesség áll rendelkezésére.

EÖTVÖS LORÁND azonban csakhamar szűkebbre vonja munkásságának határait, a népszerű cikkek elmaradnak, népszerű ismeretterjesztő előadásra is csak kivételes alkalommal vehető rá, kezdi kerülni a nyilvánosságot, laboratóriumába temetkezik

s évek során át csak keveset lehet róla hallani. Így jut lassanként a maga témáihoz a felületi feszültség, a nehézség és a mágnesség titokzatos erőinek kikutatásához. Ha most lép a nyilvánosság elé, már oly dolgokat ad elő, melyekkel még más nem foglalkozott, és oly igazságokat bocsát közre, melyeket ő látott meg először.

A folytonos magasabbra törekvés azonban még itt is megnyilvánul. Még ezeket az egészen új dolgokat sem nyomatja ki; mint klasszicizmusra törekvő szellem vár mindaddig, amíg kutatásainak eredményeit végső, tökéletes alakban nyújthatja.

Ha a tudomány előbbrevitelét illető kérdésekben most megszólal, szava irányt jelez, programot tűz ki. A tudósok kezdik vezérüknek tekinteni, ami forma szerint is bekövetkezett 1889-ben, amikor az akadémia elnökévé választotta. Amikor minden tényező, amely tudományos és kulturális kérdésekben számot tett, EÖTVÖS LORÁNDban látta a hivatott vezért, érthető, hogy vallás- és közoktatásügyi miniszterré való kinevezése Magyarországon szinte szokatlan, egyértelmű lelkesedést váltott ki. Az Eötvös-kollégium megalapítása mutatja, hogy e téren sem indult divatos jelszavak után, hanem saját útjain járt; mélyen néző, analizáló szeme itt is meglátta a haladásnak igazi rugóit. Ha hosszabb ideig maradt volna miniszter, bizonyára sok kiváló tudományos és kulturális intézménnyel gazdagodott volna Magyarország. Ő azonban magasabb szempontból nézte a maga hivatását s a politikai és közéleti szereplésnek végkép búcsút mondvá visszatért a maga tudományos problémáihoz. Sőt ugyanebből az okból még az akadémia elnökségéről is lemondott. Nagyon jellemző lemondó levele így szól:

«Múlnak az évek, s bár munkaerőmet lankadni még nem érzem, mégis minden lenyugvó nap arra int, hogy a Mindenhatótól nekem kiszabott munkaidő előbb-utóbb végére jár. Addig, amíg erőm tart, addig, amíg erőm van munkára, első, mert csak általam teljesíthető feladatomnak kell tartanom azt, hogy ki-egészítsem és feldolgozzam azt a tudományos anyagot, melyet évtizedek alatt nagy fáradtsággal és részben éppen Akadémiánk-

nak támogatásával összehordtam. Ameddig élek, ennek kell, hogy éljek. Mielőtt késő volna, erre kell összegyűjtenem erőmet, megválva azon állásaimtól, melyek annak további szétforgácsolását okoznák.»<sup>74</sup>

Amint látjuk, életének belső fejlődési menete ez : működésének területét folyton szűkebbre és szűkebbre vonta, végre egyetlen problémára, a nehézség kikutatására központosította, aminek megfelelően az igazság kikutatásában mindig mélyebbre és mélyebbre hatolt. Tudományos igazságainak értékét és mélységét egy merészen fölfelé haladó egyenes vonal jelképezheti, amelyen sehol sincs süllyedés, mintegy tiltakozásként W. OSTWALD azon közismert — de azért mégsem igaz — elvével szemben, hogy az értékes dolgokat az emberek fiatalkorukban csinálhatják csak meg.

\*

Nézzük már most működését részletesen, és pedig először is egyetemi tanári működését. Amikor JEDLIK ÁNYOSTÓL a kísérleti fizika tanszékét átvette, bizonyára nem találta meg azt az állapotot, amelyre a maga munkásságát támaszthatta volna. JEDLIK ÁNYOS nagyon érdemes fizikus volt, maga EÖTVÖS állította neki a legszebb emléket akadémiai emlékbeszédében,<sup>59</sup> de talán nem sértjük meg emlékeztét, ha azt mondjuk, hogy előadásai-ban nem terjeszkedett ki mindig a magasabb szempontokra. Képességei és hajlamai a kísérleti aprólékosságokkal való foglalkozásra csábították, és így nem domborodtak ki kellően a nagy fizikai igazságok. Az előbbi századok bámulatos alkotását, a GALILEI-NEWTON-féle mechanika mesteri felépítését, szigorú logikai rendjét, fogalmainak világosságát és exaktságát sem érzékeltette kellően. Még kevésbé terjeszkedett ki a mult század közepének nagyszerű fizikai evolúciójára, az energia megmaradása elvének minden jelenségre kiterjedő érvényességére, a hőtan logikus felépítésének rendjére és az elektromosság- és mágnesség-tannak FARADAYTÓL származó, nem esetlegességeken, de szigorú összefüggéseken alapuló hatalmas fejlődésére, ámbár ezen a

téren éppen ő maga is nagyszerű felfedezést tett, de azt is — hogy úgy mondjuk — nem egészen tudatosan.

Eötvösnek lényegében véve mindent újra kellett kezdenie és bizonyára sok munkájába került, míg tanszékét úgy el tudta látni, ahogyan azt a fizika akkori igényei és az ő magasabb szempontjai követelték. Új fizikai intézetet kellett szerveznie és berendeznie, ami fényesen sikerült is neki.

JEDLIKKEL szemben EÖTVÖS a nagy igazságok embere. Ezeket nem mint készeket nyújtja, hanem a jelenségekből hüvelyezi ki. Előadásait a mélyreható analizáló szellem hatja át. A természeti tüneményeket a bennük megnyilatkozó hatók elemeire bontja szét és azon igyekezik, hogy tanítványait a fogalmaknak, gondolatoknak és törvényeknek legutolsó, többé már nem elemezhető részeihez vezesse el, oda, ahonnan a formáktól, sablonoktól mentes tudás ere fakad. Nem ismerünk a fizikai irodalomban művet, amelyre az analizáló szellem annyira rányomta volna bélyegét, mint az ő előadásaira. Ítélete elfogulatlan, gondolatmenetének minden állítását igyekszik valódi értékben feltüntetni és megmutatni, hogy törvényeink mennyire közelítik meg az igazságot. Valamely kedves hipotézis, vagy a rendszer vagy a pedagógiai hatás kedvéért sohasem enged az igazságból egy szemernyit sem.

Saját tanszékén kívül Eötvös általában a főiskolai oktatás ügyeire is kiterjesztette figyelmét. Kari és tanácsi üléseken sokszor emelte fel szavát abban az irányban, hogy főiskolai oktatásunkat igazi tudományos szellem lengje át, amely nem ismer semmi más szempontot, csak azt, melyet a tudomány és hazánk kulturális haladásának érdeke ír elő. Felszólalt irodalmilag is. A Budapesti Szemlében nyílt levelet intézett az akkori közoktatásügyi miniszterhez, TREFORT ÁGOSTONHOZ, nyíltan feltárva az észlelt bajokat és megjelölve az elhárításukra szükséges intézkedéseket. Ebben az iratában arra az eredményre jut, hogy a főiskolai oktatás sikeres lesz : 1. ha a tanulók az egyetemre a tudományért való lelkesedéssel jönnek s tanáraikat tisztelik, 2. ha a tanulók zöme művelt családok sarjadéka s

eléggé vagyonos arra, hogy tanulmányainak tartama alatt anyagi gondoktól menten, egész idejét a tanulásra fordíthassa, 3. ha a tanulók eléggé érettek arra, hogy az előadásokat jól megválasztva azokra eljárjanak s az azokban hallottakat későbbi használatra feljegyezni tudják és akarják. Felszólalása több más tanárembert is felszólalásra készítetett s a kifejlődött vitának meg is volt a hatása, mert üdvös intézkedéseket vont maga után.<sup>36</sup>

Úgy látszik, később Eötvös maga is észrevette, hogy felállított tételei még nem merítik ki az egyetemi oktatás sikerének feltételeit, sőt hogy félreértésekre is adhatnak alkalmat. Mert igaz ugyan, hogy a művelt és vagyonos szülők gyermekei általában kedvezőbb kilátások között indulhatnak neki a tudományos pályáknak, viszont azonban a műveltség és vagyon előnyös hatásával szemben áll az alsóbb osztályok fiainak nagyobb szívóssága, kitartása és munkabírása. Azonkívül a létező viszonyokkal mindig számolni kell, ha célt akarunk érni. Kultúránknak éppen az a legnagyobb hiánya, hogy társadalmi és gazdasági viszonyaink fejletlensége miatt nincs elegendő művelt és vagyonos családunk; létérdekünk tehát, hogy az alsóbb osztályok fiaiból lehetőleg sokan menjenek a főiskolára. Viszont azonban főiskolai oktatásunknak kardinális hibája volt és részben ma is az, hogy az alsóbb osztályokból kikerülő — sokszor igen tehetséges, szorgalmas és ambiciózus — fiatalembereknek sokasága a főiskolán magára van hagyatva, az anyagi gondokkal való küzködésen kívül nincs aki ösztökélje, irányítsa, képességeikre figyelmeztesse és a főváros romlasztó életétől elvonja őket, szertelenségeiket pedig megnyirbálja.

Eötvös fölismerte e bajt, mert 1894-ben, miniszterségének rövid ideje alatt felállította az apjáról elnevezett Eötvös-kollégiumot, melyben tehetséges fiatalemberek minden szükségessel jól ellátva, jó tanárok vezetése mellett, nagy könyvtár birtokában, gondnólkül élhetnek tanulmányaiknak. Ennek az intézetnek kezdettől fogva haláláig ő volt a kurátora. Szívéhez tudományos kutatásain kívül semmi sem állt közelebb, mint e kollégium. Féltő gonddal kísérte figyelemmel minden egyes növen-

dékének fejlődését és igaz örömmel vette tudomásul sikereiket. Az Eötvös-kollégium meg is érdemli megalkotójának érdeklődését, mert fennállása óta nagyot lendített tudományos képzésünkön. Sokak véleménye szerint ez volt a háború előtti ötvenéves alkotmányos életünknek egyik legnevezetesebb tudományos oktató intézete. A háború utáni időkben gróf KLEBELSBERG KUNO vallás- és közoktatásügyi miniszter felismerte, milyen életbevágó a nemzet jövője szempontjából az a gondolat, melyet nagy elődje igyekezett megvalósítani, és az Eötvös-kollégiumhoz hasonló intézetek egész sorozatának megalapításával szinte ugrásszerűleg igyekezett a porba sujtott nemzetet tespedéséből felrázni és a nagy nyugati államok nivójára emelni.

Még egy egyetemi intézmény fűződik Eötvös nevéhez. A nagyszívű SEMSEY ANDOR segítségével ő alapította meg angol mintára a fellowság intézményét, amelyből egyetemet végzett kiváló fiatal tudósok évek során át megfelelő évi járadékot kaptak, hogy gond nélkül, de egyszersmind hivatal nélkül élhessenek tanulmányaiknak.

A fentebb említett Budapesti Szemle-beli értekezéséből és két rektori beszédéből<sup>48, 50</sup> megállapíthatjuk, miben látja Eötvös minden oktatásügyi kérdésnek a velejét. Szerinte a koronként fel-felbukkanó reformgondolatok magukban véve még nem biztosítják a sikert, mert a fődolog mindig az: tudósok tanítanak-e vagy tudatlanok. Tudós pedig nem az, aki sokat tud, hanem az, aki tudományát előbbrevinni képes, aki saját tudományágának területén belül valamely részben kutatni tud. Mert aki ilyen úton megtanult önállóan tudományosan gondolkodni, az el tud igazodni másfajta kérdésekben is, ha azoknak utána jár, és pedig jobban, mint az olyan, aki egyebet sem tett, mint folyton tanulta a tudományt. Mások eszméit is csak az képes helyesen hirdetni, akinek magának is vannak eredeti eszméi. Csak az ilyen tanár tudja tanítványait gondolkodásbeli önállóságra szoktatni, ami pedig a legszükségesebb tudósnak és a gyakorlat emberének egyaránt.

A tudósképzés szempontjából Eötvösnek legnevezetesebb al-

kotása a Matematikai és Fizikai Társulat, mely az ő kezdeményezésére 1891-ben alakult meg. Az volt a célja, hogy e társulat mintegy önképzőköre és továbbképző iskolája legyen azoknak a tudósoknak, akik a tudomány művelése terén a nemzetközi nagystíli tudományos kutatásokig akarnak emelkedni.

Mint akadémiai elnököt is tudományosságunk előbbrevitelének kérdései foglalkoztatták folytonosan. Elnöki működése alatt legfőbb törekvése az volt, hogy a tudományok művelését a magasabb szempontok felé irányítsa s a nagystíli tudományos munkálkodást meghonosítsa. Akadémiai beszédeiben az ő egyszerű és mégis poétikus nyelvén a legkülönbözőbb kérdésekről szól, előbb említett alapgondolatára azonban újból és újból visszatér. Folyton hangoztatja, hogy a tudósnek maradandó becsü dolgot kell alkotnia, hogy nem a mára, hanem a jövőre kell függesztenie tekintetét, hogy csak az az igazi tudomány, amely világra szól, s azért ha igazi tudósok és — ami kell — jó magyarok akarunk lenni, akkor a tudomány zászlaját oly magasra kell emelnünk, hogy azt hazánk határán túl is megláthassák és megadhassák neki az illő tiszteletet.<sup>72</sup> Fáj neki, hogy nem tudunk példát mutatni arra, hogy hazánknak egy fia tisztán tudománya által igazán híres és hatalmas lett volna. Látja azt is, hogy nemzetünk ambiciózus, hogy szeretne az európai kultúrállamok között számottevő szerepet vinni. Épp azért szeretnők már egyszer hallani a diadalmi harsonát, mely a magyar tudomány dicsőségét hirdetve világra szólana. «Igazán diadalünnep akkor lesz, amikor a magyar tudomány haladását meg fogja látni és gazdagodásnak fogja tekinteni az egész világ.»<sup>56</sup>

Eötvös vágya teljesedett. A diadalmi harsonák ugyan nem szólottak, diadalmi ünnep sem volt, de maga a tény bekövetkezett. Nem egyszerre, váratlan felfedezés gyanánt, hanem apránként és lassan, amint az az igazán nagy és mélyreható dolgokkal történi szokott. A magyar tudomány haladását meglátta és gazdagodásnak tekinti az egész világ ; az a tudós pedig, aki ezt először megcsinálta, maga EÖTVÖS LORÁND volt. Első-

serban neki köszönhető, hogy a nemzetközi tudományban ma már értékelt helyet foglalunk el.

\*

Báró Eötvös legfontosabb eredeti tudományos kutatásairól a megelőző közlemények szólanak, amelyekben el van mondva e kutatások célja, elve, módszere, sőt története is. A következő soroknak összefoglalás a céljuk, amelyekben e vizsgálatok fejlődési menetéről és a korabeli fizikához való viszonyáról lesz szó.

Mi volt a fizika állapota, mik voltak főbb problémái abban a korban, amikor Eötvös egyetemi tanulmányait végezte? A megelőző húsz év uralkodó problémái az energia fogalma körül csoportosultak. Ez a fogalom a fizika legkülönbözőbb ágainak összekapcsolását tette lehetővé és első nagy sikerét a hőtan és a dinamika összekapcsolásával érte el. A termodinamika első alaptétele, amely szerint a keletkezett vagy eltűnt hő arányos az eltűnt vagy keletkezett munkával, a tudományos gondolkodásmódot teljesen átjárta és sok dolgozatnak vált a kiinduló pontjává. Nem egészen így állt a dolog a termodinamika második alaptételével, amely azokat a feltételeket adja, amelyek mellett a hő mechanikai munkává alakul át. Elismerte ugyan igazságát mindenki, kinek szava döntő súlyú volt, azonban a törvény nem volt termékeny, kivéve talán a hógépekre való alkalmazását. Sok dolgozat jelent ugyan meg, amely vele foglalkozott, de valami nagy sikert egyik sem tudott felmutatni. A kinetikus gázelmélet kérdései is sok kutatót vonzottak, de a dolgozatok jelentékeny része nem tartalmazott egyebet, mint a nemtudásnak matematikai formulákba való bujtatását.

Az elektromosság tanában sem állt másképp a helyzet. Sokan a Fizikának ebben az ágában nem láttak mást, mint az alkalmazott matematikának egyik részét és a fizikai jelentéssel nem sokat törődtek. Az elektromosságról szóló tan legfőbb kérdései elektrosztatikai eszközök, indukció-együtthathatók, az áramelemek hatásának törvényei és a WEBER-féle törvény körül forogtak.

MAXWELL irányt jelző és új felfogást tartalmazó első nagy értekezése: A «Dynamical Theory of the Electromagnetic Field» ugyan már 1864-ben megjelent, de még semmi hatást sem tett.

A fénytalanban a rugalmas szilárd éter hipotézise uralkodott és különösen STOKES-nak a rezgések tovaterjedésére vonatkozó kutatásai állottak az előtérben. A kérdések a fényrezgések iránya körül forogtak, vajjon a polározás síkjában vagy arra merőlegesen folynak-e le. A kísérleti eredmények között a színképelemzés és FIZEAU-nak a fénysebesség meghatározására vonatkozó kutatásai tettek nagyobb hatást, különösen azok, amelyekből kitűnt, hogy mozgó közegben más a fénysebesség mint a nyugvóban. Ebben az időben vetődött fel az a kérdés is, vajjon a Föld a fényrezgéseket közvetítő étert magával viszi-e vagy sem, s ha igen, egészben-e vagy csak részben.

Eötvös első tudományos dolgozatai még kapcsolatban vannak a korabeli fizikának divatos kérdéseivel, nevezetesen az akadémia elé terjesztett első két dolgozata a FIZEAU-féle problémához és a WEBER-féle alaptörvényhez kapcsolódik. Azt keresi ugyanis, hogy a rezgési hatás miképpen módosul, ha a rezgést kibocsátó és felvevő testek mozognak, sőt speciálisan is fölveti a kérdést, hogyan módosulnak az égi testekről hozzánk érkező fénymozgások a Föld és az égi testek mozgása következtében, amely probléma — miként ismeretes — később a relativitás elvének felállításához vezetett. Eötvös elmékedéseinek eredményeképpen a rezgési intenzitás részére egy általánosított képletet vezet le, amelyben a mozgó testek sebességei is szerepelnek. Ezenkívül a vonzó testek vonzása számára is ad egy általánosított képletet, amelyben szintén szerepelnek a mozgó testek sebességei.<sup>6, 18, 19</sup> Szóbeli közlések alapján megállapítható, hogy Eötvös doktori disszertációja és magántanári habilitációs irata, amely nyomtatásban nem jelent meg, lényegében ugyanezt tartalmazta.

A korabeli fizika kérdéseivel még két dolgozata függ össze: «Adatok az elektrosztatika elméletéhez» (akadémiai székfoglaló értekezés) és «Az elektromos sűrítő egy új módjáról, a sűrítő

gyűrűrő], amelyek nyomtatásban, részletesen sehol sem jelentek meg.

Ezek a dolgozatai, melyeket úgy tekinthetünk, mint tapogatódzásokat a helyes út irányában, még abban a tekintetben is magukon viselik koruk jellegét, hogy tisztán elméleti érdekűek. Ezentúl egész életén át kizárólag három problémának, a felületi feszültség, a nehézség és a mágnesség kísérleti kutatásának szenteli idejét. Hiába jönnek az új, nagyszerű fölfedezések, az elektromos hullámok, az elektromos sugárzások, a radioaktivitás, hiába keletkeznek új, nagyszerű kilátópontokat nyújtó elméletek, az elektromágneses fényelmélet, a sugárzás új elmélete, az elektronelmélet, a quantumelmélet, a relativitás elve : ő még elvétve sem fordul feléjük. Pedig bizonyára voltak rájuk vonatkozó eredeti gondolatai. Szuverén magánosságban megmaradt három problémájánál, az anyag részecskéire működő e három titokzatos erő viszonyainak kikutatásánál. Ezek izgatták képzeletét és ezek serkentették munkára.

A felületi feszültséggel már 1869-ben Königsbergben, FRANZ NEUMANN szemináriumában kezdett foglalkozni. Itt gondolta ki új módszerét annak meghatározására, amiért professzora igen megdicsérte. Azután 1873-ban a Természettudományi Társulat szakülésén foglalkozott még a kapillaritás elméletével, 1876-ban pedig az akadémia elé terjesztette módszerének leírását és a vele nyert eredményeket. Dolgozata az ugyanakkor meginduló Műegyetemi Lapok első számában mint első cikk jelent meg.<sup>22</sup>

Háromszor ment még az Akadémia elé ugyane tárgyra vonatkozó dolgozataival, amelyek nyomtatásban, sajnos, sehol sem jelentek meg, míg végre 1885-ben ugyancsak az Akadémia elé terjesztett dolgozatában megjelenik e téren végzett vizsgálatainak legszebb eredménye, az Eötvös-féle törvény, melyet a következő évben módosított végleges alakjában szövegez meg.<sup>33, 34, 35</sup> Milyen okoskodások révén jutott rá, az elolvasható e füzet elején TANGL KÁROLY F. tag közleményében. Itt csak annyit jegyzünk meg, hogy e törvény gyönyörű eredménye az analógián alapuló intuíciónak és a szellem analizáló képességének, mellyel

a véges kiterjedésű anyagon tapasztalt igazságot az anyag legkisebb részecskéiben is meg tudja látni.

Az Eötvös-féle törvényt a korabeli tudomány eleinte figyelmen kívül hagyta, míg RAMSAY és SCHIELDS 1893-ban némi formai, de különben egészen lényegtelen, módosítást nem végzett rajta.<sup>87, 88, 89</sup> Azóta e törvény a fizikai kémiának egyik alaptörvényévé vált, amely a kritikus hőmérséklet és főleg a molekulasúly meghatározása céljából számos kutatót foglalkoztatott. De tisztán elméleti szempontból is nagyjelentőségű e törvény, mert a folyadékok jellemző örök tulajdonságát adja, amely független az anyagi minőségtől. Ebből a szempontból méltán állítható a közismert gáztörvénnyel egy sorba, amelyhez különben is hasonló. Nagy elméleti jelentőségét mutatja az is, hogy sokan próbálták más elvekből levezetni, így VAN DER WAALS, EINSTEIN, BORN és COURANT, továbbá MADELUNG.<sup>90, 98, 99, 101, 103, 107</sup>

1886 óta haláláig EÖTVÖS LORÁND kizárólag a nehézségi erő és a földi mágnesség kutatásának szentelte egyéb foglalkozásai-ból fennmaradt szabad idejét. Hogyan alakultak ki erre vonatkozó gondolatai, arra nézve hiányoznak az adatok. Miként már egyszer említve volt, Eötvös irodalmi közléseiben klasszicizmusra törekszik és csak akkor nyomtatja ki dolgozatát, amikor kész és tökéletes dolgot tud nyújtani. Lehetséges, hogy az első impulzust a Természettudományi Társulat adta meg 1881-ben, amikor megbízta, hogy határozza meg a nehézségi gyorsulást Budapesten, a Kárpátokban és az Alföldön. Lehetséges, hogy a kérdést hosszú ideig forgatta elméjében és így jutott rá módszereire.

Az Akadémiának először 1888-ban tesz jelentést munkájáról: «Vizsgálatok a gravitáció jelenségeinek körében» címen. Ezt követi a következő évben «Gellérthegy vonzóerejére vonatkozó vizsgálatok» című, ugyanoda beterjesztett jelentése. E két jelentés azonban nyomtatásban sehol sem jelent meg. 1890-ben két előterjesztést tesz az Akadémiának, az egyiket «A föld vonzása különböző anyagokra», a másikat «Nagy lengésidők méréséről»

címen, amelyek már legalább bő kivonatban és azoknak német fordításában megjelentek, azonban az eszközök és a módszer részletes leírását nem tartalmazták.<sup>42-45</sup>

Az első idevonatkozó részletes dolgozata 1896-ban jelent meg «Vizsgálatok a gravitáció és a mágnesség köréből» címen, mely rövid, nem is egészen három ívnyi terjedelemben az új dolgoknak sokaságát foglalja magában.<sup>57, 58</sup> Alig van a fizikai irodalomban még egy értekezés, amely ilyen kis terjedelemben ilyen sokat tartalmazna. Igaza van a FRÖHLICH Izidortól szerkesztett akadémiai jelentésnek, amikor az 1897. évi nagyjutalom odaítélésekor azt mondja, hogy ritkán nyerte ernyedetlenebb buzgalom a megérdemelt jutalmat, mint a jelen esetben, s hogy az korszakot alkot, mert lehetővé teszi a foglalkozást oly feladatokkal, amelyek eddig úgyszólván hozzáférhetetlenek voltak.

Eötvös méréseinek véghezvitelére később valóságos expedíciókat szervezett, melyekhez a költségeket eleinte az Akadémia, illetőleg SEMSEY ANDOR, később az állam adta. Ezek az expedíciók bejárták a Sághegyet, a Balatont, a Nagyalföldet, Fruska Gorát, Erdélyt, a Morva völgyét és sok helyen meghatározták a nehézségi erő és a földi mágneses erő elemeit.

A külföld figyelve először 1900-ban fordult Eötvös vizsgálatai felé, amikor Eötvös a páriszi fizikai kongresszuson jelentést tett róluk.<sup>66</sup> Az itt-ott jelentkező szkepsis azonban valóságos lelkesedéssé változott 1906-ban a nemzetközi földmérők budapesti kongresszusán, ahol Eötvös bemutatta méréseinek addigi eredményeit.<sup>76</sup> Még kétszer ment a nemzetközi földmérők kongresszusa elé méréseinek eredményeivel.<sup>78, 80</sup> Ez idők óta e kutatásokat látják, értékelik és a tudomány gazdagodásának tekintik mindenütt, ahol a tudomány alapvető kérdései érdeket keltenek. A külföld szakbavágó tudományos intézetei egymás után megrendelték Eötvös eszközeit. A petróleumot és földgázt kutató vállalatok pedig az egész földkerekségén más kutató módszerek között elsősorban Eötvös eszközeit és Eötvös módszerét használják. Közöttük a legnagyobbak éppen Eötvös legfőbb munkatársát, PEKÁR DEZSÓT bízták meg a gravitacionális

felvételek elkészítésével. Így történt, hogy magyar tudósok és magyar mérnökök Magyarországon, Indiában, Franciaországban, Mexikóban, az Egyesült-Államok területén és másutt b. EÖTVÖS eszközeivel és b. EÖTVÖS módszerével dolgoztak és dolgoznak.

A nagy NEWTON óta nem volt fizikus, akinek lelke a nehézségi erő problémáival annyira összeszövődött volna és aki e problémákban oly világosan látott volna, mint EÖTVÖS LORÁND. Ez állításunk igazságát kétségtelenül bizonyítja HECKER esete. HECKER ugyanis szintén a nehézségi erővel foglalkozott és többek között éveken át mérte a nehézségi erő változásait a nagy óceánokon; méréseit mozgó hajókon végezte. A mérési eredmények átszámításánál azonban megfedkezett arról, hogy a Földön mozgó testekre működő nehézségi erő más, mint a nyugvó testekre működő.<sup>436, 448</sup> Báró EÖTVÖS az elkövetett hibát észrevette és észrevételét HECKER-rel közölte, aki e figyelmeztetés után külön expedíciót szervezett a Fekete-tengerre, hogy EÖTVÖS állításáról mérések által is meggyőződést szerezzen. E mérések maradék nélkül igazolták Báró EÖTVÖS észrevételének helyes voltát.

HECKER esete bizonyítja, hogy a tudósok lelkéből általában kiesett annak a szoros kapcsolatnak tudata, amely a testek tehetetlensége és nehézségi ereje között van, holott már régebben CORIOLIS összefüggéseket állított fel, melyek a Földön mozgó testek nehézségi erejére vonatkoztak. Báró EÖTVÖS lelkét e kérdés sokat foglalkoztatta és akkor, amikor már halálos betegségének csíráját hordozta magában, egészen eredeti kísérleti eszközt gondolt ki arra a célra, hogy vele a mozgó testek nehézségi erejének változását könnyen észrevehetővé tegye. Eszközét 1917-ben, halála előtt egy évvel mutatta be a Matematikai és Fizikai Társulatnak, a reá vonatkozó tudományos közleményt pedig már csak a halálos ágyán korrigálhatta.

Báró EÖTVÖSnek a nehézségi és a mágneses erőre vonatkozó mérései elvi szempontból a következő csoportokba sorozhatók:

1. a földi *nehézségi* erő térbeli változásai,
2. a földi *mágneses* erő térbeli változásai,

3. a gravitációra vonatkozó általános vizsgálatok,
4. a gravitáció és a tehetetlenség arányosságának kimutatása,
5. a Földön mozgó testek nehézségének a sebességtől függő változása.

Az 1. csoportba tartozó mérések a legterjedelmesebbek, tudományos és gyakorlati szempontból legfontosabb és legnagyobb jelentőségűek. Először is azért, mert a Föld alakja, a geoid számára új megközelítési fokozatot adnak. E mérések alapján lehetséges lesz a geoid egészen részletes felmérése, ami az ellipszoidhoz képest éppen akkora előrehaladást jelent, amekkora volt az ellipszoid a gömbalakhoz képest. Másodsor legnagyobb jelentőségűek e mérések azért, mert következtetéseket engednek meg a földalatti tömegek elhelyezésére és minőségére. E mérések alapján a tudomány biztosabb alapokra fektetheti a Föld felépítésének, architektúrájának tanát, amit a geofizika, a geológia és a földrengések tana kellően felhasználhat gyakorlati célokra és új, eddig nem is sejtett törvényszerűségek felállítására. Harmadsor nevezetesek e mérések azért is, mert oly tudományos programot tűznek ki, amelyen előreláthatólag hosszú évtizedeken, sőt évszázadokon át fog dolgozni a tudomány. A mi saját külön magyar szempontunkból tekintve pedig örökké nevezetesek e mérések, mert ez az első eset, amikor egy nagyszabású, világraszóló tudományos probléma magyar agyból fakadva, itt kigondolt és elkészített eredeti eszközökkel, tisztán hazai szellemi és műszaki erők által, hazánk kerületén oldatott meg először.

A 2. csoportbeli mérések is tartalmazznak elvi szempontból új dolgot, amennyiben a Földi mágnesség térbeli változásainak feltüntetésére alkalmazott eddigi módszerek elégtelen voltát mutatják. Ezenkívül a nehézségi mérések szükséges kiegészítését alkotják s mint ilyeneknek is nagy jelentőségük van; lehetséges továbbá, hogy idővel a földi mágnesség elosztására vonatkozó új törvényszerűségekhez vezetnek. Új dolog a mágneses transzlatométer is, amely a testek mágneses állapotára vonatkozó mérések pontosságát igen nagy mértékben fokozza.

A 3. csoportbeli mérések között mindenekelőtt új dolog a

gravitációs állandó meghatározására szolgáló dinamikus módszer, amellyel akkora pontosságot lehet elérni, mint semmiféle más módszerrel. Egészen újak továbbá azok a vizsgálatok, melyeket Báró Eötvös a gravitációs erő abszorpciójára vonatkozólag végzett. Újak végül a gravitációs kompenzátorok és multiplikatorként nevezett eszközök, amelyek szinte határtalanul érzékenyek.

Fizika-filozófiai szempontból igen nagy benyomást keltettek Báró Eötvösnek 4. csoportbeli mérései, mert EINSTEIN az általános relativitás elvét és a tömegvonzásnak új elméletét Báró Eötvös e méréseinek eredményeire alapította.<sup>399</sup> Báró Eötvös e méréseivel megmutatta, hogy a Föld nehézségi erőterében a különböző tulajdonságú testek gravitációs tömege arányos tehetetlen tömegével.<sup>42, 79</sup>

A mechanikában a test tehetetlen tömegének egészen általános jelentése van, mert ez határozza meg a test mozgásbeli viselkedését bármilyen eredetű erővel szemben. Ezzel szemben a test gravitációs tömege mindezideig speciális jelentésű volt, mert a test viselkedését egy egészen speciális erőterben, tudillik a gravitációs erőterben határozza meg. A két fajta tömeg meghatározása is egészen különböző, a tehetetlen tömget NEWTON második mozgástörvénye, a gravitációs tömeget pedig NEWTON gravitációs törvénye adja. Már most fizika-filozófiai szempontból egészen sajtáságos és érthetetlen az a tünemény, hogy e kétféleképpen meghatározott tömeg minden testnél ugyanaz. Ezt az érthetlenséget el lehet tüntetni, ha föltesszük, hogy a tömegvonzás nem speciális erő, amilyen a mágneses vagy az elektromos erő, hanem a testek egészen általános tulajdonsága, olyan, aminő a tehetetlenségnek vagy egyik megnyilvánulása, a középpontfutó erő. EINSTEIN gravitációs elméletének ebben fekszik a lényege. Érdekes már most az, hogy Báró Eötvös LORÁND már régóta a tömegvonzásnak ezt a többi erőtől elütő szerepét fölfogta és érezte, mert előadásában olyan definíciót szokott neki adni, amely lényegét tekintve EINSTEIN elméletével egyezik.

Hasonlóképpen előrelátható, hogy Báró Eötvös 5. csoportbeli

eredményeinek is nagy szerepük lesz a tudományos elmélkedésekben, ha általánosan ismeretessé válnak. Báró Eötvös forgó-mérleg kísérlete méltán állítható FOUCAULT klasszikus ingakísérletével egy sorba. Jelentősége azonban ennél is nagyobb, mert FOUCAULT ingakísérlete csak a Föld forgási sebességét és a testek tehetetlenségét kapcsolja össze, holott Báró Eötvös kísérlete ugyanazokhoz a nehézséget is hozzáfűzi.

Értékeljük most Báró Eötvös munkásságát ismeretelméleti szempontból. Abban a korban, melyben Báró Eötvös egyetemi tanulmányait folytatta, általában azt a benyomást lehetett nyerni, hogy tudományos hírnevet elsősorban elméleti munkával lehet szerezni, kísérleti úton pedig csak úgy, ha sikerül valamely mérést úgy tökéletesíteni, hogy valamely fizikai állandó az eddigieknél nagyobb pontossággal legyen meghatározható. Maga KIRCHHOFF, bár tudta értékelni a tisztán kísérleti vizsgálatokat, abban a meggyőződésben volt, hogy azok nem hozhatnak napfényre oly dolgokat, melyek miatt az akkori elméleti felfogásokat meg kellene változtatni. A fiatal fizikus általában azt a meggyőződést szerezhette, hogy a természet nagy törvényei immár ismereteseek, hogy a nagy felfedezések kora lejárt és hogy a kísérletező legföljebb azt érheti el, hogy egymással versenyző elméletek között dönthet, vagy hogy sikerül valamely maradékjelenséget találnia, amellyel az elméletet kisebb-nagyobb mértékben kiegészítheti.

Ez a kor tehát a tudós legmagasabb képességét az analizáló szellemben látta, amely ki tudja látni a jelenségből az ismert törvényszerűséget, vagy az ismert törvényszerűségből ki tudja hüvelyezni a speciális esetet, amely a természetben előfordulhat.

E korszak után a mult század utolsó két évtizedében és a jelen század első évtizedében jöttek az új nagy fizikai felfedezések, melyek legtöbbje az intuíciónak köszöni létrejöttét, aminek hatása alatt a felfedezések ismeretelméleti értékelése megváltozott. Az analizáló képesség elvesztette elsőrendű helyét és kénytelen volt azt átengedni az intuíciónak.

E viszonyok hatása alatt az elméleti munkálkodás is egészen

új irányt vett fel. A régi elméletek hitelüket veszítették és hivatott és hivatlan gyártotta az új elméleteket. Az elméleti fizikában tehát a szintetikus vagy konstruktív szellem foglalta el a tért. Új nagy elméletek állítódtak fel, melyek nem a jelenségek és törvényeik analíziséből születtek meg, hanem analógiák alapján gondoltattak ki.\*

Ebben a nagy evolúcióban Báró EÖTVÖS ismét megmaradt szuverén módon úgyszólván egyedül. Ő maga is klasszikus képviselője a KIRCHHOFF-HELMHOLTZ-NEUMANN-W. THOMSON-féle analizáló szellemnek. Intuicióval is dolgozott, aminthogy azok is dolgoztak, hiszen különben nem hozott volna létre egészen új dolgokat, azonban minden munkáját, úgy ahogy az végső formájában a világ előtt megjelent, a tökéletes analizáló szellem jellemzi. Nincs nála sehol konstrukció, nincsenek feltevések, melyeket bizonyos jelenség-complexum észbeli előállítására kigondolt volna. Mindenütt szétbontja a jelenséget vagy törvényét és azok között állapítja meg az igazságot. Hatalmas analizáló szelleme meglátta a homogénnek képzelt nehézségi erőter apró egyenetlenségeit és a legmerészebb gondolat volt : lehetségesnek tartani oly finom méréseket, milyeneket ember előtte még nem végzett. Ugyanez az analizáló szellem meg tudta látni az összefüggéseket a torziós inga adatai és a nehézségi erőter térbeli változásának jellemző adatai közt. Igazán érdekes és említésreméltó körülmény, hogy a konstruktív szellemnek modern képviselője, EINSTEIN ismételten EÖTVÖSRE, az analitikusra tá-

---

\* Hogy a modern fizikából mennyire kiveszett az analizáló szellem, mutatja HECKER esete, ki bár életét a nehézségi erőnek szentelte, még sem látta meg, hogy a Földön mozgó testek nehézsége megváltozik, holott ez a nehézségi erő és a tehetetlenség fogalmából következik, miként azt már előtte többek között CORIOLIS is észrevette. HECKER azonban még Báró EÖTVÖS figyelmeztetése után is kételkedett a dologban, azért a problémát más kiváló fizikusok elé terjesztette és külön költséges expedíciót szerveztetett arra a célra, hogy tényleges mérések által meggyőződést szerezzen olyan jelenségről, amely a mechanika alapelveiből következik.

maszkodik.<sup>98</sup> Ez mutatja, hogy jó utat jelez mindegyik irány, csak tudósnak kell rajta járnia és az igazságot kell keresnie.

Az igazság után való kutatásainkban szükség van úgy a merész konstrukciókra, mint a mély analízisre. Csak bizonyos konstrukciókra támaszkodva hüvelyezheti ki az analizáló szellem a maga igazságait. Viszont ezek az igazságok örökéletűek, míg a konstrukciók idővel össze szoktak omolni. Báró EÖTVÖS LORÁNDnak a nehézségi erőre és a felületi feszültségre vonatkozó igazságai ezer év múlva éppoly igazak és értékesek maradnak, mint amilyenek ma, még abban az esetben is, ha akkorára a tömegvonzásra és az anyag legkisebb részeire vonatkozó mai fogalmaink egészen meg is szűnnek. Ellenben lehetséges, hogy ezer év múlva a fizika nem fogja ismerni a quantumelméletet, az elektront, a molekulát, az étert és nem fogja ismerni a relativitás elvét.

\*

Báró Eötvös az igazság után való kutatásban mindig magasabbra és magasabbra jut. Az igazságot nemcsak a saját szűkebb kutatási területén belől látja meg, hanem mély analizáló látása a tudomány és az élet nagy problémáinak mélységeibe is behatol. Dolgozatai, különösen pedig akadémiai beszédei mély értelmű gondolatokat tartalmaznak. Ezek között különösképpen azok érdekelhetnek bennünket, amelyek a tudósokra és a tudományra vonatkoznak.

Miként analizáló képességben méltó társa HENRI POINCARÉ, ő is az igazság kutatásában látja a célt, melyért érdemes küzdeni. «A tudományban haladni csak az tud, aki az igazságot magáért az igazságért és nem mellékérdekből keresi.»<sup>46</sup> A látszattudományt, az alakoskodást, a stréberkedést lelke mélyéből útálja. Elfordul azoktól is, akik tiszta formalizmussal csalják önmagukat és a világot. «Az emberiség fennkölt törekvéseinek nagy titkát — írja — furfanggal ne keressük.»<sup>46</sup>

Miként főntebb láttuk, kutatásaiban analitikus szellemének megfelelően tényleges összefüggések megvizsgálására és megállapítására törekszik, tehát a józan empirizmus híve, a tudo-

mányra és az emberi életre vonatkozó felfogásait pedig a leg-nemesebb idealizmus hatja át. «Nemes érzés és eszményi felfogás nélkül nem létesült még semmi a földön.» «Az ember eszményi törekvéseinek szelleme szüli a tudományt. Az észnek magában nincsen teremtőereje, csak a szív adhatja azt neki. A tudományos törekvések meg nem becsülése nemcsak az emberiség leg-magasabb eszményét rontaná le, hanem meddővé tenné magát a gyakorlatot is.»<sup>46</sup>

Látja azt is, hogy tudományos és költői igazságok tulajdonképpen ugyanabból a forrásból fakadnak. «A titkok honában többre megy a költő, mint a természettudós.»<sup>46</sup> «A tudomány emberének érzelmi világa a költőétől alig különbözik egyében, mint abban, hogy eszményeit versekben kifejezésre juttatni nem tudja.»<sup>64</sup> «A természettudósnak erőt inkább a gondolkodásnak az a józan szabadsága ad, mely nem akadályozhatja haladását, még ugrásait, repüléseit sem, de amely maga kérlelhetetlen elfogulatlansággal hívja fel az ítélet szigorát arra, hogy eredményeinek értékét megállapítsa. A fellegekben jár néha, úgy mint a költő, de meg tudja mondani mindig, milyen magasra emelkedett.»<sup>59</sup>

«Miért mind e fáradozás? Miért nem elégszik meg a tudós azzal a néki adott leírhatatlan gyönyörűséggel, melyet minden, még a legcsekélyebb igazságnak felfedezése is nyújt?» — veti fel tovább a kérdést. Feleletet a következőképpen ad. «Mulékony természetünkben arra törekszünk, hogy valami maradandót alkossunk. Enyészet vesz körül minden oldalról, alig van időnk arra, hogy a virág megnyílásában gyönyörködhessünk s azt már fonnyadni látjuk, hogyne kecsagetne ebben a mulékony világban az örökzöld babér? Akár a költő és a művész, ki képzeletének sugallatára alkotja műveit, akár a higgadtabb és gondolkodásának fegyelmeztségére büszke tudós is egyaránt ilyent vár jutalmul, amikor szellemi munkájának eredményeit közzétéve, a maga alkotását s azzal a maga nevét az enyészettől megóvni törekszik. Nemcsak a jövő órának, nem is csak a jövő évnek vagy egy jövő századnak ír, biztatja őt a hit, hogy műve fennmaradhat addig, míg e földön emberek élnek. E hit nélkül

talán nem is volna tudomány s az emberiség haladása csak azon ügyességek fejlesztésében nyilatkoznék meg, melyekkel a pillanat szükségleteit ki tudja elégíteni.»<sup>71</sup>

Aki így látja a tudomány, a költészet, a művészet és általában az osztatlan egy emberi szellem különböző megnyilvánulásainak viszonyát, az nem lesz elfogult a saját tudományával szemben. Őszinte lelkesedéssel bámulja GALLILEI mechanikájának és NEWTON gravitációs elméletének grandiózus épületét. «A természettudományoknak nincs más ilyen fényes lapjuk ; vannak ugyan meglepőbb kísérleti eredményei, vakmerőbb következtetései és pontosabb mérései, de nem jött még el mester, ki azokból olyan egészlet tudott volna alkotni, mint amilyen naprendszerünk mechanikája.»<sup>50</sup> Látja azt is, hogy ennek a mechanikának egyenes örököse a fizika, mely a földi jelenségek változatos sokaságában a legegyszerűbbeket tartotta fenn magának. Állítja, hogy a fizika a természettudományokban az útmutató szerepére van hivatva, úgyhogy bizonyos mértékben minden természettudósnak fizikusnak kell lennie. Azonban látja egyszersmind a tudománynak korlátolt emberi voltát. «Bármennyire fejlődnek is fizikai elméleteink, mégis mindig oly feltevésekre fognak támaszkodni, melyek tovább nem bizonyíthatók.»<sup>25</sup> «A tudomány sohasem fogja megtalálni azt a formulát, mellyel, annak szükséges voltát bizonyítani tudná. Sőt talán megszűnnék a tudomány, ha a rejtély kulcsát megtalálnók.»<sup>46</sup>

Különösen elítéli azokat, kik az emberi szellem minden nagy problémáját a tételes tudomány által vélik elintéztetnek. «A jelenkor egyik legcsodálatosabb tévedésének kell tekintenünk, hogy annyian hallgatnak azon álpróféták szavára, kik a vallás dogmái helyett természettudományi dogmákat kínálnak középkori türelmetlenséggel, de történeti jogosultság nélkül. Az igazi természettudós az ilyen önámítástól távol áll, tudja, hogy osztályrészül a természet végokaival szemben a lemondás jut, de azért nem csügged el, mint FAUST, ki véges munkáért végtelen jutalmat követelt, hanem ernyedetlenül halad előbbre az elérhetetlen cél felé s örömet talál magában a kutatásban s azokban az

eredményekben, melyeket az emberiség jólétének előmozdítására értékesít.»<sup>25</sup>

A felsorolt szemelvények nemcsak a magas szempontú filozófusnak, hanem a költői léleknek is a megnyilatkozásai. Más irataiban is sok költőiséget találunk. Amikor 1901. évi akadémiai megnyitó beszédében a Föld alakjának kérdését fejtegeti, igazi költői szárnyalású szavakban ad számot a saját kutatásairól. «A középkor előítéleteinek és csodaszereinek lomtárából előkerestem a varázsvesszőt s azt nem imádsággal, nem is ördögösséggel, hanem a vesszőhöz, melyről a varázs az idők folyamán amúgyis lekopott, jobban illő mechanikai érvelésekkel arra bírtam, hogy feleletet adjon. Az igaz, hogy nem arra kértem, hogy rejtett kincseket mutasson ; arra sem, hogy ellenségeimet, ha vannak, megjelölje ; csak azt kívántam tőle : engedjen bepillantani annak az erőnek rejtélyeibe, amely e földön mindent mozgat, mindennek kijelöli helyét.» Majd később, mikor leírja torziós ingáját : «Egyszerű, mint Hamlet fuvolója, csak játszani kell tudni rajta, s úgymint abból a zenész gyönyörködtető változatokat tud kicsalni, úgy ebből a fizikus a maga nem kisebb gyönyörűségére, kiolvashatja a nehézségnek legfinomabb változásait.» Majd később : «Azzal a kíváncsisággal, mellyel az utazó ismeretlen vidékekre jutván, annak hegyeit és völgyeit kutatja, jártam én is a Balatonon. Az én ismeretlen vidékem ott feküdt mélyen a jég tükre alatt, nem láttam s nem is fogom látni soha, csak eszközöm érezte meg és mégis milyen nehezen váltam el tőle . . . Amikor onnét eljöttem s különösen amikor megfigyeléseim adatait rendezve az ilyenmű kutatások helyességéről meggyőződtem, akkor egy új és nagyobb vállalkozás terve érlelődött meg agyamban. Itt lábaink alatt terjed el, hegyek koszorújával övezve, az Alföld rónasága. A nehézség azt lesimítván, kedve szerint formálta felületét. Vajjon milyen alakot adott neki? Micsoda hegyeket temetett el és mélységeket töltött ki lazább anyaggal, amíg létrejött ez az aranykalászkokat termő, magyar nemzetet éltető róna? Amíg rajta járok, amíg kenyerét eszem, erre szeretnék még megfelelni.»<sup>69</sup>

Ez utóbbi idézet azt sejteti velünk, hogy hazánk földje talán nem egészen véletlenül került bele a tudomány történetébe, és mutatja, hogy az elvont kérdésekkel foglalkozó fizikusnak gondolatvilága mennyire összenőtt a hazai földdel, melyen él. A hazaszeretet Báró EÖTVÖS LORÁNDnál apai örökség, s bár talán sohasem hallott senki az ő szájából hazafias frázist, ma már világos lehet mindenki előtt, hogy hazájáért dolgozott.

Apai örökség nála a költői hajlam is. Fiatalkorában verseket is írt, amelyeket GYULAI PÁL magasra értékelt. De ettől eltekintve is, az igazi tudósok mindig poétalelkek, kikben van «látóképesség». Látóképessége olyan dolgoknak, melyeket közönséges szem észre nem vesz. Ebből a szempontból az igazi tudós munkájában több költészetet találunk, mint akárhány költőében, viszont az igazi költő sokszor több és mélyebb igazságot hirdet, mint akárhány tudós. Mert nemcsak a mértékre szabott sorok adják a poézist, hanem valami más, sokkal magasabb és elvontabb dolog. Talán így lehetne kifejezni: az eszmék és gondolatok harmóniája a világgal. «A harmónia az egyetlen objektív valóság, az egyetlen igazság és minden szépnek forrása», mondja Poincaré.

E gazdag harmonia Báró Eötvösnek nemcsak tudományában és filozófiai felfogásában, hanem egész életében is megtalálható. Testét gyermekkorától kezdve mindenféle sporttal, különösen pedig hegymászással fejlesztette és tartotta frissen, származásának tradícióit a művelődésért, emberiségért és igazságért való őszinte rajongással kapcsolta össze; mélyen látó értelme melegen érző szívvel párosult. Mindezekből élte mint tökéletes harmonia szövődött egybe.

Életének utolsó négy esztendejét a kínzó betegség és a világháború tette gyötrelmessé. De ez utóbbi esemény sem volt számára meglepetés. Azok a magas szempontok, amelyekkel ő az életet nézte, érthetővé teszik, hogy mélyen látó analízáló lelke képes volt ennek a bekövetkezését is a világ folyásának menetéből és az emberiséget mozgató erők mivoltából kisejteni. 1903-ban tartott akadémiai megnyitó beszédében ugyanis ezt mondja:

«A gyűlölség ember és ember között, nemzet és nemzet között, ez a koronkint szunnyadó, de újra meg újra egész nyersségében kitörve romboló erő sokkal inkább veszélyezteti a tudományos erősséget, mint a Krakatoa vagy a Mont Pelée. A multak keserű tapasztalataiból vonva következtetést a jövőre, bizony alig remélhetjük, hogy az emberiség minden megszakadás nélküli folytonosságban haladhasson művelődésének közös célja felé.»<sup>71</sup>

## IX. IRODALOM.\*

Egybeállította MIKOLA SÁNDOR I. tag és RENNER JÁNOS.

### Bárá Eötvös Loránd dolgozatai.

1. A szkarisorai jégbarlang. Vasárnapi Ujság, 1869, 49. sz. (leírás).
2. Doppler elve s alkalmazása a hang- és fénytanban. Term. tud. Közl. 3. k. 1871, 1—11. o. (ismertetés).
3. Az északi fény színképéről. U. o. 250—253. o. (ismertetés).
4. A fluorescentia tanának egy törvényéről. U. o. 261—263. o. (ismertetés).
5. Indítvány országos érdekű kutatások eszközzésére vonatkozólag. U. o. 470—471. o.
6. A rezgési elméletből következő távolbani hatás törvényéről. Az akadémia elé terjesztett tanulmányának kivonata. A m. tud. akad. Értes. V. k. 1871, 207—212. o.
7. A Nap fizikai alkatáról. Term. tud. Közl. 4 k. 1872, 241—253. o. (ismertetés).
8. Van-e a Holdnak befolyása az időjárásra? U. o. 35. o. (ismertetés).
9. Újabb Bunsen-féle galván elemek. U. o. 120. o. (ismertetés).
10. A vízi növények életéből. A Term. tud. Társulat szakülésén tartott előadás. Rövid kivonat. U. o. 160. o.

\* Ebbe az összeállításba Eötvös dolgozatai közé fölvtük nemcsak a nyomtatásban tényleg megjelent dolgozatait, hanem lehetőleg minden előadásának és akadémiai előterjesztésének címét, melyek eredeti kutatásokon alapuló, sokszor igen nevezetes tudományos eredményeket tartalmaztak, ha azok nincsenek is meg sehol nyomtatásban. Fölvtük továbbá azokat a népszerű ismertető cikkeket is, melyeket Eötvös pályájának elején a Term. Tud. Közlönybe írt. A Term. Tud. Közl. tárgy- és címjegyzéke az itt felsoroltakon kívül még néhány cikket közöl báró Eötvös LORÁND neve alatt, minthogy azonban e cikkek alól hiányzik Eötvös neve, e felsorolásból kihagytuk. Az Eötvösre vonatkozó irodalom természetszerűleg nem teljes, de fölvtünk mindent, a miről tudomásunk volt.

Az irodalom összeállításában közreműködtek még ezen Emlékkönyv szerzői, közöttük különösen PEKÁR DEZSŐ és RYBÁR ISTVÁN urak.

11. A víz színéről. A Term. tud. Társulat szakülésén tartott előadás. U. o. 190. o.
12. A chlorophyll természettani szempontból. U. o. 192. o. (ismertetés).
13. A Jungfrau megmászása. U. o. 383—385. o. Tyndall: Hours of exercise in the Alpes című munka egy részének fordítása.
14. A fény kettős töréséről. A Term. tud. Társ. szakülésén tartott előadás. Rövid kivonat. Term. tud. Közl. 5. k., 1873, 39. o.
15. Az égi testek látszólagos alakjáról. Ugyanaz ugyanott, 39. o.
16. A capillaritas elméletéről. Ugyanaz ugyanott, 245. o.
17. Helmholtz: Népszerű tudományos előadások. Fordították Eötvös Loránd és Jendrásik Jenő. Előszó báró Eötvös Lorántól. A Term. tud. Társ. Könyvkiadó Vállalata. VI. k. 1874.
18. A rezgések intenzitása tekintettel a rezgési forrásnak és az észlelőnek mozgására. Az akadémia elé terjesztett dolgozat. Ért. a math. tud. köréből III. k. 1875, 1—23. o. Ugyanennek kivonata A m. tud. akad. Értes. VIII. k. 1874, 147—150. o.
19. Über die Intensität der wahrgenommenen Schwingungen bei Bewegung der Schwingungsquelle und des Beobachters. Pogg. Ann. d. Phys. 152. k. 1874, 513—535. o. (a megelőzővel tartalomban egyezik).
20. Válasz Ketteler néhány észrevételére az észlelt rezgések intenzitása felett. A m. tud. akad. Értes. IX. k. 1875, 157—162. o.
21. A surlódásról. Népszerű természettudományi előadás. Megemlítve Term. tud. Közl. 7. k. 1875, 212. o.
22. Új módszer a capillaritási tünemények tanulmányozására. Az akadémia elé terjesztett dolgozat. Műegyetemi Lapok I. k. 1876, 2—10. o.
23. Könyvismertetések. U. o. 56—57, és III. k. 1878, 124—126. o.
24. Fizikai feladatok. U. o. 95. o., 288. o. és II. k. 1877, 96. o.
25. A távolbahatás kérdéséről. Főolvasás az akadémia ünnepélyes közgyűlésén. A m. tud. akad. Évkönyvei. XVI. k. 1877, 57—68. o.
26. Adatok az elektro-statika elméletéhez. Akadémiai székfoglaló értekezése. Rövid kivonatban A m. tud. akad. Értes. XIV. k. 1880, 4—5. o.
27. Az elektromos sűrítő egy új módjáról a sűrítő gyűrűről. Az akadémia elé terjesztett tanulmányának rövid kivonata. A m. tud. akad. Értes. XIV. k. 1880, 157—160. o.
28. A cseppekről. Népszerű természettudományi előadás. Rövid kivonata Term. tud. Közl. 13. k. 1881, 394. o.
29. Jelentés a Bugát-féle alapítványból kitűzött physikai pályázat eredményéről (Czögler és Heller a physika történetéről szóló munkáinak bírálata), Schuller Alajossal együtt. Term. tud. Közl. 13. k. 1881, 91—92. o.

30. Kutatások a kapillaritas terén. Az akadémia elé terjesztett dolgozatának rövid kivonata A m. tud. akad. Értes. XVI. k. 1882, 48. o.

31. Egy új electro-kapillár mozgatóról. Az akadémia elé terjesztett dolgozatának rövid kivonata. U. o. 106—107. o.

32. Tanulmányok a folyadékhatárnyák feszültségéről. Az akadémia elé terjesztett dolgozata. Kivonatban sincs meg. Címe A m. tud. akad. Értes. XVI. k. 1882, 225. o.

33. A folyadékok felületi feszültségének összefüggése a kritikai hőmérséklettel. Az akadémia elé terjesztett dolgozat. Math. és Term. tud. Ért. III. k. 1885, 54—73. o.

34. A folyadékok felületi feszültsége és vegyi alkata közt fennálló kapcsolatáról. Math. és Term. tud. Ért. IV. k. 1886, 34—41. o.

35. Über den Zusammenhang der Oberflächenspannung der Flüssigkeiten mit ihrem Molecularvolumen. Ann. d. Phys. u. Chem. Neue Folge XXVII. k. 1886, 448—459. o. (a megelőzővel tartalomban egyezik). U. a. röviden Math. u. Naturw. Ber. aus Ungarn IV. k. 1886, 33—44. o.

36. Néhány szó az egyetemi tanítás kérdéséhez. (Nyílt levél Trefort Ágoston vall. és közokt. miniszter úrhoz.) Budapesti Szemle 50. k. 1887, 307—321. o.

37. Vizsgálatok a gravitatio jelenségeinek körében. Az akadémia elé terjesztett dolgozata. Rövid kivonata Term. Tud. Közl. 20. k. 1888, 477. o.

38. A fizika jelenlegi állásáról és bűvárlati módszereiről. 10. előadás a Term. tud. Társ.-ban 1888-ban. Megemlítve Term. Tud. Közl. 21. k. 1889, 66. o.

39. A Szt. Gellért-hegy vonzó erejére vonatkozó vizsgálatok. Az akadémia elé terjesztett dolgozata. Rövid kivonata Term. Tud. Közl. 21. k. 1889, 198. o.

40. Elnöki megnyitó beszéd. A m. tud. akad. Értes. XXIII. k. 1889, 145—149. o.

41. Jelentés a fizikai kísérletek pályázatára beérkezett munkáról (Antolik Károly munkája). Schuller Alajossal együtt. Term. tud. Közl. 22. k. 1890, 100—102. o.

42. A Föld vonzása különböző anyagokra. Az akadémia elé terjesztett dolgozatának kivonata. Akad. Értes. I. k. 1890, 108—110. o.

43. Über die Anziehung der Erde auf verschiedene Substanzen. Math. u. Naturw. Ber. aus Ungarn. VIII. k. 1890, 65—68. o. (a megelőzővel tartalomban egyezik).

44. Nagy lengésidők méréséről. Az akadémia elé terjesztett dolgozatának kivonata. Akad. Értes. I. k. 1890, 274. o.

45. Messung von langen Schwingungsdauern. Math. u. Naturw. Ber.

aus Ungarn VIII. k. 1891, 450—451. o. (a megelőzővel tartalomban egyezik).

46. Elnöki megnyitó beszéd. Akad. Értes. I. 1890, 325—335. o.

47. Elnöki megnyitó beszéd. Akad. Értes. II. 1891, 321—325. o.

48. Az egyetem feladatáról. Rektori beszéd. Term. tud. Közl. 23. k. 1891, 506—514. o.

49. A folyadékhártyák feszültségének megmérése. A Math. és Phys. Társ. ülésén tartott előadás. Rövid kivonata Term. Tud. Közl. 24. k. 1892, 211. o.

50. A fizika tanításáról az egyetemen. Az egyetem ujjaalakításának évfordulója ünnepén felolvasott rektori beszéd. Term. tud. Közl. 24. k. 1892, 296—301. o.

51. Elnöki megnyitó beszéd. Akad. Ért. III. k. 1892, 301—303. o.

52. Elnöki megnyitó beszéd a Széchenyi ünnepen. Akad. Értes. IV. k. 1893, 57—62. o.

53. A tömegvonzás állandójának meghatározása. A Math. és Phys. Társ.-ban tartott előadás, megemlítve Math. és Phys. Lapok II. k. 1893, 398. o.

54. Elnöki megnyitó beszéd. Akad. Értes. IV. k. 1893, 315—316. o.

55. Kísérletek az elektromos erő és az elektromos ellenállás abszolút meghatározására és a földi tárgyak tömegvonzásának kimutatására. A Math. és Phys. Társ.-ban tartott előadás. Rövid ismertetése Term. tud. Közl. 25. k. 1893, 267. o.

56. Elnöki megnyitó beszéd. Akad. Értes. VI. k. 1895, 321—325. o.

57. Vizsgálatok a gravitatio és a mágnesség köréből. Az akadémia elé terjesztett dolgozat. Math. és Term. tud. Ért. XIV. k. 1896, 221—266. o.

58. Untersuchungen über Gravitation und Erdmagnetismus. Ann. d. Phys. u. Chem. Neue Folge, 59. k. 1896, 354—400. o. (a megelőzővel tartalomban egyezik).

59. Jedlik Ányos emlékezete. Emlékbeszéd az akadémiában. Akad. Ért. X. k. 1897, 273—289. o. és Term. tud. Közl. 29. k. 1897, 387—402. o.

60. Elnöki megnyitó beszéd. Akad. Értes. IX. k. 1898, 269—272. o.

61. A mágneses haladtató erőről. A Math. és Phys. Társ.-ban tartott előadás. Rövid ismertetése Term. tud. Közl. 31. k. 1899, 304. o.

62. A mágnesrudak pólusainak meghatározásáról. A Math. és Phys. Társ.-ban tartott előadás. Megemlítve Math. és Phys. Lapok VIII. k. 1899, 420. o.

63. Elnöki megnyitó beszéd. Akad. Értes. X. k. 1899, 265—270. o. Ugyanez megjelent A tudományos akadémiák létjoga címen Term. tud. Közl. 31. k. 1899, 321—326. o.

64. Elnöki megnyitó beszéd. Akad. Értes. XI. k. 1900, 289—292. o.
65. A mágnesi inklinációról a múlt időben. A Math. és Phys. Társ.-ban tartott előadás. Kivonata Term. tud. Közl. 32. k. 1900, 246. o.
66. Étude sur les surfaces de niveau et la variation de la pesanteur et de la force magnétique. Rapports présentés au congrès international de Physique réuni à Paris en 1900, III. k.
67. A nehézség és a mágneses erő nivófelületeinek és változásainak meghatározásáról. Math. és Phys. Lapok. IX. k. 1900, 361—385. o. (a megelőzővel tartalomban egyezik).
68. Megfigyelések a Balaton jegén. A Math. és Phys. Társ.-ban tartott előadás. Rövid ismertetése Math. és Phys. Lapok X. k. 1901, 256. o.
69. Elnöki megnyitó beszéd. Akad. Értes. XII. k. 1901, 261—269. o. Ugyanaz megjelent a Föld alakjának kérdése címén Term. tud. Közl. 1901, 321—328. o. továbbá kivonatban német nyelven a Math. u. Naturw. Ber. aus Ungarn XIX. k. 1901, 430—440. o.
70. A nehézségről és a földi mágneses erőről. A Term. tud. Társ.-ban tartott hat előadás. Megemlítve Term. tud. Közl. 35. k. 1903, 355. o.
71. Elnöki megnyitó beszéd. Akad. Értes. XIV. k. 1903, 313—319. o. Ugyanaz megjelent Változatlan mértékegységek címen Term. tud. Közl. 35. k. 1903, 369—374. o.
72. Beszéd a kolozsvári Bolyai-émlékünnepen. Akad. Értes. XIV. k. 1903, 110. o.
73. Elnöki megnyitó beszéd. Akad. Értes. XV. k. 1904, 253—254. o.
74. Akadémiai elnökségről lemondó levele. Akad. Értes. XVI. k. 1905, 514—515. o.
75. Programme des recherches gravimétriques dans les régions vésviennes. Comptes rendus des séances de la première reunion de la commission permanente de l'Association internationale de Sismologie réuni à Rome. 1906, 177—179. o.
76. Bestimmung der Gradienten der Schwerkraft und ihrer Niveauflächen mit Hilfe der Drehwage. Verhandl. d. XV. allg. Konferenz der internat. Erdmessung in Budapest. 1906. A módszer szigorú matematikai elméletét és gyakorlati alkalmazásának módját a leg részletesebben ezen értekezésben találjuk.
77. A Balaton nivófelülete s azon a nehézség változásai. A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. I. k. 1. rész Geophysikai függelék. 1908. Németül is megjelent. E dolgozat bevezetésében Eötvös a módszer elméletét elemi úton tárgyalja.
78. Bericht über geodätische Arbeiten in Ungarn, besonders über Beobachtungen mit der Drehwage. Verhandl. d. XVI. allg. Konferenz der internat. Erdmessung in London und Cambridge 1909. Franciául is meg-

jelent : Sur les travaux géodé-iques exécutés en Hongrie spécialement à l'aide de la balance de torsion cimen.

79. Beiträge zum Gesetz der Proportionalität von Trägheit und Gravität. Pekár Dezsóval és Fekete Jenővel együtt. Később kiadott munka (l. 86.), mellyel a göttingeni *Bencke*-féle pályadíjat megnyerték. Ismertetése Nachr. d. Königl. Gesellsch. d. Wissensch. in Göttingen. Geschäftl. Mitt. 1909, 1. füz.

80. Bericht über Arbeiten mit der Drehwage, ausgeführt im Auftrage der kön. ung. Regierung in den Jahren 1909—1911. Verhandl. d. XVII. allg. Konferenz der internat. Erdmessung in Hamburg. 1912.

81. Geofizikai kutatások Kecskemét vidékén. A pozsonyi Népszerű Főiskolai Tanfolyamon tartott előadás. Rövid ismertetése *Uránia* 1913, 36. o.

82. Geofizikai kutatásaim céljáról, módjáról és némely eredményéről. A Term. tud. Társ.-ban tartott népszerű két előadás 1913 ápr. 4. és 11-én. (Az első előadást Pekár Dezső tartotta.) Ugyanerről Aradon is tartott előadást 1914 jan.-ban.

83. A nehézségről a Földön mozgó szerkezetekben. A Math. és Phys. Társ.-ban tartott előadás. Ismertetése *Uránia* 1918, 199—201. o.

84. Experimenteller Nachweis der Schwereänderung, die ein auf normal geformter Erdoberfläche in östlicher oder westlicher Richtung bewegter Körper durch diese Bewegung erleidet. *Annalen der Physik.* (4) 59. k. 1919, 743—752. o.

85. Kísérleti kimutatása annak a nehézségi változásnak, amelyet valamely, a szabályos alakúnak felvett földfelületen keleti vagy nyugati irányban mozgó test e mozgás által szenved. *Math. és Term. tud. Értes.* 37. k. 1920, 1—28. o.

86. Roland v. Eötvös †, Desiderius Pekár und Eugen Fekete: Beiträge zum Gesetze der Proportionalität von Trägheit und Gravität. *Annalen der Physik.* (4) 68. k. 1922, 11—66. o.

## BÁRÓ EÖTVÖS LORÁNDRA VONATKOZÓ IRODALOM.

### I. Az Eötvös-törvény.

87. W. Ramsay and J. Shields : On the variation of surface-energy with temperature. *Proc. of the Roy. Soc. of Lond.* 1892, Vol. 52, 150—156. o.

88. W. Ramsay and J. Shields : The variation of molecular surface-energy with temperature. *Phil. Trans.* 1893, Vol. 184, 647—673. o.

89. W. Ramsay and J. Shields : Über die Moleculargewichte der Flüssigkeiten. *Zeitschr. f. phys. Chem.* 1893, 12. k. 433—475. o.

90. Van der Waals : Thermodynamische Theorie der Capillarität unter Voraussetzung stetiger Dichteänderung. Zeitschr. f. phys. Chem. 1894, 13. k. 657—726. o.

91. Pekár Dezső : Oldatok molekuláris felületi energiájáról. Math. és Term. tud. Értes. 19. k. 1901, 210—232. o.

92. D. Pekár : Über die molekulare Oberflächenenergie der Lösungen. Zeitschr. f. phys. Chem. 1902, 39. k. 433—452. o. (a megelőzőnek fordítása).

93. Pekár Dezső : Oldatok molekuláris felületi energiájáról. Magyar Chemiai Folyóirat, 8. k. 1902, 33—38. és 49—54. o.

94. W. Grabowsky : Beiträge zur Feststellung der wahren Oberflächenspannung wässriger Chloridlösungen und zu ihrer physikalisch-chemischen Verwertung. Diss. Königsberg 1904.

95. L. Grunmach : Experimentelle Bestimmung der Oberflächenspannung und des Molekulargewichtes von verflüssigtem Stickstoffoxydul. Ann. d. Phys. u. Chem. 15, 401—406. o. 1904.

96. Géza Zemplén : Über die Oberflächenspannung wässriger Lösungen. Ann. d. Phys. u. Chem. (4), 22, 391—396. o. 1907.

97. Livingston, R. Morgan, R. Stevenson : Das Gewicht eines fallenden Tropfens und die Gesetze von Tate. Die Bestimmung der Molekulargewichte und kritischen Temperaturen von Flüssigkeiten mit Hilfe von Tropfengewichten. J. Amer. chem. soc. 30, 360—376. o. továbbá 1055—1068. o. 1908. Zeitschr. f. phys. Chem. 62, 151—170. o. és 64, 170—186. o. 1908.

98. Einstein : Bemerkung zu dem Gesetz von Eötvös. Ann. d. Phys. u. Chem. (4), 34, 165—169. o. 1911.

99. P. Walden u. R. Swinne : Beiträge zur Kenntnis der Kapillaritätskonstanten von flüssigen Estern. Zeitschr. f. phys. Chem. 79. k. 1912, 700. o. (számos irodalmi utalással).

100. Petru Bogdan : Bemerkung über die Berechnungsweise der Kapillaritätskonstanten. Die Regel von Eötvös—Ramsay. Der Kompressibilitätskoeffizient der Flüssigkeiten. Zeitschr. f. phys. Chem. 82. k. 1913, 93. o.

101. M. Born. u. R. Courant : Zur Theorie des Eötvösschen Gesetzes. Phys. Zeitschr. XIV. 1913, 731. o.

102. R. Cenac : Influence de la température sur la tension superficielle du mercure dans le vide. Ann. chim. phys. (8) 28, 298—312, 1913.

103. E. Madelung : Kinetische Theorie des Gesetzes von Eötvös. Phys. Zeitschr. XIV. 1913, 729. o.

104. P. Walden u. R. Swinne : Über die Temperatur-Koeffizienten der molaren Oberflächenenergie und molaren Kohäsion. Zeitschr. f. phys. Chem. 82. k. 1913, 271. o. (számos irodalmi utalással).

105. Maurice Prud'homme : Quelques conséquences de la loi d'Eötvös-Ramsay. Journ. chim. phys. 14, 1916, 285—290. o.

106. A. P. Mathews : The relation of molecular cohesion to surface tension and gravitation ; with a method of determining « $\alpha$ » of Van der Waals' equation without assumption ; and the explanation of the meaning of the constants in the surface tension law of Eötvös and the latent heat formulas of Dieterici and Mills. Journ. phys. chem. 20, 1916, 554—596. o.

107. Van der Waals-Kohnstamm : Lehrbuch der Thermodynamik I. k.

108. Masao Katayama : On the Relation between Surface Tension and other Quantities. Science Rep. Tôhoku Univ. 4, 1916, 373—391. o.

109. F. M. Jäger : Über die Temperaturabhängigkeit der molekularen freien Oberflächenenergie von Flüssigkeiten im Temperaturbereich von  $-80^{\circ}$  bis  $1650^{\circ}$  C. Zeitschr. f. anorg. Chem. 101. k. 1917, 1—215. o.

110. Tangl Károly : Vizsgálatok a kapillaritásról ; a Bárány Eötvös Loránd élete és tudományos működése című cikksorozatban. Math. és Phys. Lapok, 27. k. 1918, 115—129. o.

111. W. Herz : Über Oberflächenspannungen und ihre Beziehungen zu anderen Eigenschaften von Flüssigkeiten. Zeitschr. f. phys. Chem. 93, 1919, 607—613. o.

112. Desider Pekár : Die Untersuchungen des Barons Roland v. Eötvös über die Kapillarität. Die Naturwissenschaften, 7. k. 1919, 524—529. o.

113. Allan Ferguson : On a relation between surface tension and density. Trans. Faraday Soc. 19. k. 56. sz. 1923, 407—413. o.

114. W. L. Lewschin : Über die Abhängigkeit der Oberflächenspannung von der Dichte und Temperatur. Zeitschr. f. phys. Chem. 112. k. 1924, 167—174. o. Berichtigung : Zeitschr. f. Phys. Chem. 113. k. 1924, 336. o.

115. George Macdonald Bennett : Interpretation of Surface energy Data. Journ. chem. soc. 125. k. 1924, 958—959. o.

116. Theodore W. Richards, Clarence L. Speyers, Emmett K. Carver : The determination of Surface Tension with Very Small Volumes of Liquid, and the Surface Tensions of Octanes and Xylenes at Several Temperatures. Journ. Amer. Chem. Soc. 46. k. 1924, 1196—1207. o.

117. Samuel Sugden : The Variation of Surface Tension with Temperature and some Related Functions. Journ. chem. soc. 125. k. 1924, 32—41. o.

118. Léon Brillouin : Les tensions superficielles ; interprétation de la relation d'Eötvös. Compt. Rend. 180. k. 1925. 1248—1251. o.

119. W. L. Lewschin : Über die Abhängigkeit der Oberflächenspan-

nung von der Dichte und der Temperatur. (oroszul) Journ. d. Russ. phys. u. chem. Ges. phys. Teil, 57. k. 1925, 37—42. o.

120. A. Th. van Urk, W. H. Keesom and H. Kammerling Onnes : Measurements of the Surface tension of liquid helium. Proc. Amsterdam 28. k. 1925, 958—962. o.

121. F. De Block : On the relation between Surface Tension and Temperature for Liquefied Gases. Wis-en Natuurk. Tijdschr. 3. k. 1926, 22—30. o.

122. F. E. Poindexter : Surface tension of sodium. Phys. Rev. 27. k. 1926, 820. o.

123. Mitsuru Satô : On the Kinetic Theory of Eötvös' Law in Surface Tension. Sc. Reports Tôhoku Univ. 15. k. 1926, 805—817. o.

124. A. Th. van Urk, W. H. Keesom and G. P. Nijhoff : Measurements on the surface tension of liquid neon. Proc. Amsterdam 29. k. 1926, 914—916. o.

125. Yosiharu Matuyama : On the Surface Tension of Molten Metals and Alloys. Sc. Reports Tôhoku Univ. 16. k. 1927, 555—562. o.

126. Helmut Moser : Verfeinerung der Eötvösschen Reflexionsmethode zur Messung von Oberflächenspannungen. Ann. d. Phys. (4) 82. k. 1927, 963—992. o.

127. G. Tammann und H. Rabe : Die Abhängigkeit der Oberflächenspannung hochviskoser Flüssigkeiten von der Temperatur. Zeitschr. f. anorg. Chem. 162. k. 1927, 17—21. o.

128. Richard Lorenz und Hans Adler : Oberflächenspannung einiger geschmolzener Metalle gegen geschmolzene Salze. Zeitschr. f. anorg. Chem. 173. k. 1928, 324—336. o.

129. A fizika és chemia kézikönyvei közül még a következôket soroljuk fel : Chwolson : Lehrbuch der Physik I. k. 609. o.

Nernst : Theoretische Chemie 4. k. 1903, 272—274. o.

Ostwald—Luther : Hand- u. Hilfsbuch zur Ausführung Physiko-Chemischer Messungen, 3. k. 1910, 543. o.

Walker—Steinwehr : Einführung in die Phys. Chemie, 1904, 241. o.

Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik, 11. kiad. III. k. 2. rész, 1925, 264—265. o. III. k. 1. rész 556—557. és 561. o. 1926.

W. Wien u. F. Harms : Handbuch der Experimentalphysik 6. k. (G. Bakker : Kapillarität u. Oberflächenspannung) 159. 190—196. és 358. o.

G. Geiger u. K. Scheel : Handbuch der Physik. VII. k. Mechanik der flüssigen und gasförmigen Körper. Kapillarität, von A. Gyemant.

## II. Eötvös gravitációs eszközei. A torziós inga gyakorlati alkalmazása.

130. Brillouin : Notice sur les travaux scientifiques. Paris. Gautier-Villars.

131. Laager : Versuch, mit der Drehwage die Abhängigkeit der Gravitation vom Zwischenmedium nachzuweisen. Dissert. Zürich. 1904.

132. Brillouin : Les courbures du géoïde dans le tunnel du Simplon. Compt. Rend. 1906, I. k. 916—918. o. és II. k. 405—407. o.

133. Klupathy Jenő : Báró Eötvös Loránd Föld-kutatásai. Uránia. 7. k. 1906, 421—432. o.

134. Brillouin : Mémoire sur l'ellipticité du géoïde dans le tunnel du Simplon. Mem. prés. par divers savants à l'acad. de scien. de l'Inst. de France. 33, 3. sz. 1908.

135. O. Hecker : Bestimmung der Schwerkraft auf dem Indischen und Grossen Ocean und an deren Küsten, sowie erdmagnetische Messungen. Veröff. d. Zentralb. d. internat. Erdmessung. I. Nr. 16. 1908.

136. O. Hecker : Bestimmung der Schwerkraft auf dem Schwarzen Meere und an dessen Küste, sowie neue Ausgleichung der Schwerkraftmessungen auf dem Atlantischen, Indischen und Grossen Ozean. Veröff. d. Zentralb. d. internat. Erdmessung. Nr. 20. 1910.

137. J. B. Messerschmitt : Die Schwerebestimmung an der Erdoberfläche. Die Wissenschaft. Heft 17. 1908. Braunschweig.

138. A. Venturi : Teoria della bilancia di torsione di Eötvös. Presentata all'Accademia di Scienze, Lettere et Arti. Palermo. 1908.

139. J. B. Messerschmitt : Eine neue Methode zur Bestimmung der Krümmungsverhältnisse des Geoids. Zeitschr. f. Vermessungen. 38. k. 1909. 543—548. o.

140. O. Hecker : Die Eötvössche Drehwage des kgl. Geodetischen Institutes in Potsdam. Zeitschr. für Instrumentenkunde 30. k. 1910, 6—14. o.

141. Oltay Károly : Nehézség-gyorsulásmérések Budapesten. Math. és Term. tud. Értes. 29. k. 1911, 229. o.

142. Oltay Károly : Ingákkal való relatív gravitáció mérések pontosága. Math. és Term. tud. Értes. 30. k. 1912, 843. o.

143. W. Branca : Ziele vulkanologischer Forschung. Sitzungsber. der kön. preuss. Akad. d. Wiss. 38. k. 1913, 810—856. o.

144. O. Eggert : Theorie und Anwendung der Drehwage von Eötvös. Zeitschr. f. Vermessungswesen 42. k. 1913, 474—483. és 505—517. o.

145. A. Gavazzi : O. Teži u. Hrvatskoj i Slavoniji. Zagrebu, 1913.

146. E. Soler : Primi esperimenti con la bilancia di Eötvös. Venezia. C. Ferrari, 1913.

147. H. Böckh : Kohlenwasserstoffe in der Marosniederung und der grossen ungarischen Tiefebene. Zeitschr. d. Internat. Vereins der Bohr-ingenieure und Bohrtechniker. Nr. 5. 1914.

148. Oltay Károly : A Nagy Magyar Alföldön, a Mezőségen és a gyergyói fennsíkon végzett nehézséggyorsulás-méréseim eredményei. Math. és Phys. Lapok. 23. k. 1914, 82—102. o.

149. G. Silva : Relazione delle osservazioni gravimetriche compiute nell'estate 1913, con il bipendolo Mioni. Venezia. 1914.

150. E. Soler : Prima Campagna con la bilancia di Eötvös nei dintorni di Padova. R. Commissione Geodetica Italiana. Venezia, C. Ferrari, 1914.

151. Pekár Dezső : Kísérleti tanulmányok az Eötvös-féle gravitációs csavarási mérleg zavarairól. Math. és Term. tud. Értes. 33. k. 1915, 407—455. o.

152. R. Schumann : Über die Schwerkraft. Wien, 1915, 1—160. o.

153. A. Gavazzi : Über Schwermessungen in Srijens. Zagreb, 1916.

154. Böckh Hugó : Brachyantiklinálisok és dómok kimutatása torziós mérleggel végzett nehézségi mérések adatai alapján. Bányászati és Kohászati Lapok. 9. sz. 1917.

155. H. Böckh : Der Nachweis von Antiklinalen und Domen mittels der Drehwage. Petroleum, 12. k. 16. f. 1917, 817—823. o.

156. Oltay Károly : A nehézséggyorsulás budapesti értékének meghatározása. Budapest, 1917.

157. K. Oltay : Relative Bestimmung der Schwerkraft in Budapest. 1917, Budapest.

158. Pekár Dezső : A báró Eötvös-féle geofizikai mérésekről. Bányászati és Kohászati Lapok. 50. évf. 14. sz. 1917, 486—504. o.

159. Pekár Dezső : Báró Eötvös Loránd geofizikai mérései és jelentőségük. Pótfüzetek a Term. tud. Közlönyhöz, 49. k. 1917, 1—29. o.

160. Fekete Jenő : A földmágnességre vonatkozó vizsgálatok. Math. és Phys. Lapok. 27. k. 1918, 206—229. o.

161. M. Matsuyama : Determination of the Second Derivatives of the gravitational Potential on the Jaluit Moll. Mem. of the Coll. of Science, Kyoto Imperial University, vol. III. Nr. 2. 1918.

162. Mikola Sándor : Báró Eötvös Loránd nehézségi kutatásainak jelentőségéről. Uránia. 19. k. 1918, 204—208. o.

163. Pekár Dezső : Gravitációs mérések, a Báró Eötvös Loránd élete és tudományos működése című cikksorozatban. Math. és Phys. Lapok, 27. k. 1918, 147—187. o.

164. W. Schweydar : Die Drehwage und ihre Bedeutung für die Auffindung von Bodenschätzen. Előadás a Königl. Geodet. Inst. zu Potsdam ülésén 1917. Kivonata : Die Naturwissenschaften 1918, 160—165. o.

165. W. Schweydar : Die Bedeutung der Drehwage von Eötvös für die geologische Forschung nebst Mitteilung der Ergebnisse einiger Messungen. Zeitschr. f. prakt. Geologie 26. k. 1918, 157—162. o.

166. Tangl Károly : Vizsgálatok a gravitációról. Math. és Phys. Lapok. 27. k. 1918, 130—146. o.

167. Radó de Kövesligethy : Geoide e Bilancia di torsione. Bolletino della Società Sismologica Italiana. 22. k. Modena, 1919.

168. Radó de Kövesligethy : Studi Vulcano-Gravimetrici. In memoria del barone Orlando Eötvös. Bolletino della Società Sismologica Italiana. 22. k. Modena, 1919.

169. Desider Pekár : Die geophysikalischen Messungen des Barons Roland v. Eötvös. Die Naturwissenschaften, 7. k. 1919, 149—159. o.

170. Jerzy Smolenski : Anomalje Grawitacyjne a Tektonika. (Sur les relations entre distribution des anomalies de la pesanteur et la structure de l'écorce terrestre). Przegląd Geograficzny. 1. k. Cracovie, 1919, 281—296. o.

171. E. Tams : Drehwage und Schweremessungen in ihrer Bedeutung für die Geologie. Geologische Rundschau, 10. k. 1919, 1—13. o.

172. C. Barus : Note on torsional measurement of variations of the acceleration of gravity by interference methods. Proc. National Acad. Amer. 6. k. 1920, 498—502. o.

173. A. Berroth : Eine vertikal schwingende Drehwage. Zeitschr. f. Instrumentenkunde, 40. k. 1920, 210—211. o.

174. Finkey József : Az Eötvös-féle gravitációs mérések bányászati-geológiai alkalmazása. Bányászati és Kohászati Lapok, 53. évf. 1920, 206—216 és 221—231. o.

175. O. Majorana : Sulla gravitazione. Atti della reale accademia dei Lincei, Rendiconti. Classe di scienze fisiche, matem. e naturali. Roma, 28. k. 1919, 165—174, 221—223, 313—317. o. 29. k. 1920, 23—32, 90—99, 163—169. o.

176. O. Majorana : On gravitation. Theoretical and experimental researches. Phil. Mag. 39. k. 1920, 488—504. o.

177. R. Schumann : Über einige vorläufige Ergebnisse aus Schwerewagenmessungen im Zillingdorfer Kohlengebiete. Wiener Akademischer Anz. 1920, Nr. 1.

178. R. Schumann : Über die Leistungen der Eötvös'schen Schwere-  
wage. Bergbau u. Hütte, 1920, 1—4. o. U. ez megjelent : Österr. Monat-

schrift f. d. öff. Baudienst und das Berg- u. Hüttenwesen, 1920, Heft 5. u. 6.

179. R. Schumann : Eine Verwendung der Eötvös'schen Drehwage in unterirdischen Räumen. Mitteilungen aus dem Markscheidewesen, Wien, 1920, 6—18. o.

180. R. Ambronn : Die Anwendung physikalischer Aufschlussmethoden im Berg-, Tief- und Wasserbau. Jahrbuch des Halle'schen Verbandes für die Erforschung der mitteldeutschen Bodenschätze. 3. k. 1921, 27—46. o.

181. H. Gornick : Die Drehwage und ihre Anwendung zu praktisch-geologischen Untersuchungsarbeiten. Verein deutscher Eisenhüttenleute. Sitzungsbericht (Nr. 2.) vom 15. Dezember 1921 in Düsseldorf.

182. R. Schumann : Über Schweremessungen im Wiener Becken. Wiener Akad. Anz. Nr. 13. 1921, 1—7. o.

183. R. Schumann : Vorläufige Ergebnisse aus Schwerewagenmessungen. 3. Mitteil. Österr. Monatschr. f. d. öff. Baudienst und das Berg- u. Hüttenwesen. II. Heft 7. 1921, 156—158. o.

184. W. Schweydar : Die photographisch registrierende Eötvös'sche Torsionswage der Firma Carl Bamberg in Berlin-Friedenau. Zeitschr. f. Instrumentenkunde, 41. k. 1921, 175—183. o.

185. L. Steiner : R. de Eötvös law concerning the connection between the local disturbances of the magnetic force and those of gravity. Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity, 26. k. Baltimore 1921, 81—90. o.

186. Dr. Richard Ambronn : Die Verwertung der physikalischen Aufschlussarbeiten im Berg-, Tief- und Wasserbau. Die Umschau, XXVI. évf. 34. sz. 1922, 529—532. o.

187. J. Koenigsberger : Die Verwendung geophysikalischer Verfahren in der praktischen Geologie. Zeitschr. f. praktische Geologie, 30. k. 1922, 33—41. o. (írodalmi összeállítás).

188. R. de Kövesligethy : Rapport du Secrétaire général. Association internationale de Sismologie. Assemblée générale de 1922. 1—8. o.

189. P. Nikiforov : L'anomalie de la gravité dans la région de Kursk. Bull. Inst. Math. de l'Académie des Sciences de Russie. Tome I. 1922.

190. Pekár Dezsó : Földalatti vetődések kimutatása a torziós ingával. Math. és Term. tud. Értes. 39. k. 1922, 1—29. o.

191. D. Pekár : Die bei Feldmessung angewendete Drehwage von Baron Roland v. Eötvös. Zeitschr. f. Instrumentenkunde, 42. k. 1922, 173—178. o.

192. A. Pray, C. Mainka : Einführung in die Geophysik. Berlin, 1922, Drehwage von Eötvös, 53—60. o.

193. R. Schumann : Ergebnisse aus Schwerewagenmessungen. Österr. Monatschr. f. d. öff. Baudienst und das Berg- u. Hüttenwesen, III. 1922, 198. o.

194. W. Schweydar : Die photographische Registrierung bei Feldmessungen mit der Eötvös'schen Drehwage. Zeitschr. f. Instrumentenkunde, 42. k. 1922, 179—182. o.

195. H. N. Allen : Eötvös Torsion Balance for prospecting. Min. Mag. XXIX. k. 1923, 90. o.

196. E. Fulda : Die Wünschelrute u. die Drehwage im Salzbergbau. Kali, 17. k. 1923, 33. o.

197. C. Geloso : A proposito di «Ricerche geofisiche nello studio del sottosuolo». La bilancia di Eötvös. La miniera Italiana. 1923, 339. o.

198. H. Gornick : Bemerkungen zu den Ausführungen des Herrn Dr. Pekár : Die Anwendbarkeit der Eötvös'schen Drehwage im Felde. Zeitschr. f. Instrumentenkunde, 43. k. 1923, 306—307. o.

199. J. Koenigsberger : Fortschritte der magn. u. gravimetrischen Aufschlussverfahren. Glückauf, 59. k. 1923.

200. P. Lasareff : Die Anomalie des Erdmagnetismus und der Gravitation im Kursker Gouvernement. Die Naturwissenschaften, 11. k. 1923, 705—708. o.

201. P. Lasareff : The anomalies of terrestrial magnetism and gravity in the Kursk government Russia. Terr. Magnetism and Atm. Electr. 28. k. 1923, Nr. 4.

202. V. Laska : Eine Bestätigung der Ergebnisse der Drehwage durch direkte Bohrungen. Petroleum, XIX. k. 1923.

203. V. Laska : Über die Prüfung der Drehwagenmessungen. Petroleum, XIX. k. 16. sz. 1923, 612. o.

204. D. Pekár : Die Anwendbarkeit der Eötvös'schen Drehwage im Felde. Zeitschr. f. Instrumentenkunde, 43. k. 1923, 187—195. o.

205. D. Pekár : Die Drehwage des Barons Roland v. Eötvös. Különkiadvány. Budapest, 1923, 16 old.

206. W. Petreschek : Das Vorkommen von Erdöl, Erdgas in Deutsch-österreich. Zu Schumanns gravimetrischen Untersuchungen. Petroleum, XIX. k. 20. sz. 1923, 683—687. o.

207. W. Petreschek : Neue Studien über Erdgasgebiete in Niederösterreich. Petroleum, XIX. k. 10. sz. 1923, 296—299. o.

208. W. Petreschek : Der geolog. Bau des Wiener Beckens. Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb. 1923, 63—66. o.

209. H. Quiring : Die Drehwage als Hilfsmittel bei bergmännischen Aufschlussarbeiten im Siegerland. Glückauf, 59. k. 17. sz. 1923, 405—410. o.

210. S. Rybár : The Eötvös Torsion Balance and its application to the finding of mineral deposits. *Economic Geology*, 18. k. 1923, 639—662. o.

211. R. Schumann : Neue Studien über die Erdgasgebiete in Niederösterreich. *Petroleum*, XIX. k. 19. sz. 1923, 648—656. o. Abdruck der folg. Arbeit : Ergebnisse aus Drehwagenmessungen im Wiener Becken (Gravimetrische Tiefenmessung). *Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb. Wien*, 1923, 55—62. o.

212. W. Schweydar : Über Fortschritte bei Feldmessungen mit einer Drehwage nach Eötvös. *Zeitschr. f. Instrumentenkunde*, 43. k. 1923, 307—311. o.

213. H. Shaw and E. Lancaster-Jones : The Eötvös Torsion Balance. *Proceedings of the Physical Society of London*, 35. k. 1923, 151—166. o. (irodalmi összeállítással).

214. H. Shaw and E. Lancaster-Jones : Application of the Eötvös Torsion Balance to the investigation of Local Gravitational Fields. *Proc. of the Phys. Society of London*, 35. k. 1923, 204—212. o.

215. H. Shaw and E. Lancaster-Jones : The Eötvös Torsion Balance and its Use in the field. *Nature*, 111. k. 2799. sz. 1923, 849—851. o.

216. Steiner Lajos : A föld mágneses jelenségei. Budapest, 1923.

217. Ing. Taricco : Le ricerche geofisiche nello studio del sottosuolo. *La Miniera Italiana*, Aug. 1923.

218. Emanuel Wagner : Prospecting with the Eötvös Balance. *Eng. and Min. Journ. Press*, 116. k. 1923, 583—589. o.

219. G. Wünsch : Messgerät zum Aufsuchen von Bodenschätzen. *Zt. d. Vereins deutscher Ing. Sondernummer f. Feinmechanik*, 67. évf. 8. sz. 1923, 189—190. o.

220. Issei Yamamoto : Observations on the Distributions of gravity gradients on Tone Basin. Report of the Imperial Japanese Geodetic Commission. Nr. III. Tokyo, 1923.

221. A. M. Bateman : The Eötvös Torsion Balance. *Economic Geology*, 19. k. 1924, 84—86. o.

222. A. Birnbaum : Drehwagenmessungen im Salzbergbau über und unter Tage. *Kali*, 18. k. 1924, 144. o.

223. C. Geloso : Sulle ricerche geofisiche nello studio de sottosuolo. La bilancia di torsione di Eötvös a registrazione fotografica. *La Miniera Italiana*, 1924, 17—19. o.

224. G. Glockemeier : Welchen Nutzen bringen die geophysikalischen Untersuchungsmethoden dem Bergbautreibenden ? *Metall u. Erz*, 1924, 189—202. o.

225. C. Heiland : Das Erdgasvorkommen von Neuengamme im

Lichte geologischer und geophysikalischer Forschung. Diss. Hamburg 1923, und Zeitschr. f. prakt. Geologie. 1924, Juliheft.

226. C. Heiland : Die neue Drehwage der Askania-Werke. Zeitschr. f. Feinmechanik u. Präzision, 32. k. 1924, 213—216. o.

227. C. Heiland : Instrumentelle Neuerungen auf dem Gebiet der angewandten Geophysik. Zeitschr. f. Geophysik, I. évf. 1924/25, 118—120. o.

228. H. Holst : Untersuchungen über die Form des Felsuntergrundes des Dreisamtales zwischen Freiburg i. Br. und Kirchzarten auf Grund von Gravitationsmessungen mit der Drehwage. Dissertation Freiburg, 1924.

229. H. Holst : Über Gravitationsmessungen mit der Drehwage auf dem Eise des Titisees im Schwarzwald. Zeitschr. f. Geophysik, I. évf. 1924/25, 228—237. o.

230. J. Koenigsberger : Feststellung der Grenze und Tiefe überdeckter Salzstöcke mit der Drehwage nach Eötvös. Petroleum, XX. k. 16. sz. 1924, 723—725. o.

231. Karl Mader : Zur Verwendung der Drehwage von Eötvös bei nahen grossen Massen. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem. naturwiss. Klasse, 133. k. 1924.

232. Karl Mader : Ein Beispiel der gravimetrischen Tiefenforschung im Wiener Becken mit der Drehwage von Eötvös. Österr. Monatschr. f. d. öff. Baudienst und das Berg- u. Hüttenwesen. 9. f. 1924.

233. M. Matsuyama : On the gravitational field at the Fushun Colliery, Manchuria. Jap. Journ. of Astronomy and Geophysics, 2. k. 1924, 91—106. o.

234. O. Meisser : Ermittlung der Tiefe von schwerestörenden Massen mittels Drehwage. Zeitschr. für Geophysik. I. évf. 1924/25, 32—35. o.

235. P. Nikiforov : Sur le variomètre de gravité d'Eötvös. Acad. d. Sc. d. Russie. C. R. d. Seances d. la Comm. sismique permanente. Tome VII. 3. 1924, 343—381. o.

236. P. Nikiforov : Sur le calcul de la position d'équilibre de la balance à torsion d'après les ordonnées de la courbe du mouvement propre. Acad. d. Sc. d. Russie. C. R. d. Seances de la Comm. sismique permanente. T. VII. 3. 1924, 382—386. o.

237. B. Numerov : Graphische Methode zur Berücksichtigung des topographischen Einflusses und des Einflusses der unterirdischen Massen auf die gravimetrischen Beobachtungen. Zeitschr. f. Geophysik, I. évf. 1924/25, 367—371. o.

238. E. A. Pariser : Die Drehwage, ein Hilfsmittel zur Entdeckung von Lagerstätten. Die Umschau, 28. k. 1924, 585—587. o.

239. H. Quiring : Können Schweremessungen zur Verarbeitung und Ergänzung von Schürf- u. Aufschlussarbeiten im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbecken dienen? Glückauf, 1924, 37. sz. 807—811. o.

240. W. Quiring : Wünschelrute und Drehwage. Der Naturforscher, 5. f. 1924.

241. Rybár István : Új rendszerű Eötvös-féle torziós inga. Akadémiai előadás, 1924 május 19.

242. G. Sans Huelin : La Balanza de Torsion Eötvös-Schweydar y sus Aplicaciones. Direccion general del Instituto Geográfico. Madrid, 1924, külön kiadás, 47 oldal.

243. W. Schweydar : Die topographische Korrektion bei Schwere-messungen mittels einer Torsionswage. Zeitschr. f. Geophysik, I. évf. 1924/25, 81—89. o.

244. W. Schweydar : Aufschlussmethoden im Bergbau mit der Drehwage. Jahrb. Hall. Verb. 4. Bd. Lief. 2. 1924.

245. E. Soler : Prima campagna gravimetrica sul Carso. Atti Reale Accad. Roma, 33. k. 5. f. 1924.

246. G. Tüchel : Die Bedeutung der Drehwage für die Erforschung der Zechsteinsalzlagerstätten in der Norddeutschen Tiefebene. Pumpen- und Brunnenbau, Bohrtechnik. Berlin, Nr. 18. 1924.

247. H. Vigneron : L'étude de la pesanteur et ses applications pratiques. La Nature, No. 2623, 1924, 24—28. o.

248. R. Ambronn : Geophysikalische Aufschlussarbeiten. Das Technische Blatt, Frankfurt a. M. 7. évf. 1925, 50—52. és 98—100. o.

249. E. H. Cunningham—Craig értekezése a torziós inga alkalmazásáról olajkutatószóknál: Bull. Americ. Assoc. of Petroleum Geologists, 9. k. 1925, 165—167. o.

250. W. Herbert Fordham : Oil finding by geophysical methods. Journal of the Institution of Petroleum Technologists. London, No. 52. 1925.

251. H. Gornick : Gravitational Method of Prospecting. Colliery Engineering, 1925, 262. o.

252. C. Heiland : Die Brauchbarkeit von Drehwagen im Felde. Zeitschr. f. Instrumentenkunde, 45. k. 1925, 89—95. o. Nachtrag zu diesem Aufsatz, ugyanott 45. k. 1925, 164. o.

253. C. Heiland : Hilfsgeräte zur Darstellung von Schwerkraftsgradienten und magnetischen Störungsvektoren. Zeitschr. f. Instrumentenkunde, 45. k. 1925, 244—247. o.

254. C. Heiland : Instrumente und Methoden zur Ermittlung nutzbarer Lagerstätten. Zeitschr. f. Instrumentenkunde 45. k. 1925, 417—436. o.

255. D. Pekár : Die Entwicklung, Empfindlichkeit und Verlässlichkeit

der Eötvös'schen Original-Drehwagen. Zeitschr. f. Instrumentenkunde, 45. k. 1925, 486—493. o.

256. Vicente-Ors. Inglada : Las Observaciones gravimetricas, Madrid, 1925.

257. J. Koenigsberger : Über die heute mit der Drehwage von Eötvös bei Feldmessungen erreichbare Genauigkeit und über den Einfluss der geologischen Beschaffenheit des Terrains hierauf. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 33. k. 1925, 169—175. o.

258. J. Koenigsberger : Über den Nachweis wasserführender Störungen unter Tage im Salzbergbau mittels geophysikalischer Methoden. Kali, 19. évf. 1925, 353—354. o.

259. B. Kohl : Lagerstättenforschung mittels Drehwage. V. D. I. Nachrichten, 18. März 1925.

260. Laczko László : Gravitációs kutatások Eötvös torziós ingájával. Szabad Egyetem, 2. évf. 1925, 81—85. o.

261. P. Nikiforov : Physical Principles of the Gravitational Method of Prospecting. Bul. of the Inst. of Pract. Geophysics of the Supreme Council of Publ. Economy, Leningrad, 1. k. 1925, 153—255. o.

262. P. Nikiforov : Preliminary Report on Gravimetric Expedition for the Study of Platinum Deposits in the Urals in 1924. U. azon folyóiratban 1. k. 1925, 259. o.

263. B. Noumerov : Fondements théoriques de l'application des méthodes gravimétriques à la géologie. (oroszul) Bul. Geol. Com. Leningrad 44. k. 1925, 331—347. o. (rövid francia összefoglalással).

264. C. Heiland : Bemerkungen zu dem Aufsatz von Herrn Dr. Pekár : «Die Entwicklung, Empfindlichkeit und Verlässlichkeit der Eötvösschen Original-Drehwagen.» Zeitschr. f. Instrumentenkunde, 45. k. 1925, 559—560. o.

265. Pekár Dezső : Gravitációs kutatások Eötvös torziós ingájával. Stella Csillagászati Egyesület Almanachja, Budapest, 1925, 186—210. o.

266. D. Pekár : Gravitational Torsion Balance, Original Models of the Baron Roland Eötvös Geophysical Institute in Budapest. Külön kiadvány. 1925. Houston, Texas.

267. H. Quiring : Drehwage der «Erda» Aktiengesellschaft Göttingen. Patentnachr. d. Centr. Ztg. f. Optik u. Mech. 1925, 362. o.

268. G. Sans Huelin : Modernas investigaciones gravimétricas. Direccion General del Instituto Geografiko, Madrid, 1925.

269. H. Shaw and E. Lancaster-Jones : The Eötvös Torsion Balance and its application to the location of minerals. The Mining Magazine, 32. k. 1925, 18—25. és 86—92. o.

270. Adam Wróblewski : The Eötvös Torsion Balance. Bulletin of

the American Association of Petroleum Geologists. 9. k. 1925, 807—811. o.

271. R. Ambrohn: Einige allgemeine Bemerkungen zur systematischen Anwendung geophysikalischer Aufschlussarbeiten in der Praxis. Zeitschr. f. Geophysik, II. évf. 1926, 247—251. o. U. ez: Allg. Österr. Chem. u. Techn. Ztg. 34. k. 1926, 109—111. o.

272. R. Ambrohn: Methoden der angewandten Geophysik. Bd. 15 der «Wissenschaftl. Forschungsberichte». Dresden, 1926. 16—47. o. (részletes irodalmi tájékoztatóval).

273. R. Ambrohn: The principles of the systematic application of geophysical methods of prospecting to mining and subterranean engineering. Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity, 31. k. 1926, 1—7. o.

274. R. Ambrohn: The Basis of Application of Geophysical Exploration Methods. Mining Journ. 1926, 297—298. o.

275. G. Angenheister: Beobachtungen an dünnen Drähten, besonders zur Aufhängung der Eötvös'schen Drehwage. Zeitschr. f. Geophysik. II. évf. 1926, 45. o.

276. G. Angenheister: Die Fortentwicklung geophysikalischer Aufschlussmethoden in den letzten Jahren. Mitteil. aus d. Markscheidewesen, 1926, 26—32. o.

277. «Exploration» G. m. b. H. Berlin: Verfahren zur Bestimmung der Anziehung der Massen, insbesondere der Erdanziehung. Patentnachr. d. Centr. Ztg. f. Optik u. Mech. 1926, 204. o.

278. H. Haalck: Ein neuer Drehwagetypus. Zeitschr. f. Geophysik, II. évf. 1926, 293—297. o.

279. F. Haarstick: Die Drehwage und ihre Anwendung zur Erforschung der oberen Erdrinde. Mitteil. aus d. Markscheidew. 1926, 56—71. o.

280. Käte Heckmann: Metalldrahtaufhängung für Messinstrumente, insbesondere für Drehwagen. Patentnachr. d. Centr. Ztg. f. Optik u. Mech. 1926, 117. o.

281. C. A. Heiland: Geophysical Methods as applied to prospecting for oil and gas. The Oil and Gas Journ. 1926, 22. July and 5. August.

282. C. Heiland: Instruments and Methods for the Discovery of useful mineral deposits. Engineering and Mining Journ. Press, 1926, 47—58. o.

283. K. Kilchling: Die gleichmässig gedrehte Drehwage. Zeitschr. f. Geophysik, II. évf. 1926, 134—137. o.

284. K. Kilchling: Verfahren für Schweremessungen nach Eötvös. Patentnachr. d. Centr. Ztg. f. Optik u. Mech. 1926, 104. és 204. o.

285. J. Koenigsberger: Über Null-lageveränderungen bei geophysika-

lischen Apparaten mit Metalldrahtaufhängung, z. B. bei der Drehwaage von R. Eötvös. Zeitschr. f. Geophysik, II. évf. 1926, 257—260. o.

286. Ing. Rudolf Krahnmann: Die Anwendbarkeit der geophysikalischen Lagerstättenuntersuchungsverfahren, insbesondere der elektrischen und magnetischen Methoden. Abhandlungen zur praktischen Geologie und Bergwirtschaftslehre, Bd. 3. 1926, Halle.

287. Naoiti Kumagai: Observations with Eötvös Gravity-Variometer in the Kwantô District. Part. I. Jap. Journ. Astron. 4. k. 1926. 63—120. o.

288. B. Kühn: Die Bedeutung der geophysikalischen Methoden für Geologie und Bergwirtschaft. Zeitschr. f. Geophysik, II. évf. 1926, 342—350. o.

289. K. A. Kyrillov: Handliche Methoden zur Bestimmung von  $R_a \left( \frac{\partial^2 W}{\partial y \partial z} \right)$  und  $Q_a \left( \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} \right)$  bei schief einfallenden Schichten. (oroszul) Bull. Inst. Prakt. Geophys. Leningrad, 2. k. 1926, 265—269. o.

290. P. Lasareff: Die Anomalie des Erdmagnetismus und der Gravitation im Kursker Gouvernement. Gerlands Beitr. zur Geophysik. 15. k. 1926, 71—89. és 91—102. o.

291. W. C. Leonard: Applied geophysics in the location of oil. Amarillo, Tex. Geophysical Research Corporation, 1926.

292. O. Meisser: Zur Weiterentwicklung der Drehwaage. Zeitschr. f. Geophysik, II. évf. 1926, 108—110. o.

293. P. Nikiforov: Der Vorteil fortlaufender Registrierung der Schwingungen des Drehwaagegehänges. (oroszul) Bull. Inst. Prakt. Geophys. 2. k. 1926, 196—200. o.

294. P. Nikiforov: Vorläufiger Bericht über gravimetrische Untersuchungen am Salzhorst bei Ilezk im Sommer 1925. (oroszul) Bull. Inst. Prakt. Geophys. 2. k. 1926, 201—202. o.

295. P. Nikiforov: Methode zur Bestimmung der Ruhelage bei der Drehwaage. (oroszul) Bull. Inst. Prakt. Geophys. Leningrad, 2. k. 1926, 203—231. o.

296. P. Nikiforov: Physical Principles of the Gravitational Method of Prospecting. Folytatás, oroszul. Bull. Inst. Prakt. Geophys. 2. k. 1926, 232—264. o.

297. J. B. Ostermeier: Zuverlässigkeit u. Wirtschaftlichkeit einfacher geophysikalischer Untersuchungsmethoden. Int. Zeitschr. f. Bohrtechnik, Erdölbergbau u. Geologie. 34. k. 1926, 25.

298. H. Quiring: Drehwaage zur Feststellung nutzbarer Lagerstätten. Patentnachr. d. Centr. Ztg. f. Optik u. Mech. 1926, 22. o.

299. H. Reich: Der gegenwärtige Stand und die Entwicklungs-

aussichten der geophysikalischen Untergrundforschung. Metall u. Erz. 1926, 281—288. o.

300. G. Sans Huelin : Dos Campagnas de Ensayo con la Balancia torsion Eötvös-Schweydar. Memoires del Inst. Geogr. y Catastral, 15, Tomo 4, Madrid, 1926, 27. o.

301. R. Schumann : Über das Zeichnen der Isogammen aus Schwerkraftsgradienten. Zeitschr. f. Instrumentenkunde. 46. k. 1926, 25—29. o.

302. W. Schweydar : Eine neue Form der Drehwage. (Z alakú eszközü). Zeitschr. f. Geophysik. II. évf. 1926, 151—153. o.

303. «Seismos» G. m. b. H. Hannover : Horizontalpendeldrehwage. Patentnachr. d. Centr. Ztg. f. Optik u. Mech. 1926, 204. o.

304. E. Soler : Gravity work at the second meeting of the international geodetic and geophysical Union. Journ. Washington Acad. 16. k. 1926, 261—266. o.

305. George Steiner : Torsion Balance Principles as applied by the Original Eötvös Torsion Balance. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists. 10. k. 12. sz. Dec. 1926.

306. Tangl Károly : Vizsgálatok a gravitációról folyadékba merülő csavarási ingával. Math. és Term. tud. Értes. XLIII. k. 1926, 342—352. o. Kivonat ugyanott : Versuche über Gravitation mit einer Drehwage deren Gehänge in Wasser taucht.

307. J. G. Templeton : The Value of the Torsion Balance in Petroleum Geology. Oil News. No. 693, 694, 695. 1926.

308. Torsion Balance, a new development. Oil News. No 727. 1926.

309. The Torsion Balance in Field Work. Oil News. No. 692. 1926.

310. Weigelt : Über die geophysikalischen Untersuchungsmethoden und ihre Anwendung in der Praxis. Z. f. Angew. Chem. 1926, 999—1004. o.

311. Issei Yamamoto : Observations of Gravity Gradients around the Mizusawa International Latitude Observatory. Report of the Imp. Jap. Geodetic Commission. No. VI. Tokyo, 1926.

312. Issei Yamamoto : Preliminary Report of Observations of Gravity Gradients about volcano Asama. Report of the Imp. Jap. Geod. Com. No. VII. Tokyo, 1926.

313. R. Ambronn : Über geophysikalische Aufschlussverfahren in der bergbaulichen Praxis. Internat. Bergwirtschaft. Leipzig, 1927, 11—12. szám.

314. G. Athanassiadis et D. Lampadarios : Rapport sur les travaux exécutés en Grèce. Détermination de la pesanteur. III. Assemblée Générale de l'Union Géodésique et Géophysique Internat. 1927.

315. Donald C. Barton : Applied geophysical methods in America. Economic Geology. 22. k. 7. sz. 1927. (irodalmi tájékoztatóval).

316. Donald C. Barton : Effect of geophysical Methods on Drilling in the Gulf Coast. Oil Weekly. 2. Sept. 1927.

317. Arnaldo Belluigi : Sulla Bilancia di Eötvös. Boll. Soc. Sismolog. Ital. 27. k. 3. sz. 1927.

318. Arnaldo Belluigi : Su l'uso del variometro di gravita. L'industria Mineraria I. k. 7—8. sz. 1927.

319. A. Berroth : Referenzpendelmessungen am Salzhorst Oldau-Hambühren (Hannover). Zeitschr. f. Geophysik. 3. évf. 1927, 1—16. o.

320. A. S. Eve and D. A. Keys : Geophysical methods of prospecting. U. S. Bureau of Mines, Techn. Paper, 420, 1927. Referátum erről : Nature, 122. k. 3062. sz. 1928, 35—36. o.

321. S. Ghirin : A Pallet for Measuring the Zero-Point Position in the Torsion Balance. (oroszul) Bull. Inst. Pract. Geophys. No 3. 1927.

322. T. P. Ghitulescu : Des méthodes géophysiques modernes de prospection minière. Ann. d. min. de Roumanie. 10. k. 4. sz. 1927.

323. C. A. Heiland : A cartographic correction for the Eötvös torsion balance. New York, Amer. Inst. of Min. and Metall. Engin., Techn. Publ., Nr. 52. 1927.

324. E. W. Janczewski : Badania grawimetryczne na Podkarpaciu. Bulletin du Service géologique de Pologne IV. k. Warszawa, 1927.

325. Karl Jung : Über die grösste mögliche Schwankung der Schwereintensität und die Dichte eines engmaschigen Netzes von Pendelstationen. Zeitschr. f. Geophysik. 3. évf. 1927, 137—156. o.

326. Karl. Jung : Die Bestimmung von Lage und Ausdehnung einfacher Massenformen unter Verwendung von Gradient und Krümmungsgrösse. Zeitschr. f. Geophysik. 3. évf. 1927, 257—280. o.

327. K. Jung : Diagramme zur Bestimmung der Terrainwirkung für Pendel und Drehwage und zur Bestimmung der Wirkung «zweidimensionaler» Massenarrangements. Zeitschr. f. Geophysik. 3. évf. 1927, 201—212. o.

328. Sh. Kelly : Principles of geophysical prospecting. Eng. and Min. Journ. 124. k. 12. sz. 1927.

329. K. Kilchling : Messungen mit der gleichmässig gedrehten Drehwage und ein neues Rechenverfahren. Zeitschr. f. Geophysik. 3. évf. 1927, 281—285. o.

330. J. Koenigsberger : Zur geophysikalischen gravimetrischen Landesuntersuchung und über die Tiefenlage der störenden Massen. Zeitschr. f. prakt. Geologie. 35. k. 1927, 65—70. o.

331. J. Koenigsberger : Zu einer Bemerkung von St. Rybár über Aufhängedrähte. Zeitschr. f. Physik. 44. k. 1927, 540—541. o.

332. F. P. McIntock and J. Phemister : A gravitational Survey over

the Swynnerton Dyke, Yarnfield, Staffordshire. Summary of Progress of the Geological Survey for 1927. Part II.

333. Motonori Matsuyama : On the Subterranean Structure around Sakurazima Volcano considered from the State of Gravitational Field. Jap. Journ. Astron. 4. k. 1927, 121—138. o.

334. M. Müller : Die geophysikalischen Schürfverfahren. Glückauf. 63. k. 2. sz. 1927.

335. P. Nikiforov, S. Ghirin, A. Terentiev, N. Veshniakov : Gravitmetric Researches of Ferruginous Quarzites in the Krivoi-Rog Region. (angolul és oroszul) Bull. Inst. Prakt. Geophys. Leningrad, 3. k. 1927.

336. P. Nikiforov : Der neue Typ des Gravitationsvariometers mit kurzen Perioden. (oroszul) Bull. Inst. Prakt. Geophys. 3. k. 1927, 308—316. o.

337. B. Numerov : Correction of observations made by means of a gravitational variometer with respect to topography. Bulletin de l'Institut Astronomique, Leningrad, 17. k. 1927, 193—210. o. (oroszul).

338. Oltay Károly : Az Eötvös-ingával végzett függővonal deviáció-meghatározások pontosságának vizsgálata geodéziai és asztronómiai mérésekkel. Budapest, 1927. 78 old.

339. K. Oltay : Die Genauigkeit der Lotabweichungsbestimmungen mit der Eötvös'schen Drehwage. Geodätische Arbeiten der Baron R. v. Eötvös'schen Geophysischen Forschungen. 2. Budapest, 1927.

340. E. Pautsch : Methods of applied geophysics for the Exploration of Oil, Ores and Useful Deposits. Külön kiadvány. Houston (Texas) u. Harburg—Wilhelmsburg (Deutschland). 1927.

341. J. Schander : Der Untergrund der Texas-Golfküste und seine Schwereverhältnisse. Zeitschr. f. prakt. Geologie. 35. k. 1927, 152—157. o.

342. Teodor Schlomka : Über die Abhängigkeit der Schwerkraft vom Zwischenmedium. (Torziós ingával végzett vizsgálatok.) Zeitschr. f. Geophysik. 3. évf. 1927. 397—400. o.

343. W. Schweydar : Die topographische Korrektion bei Schwere-messungen mittels einer Torsionswage. Zeitschr. f. Geophysik. 3. évf. 1927, 17—23. o. (Második közlemény.)

344. W. Seelis : Die Verwendung der geophysikalischen Aufschlussverfahren im Markscheidewesen. Mitteil. aus d. Markscheidewesen. 38. k. 1927, 33—44. o.

345. H. Shaw and E. Lancaster-Jones : The theory and practical employment of the Eötvös Torsion Balance. The Mining Magazine, 36. k. 204—212, 274—282 és 339—347. o. továbbá 37. k. 14—22. o. 1927.

346. E. Soler : I lavori gravimetrici italiani e le loro deduzioni

d'indole geofisica. Atti Soc. Ital. Progresso Scienze (Congresso di Bologna 1926). 15. k. Roma, 1927, 221—234. o.

347. Weigelt: Die praktische Anwendung der geophysikalischen Methoden im Bergbau des In- und Auslandes. Zeitschr. f. Prakt. Geologie. 35. k. 1927, 173—174. o.

348. Donald C. Barton: The Eötvös torsionbalance method of mapping geological structure. Terr. Magn. and Atm. Electr. 33. k. 1928, 141—143. o.

349. Donald C. Barton: The Eötvös torsionbalance method of mapping geological Structure. Mining and Metallurgy, Technical Publication No 50, February 1928.

350. A. Belluigi: Sul problema delle isogamme. Gerlands Beiträge zur Geophysik. 20. k. 1928, 238—239. o.

351. A. S. Eve: Applied geophysics. Science. 67. k. 1729. sz. 1928, 192—193. o.

352. A. S. Eve: Geophysical Prospecting. Nature. 121. k. 3045. sz. 1928, 359—362. o.

353. A. S. Eve and D. A. Keys: Geophysical prospecting. Scientific methods, by which trained geologist-technicians are aided in the search of hidden minerals. Scientific. Amer. (Newyork). 138. k. 1928, 414—417, 508—511. és 561. o.

354. A. S. Eve and D. A. Keys: Geophysical methods of prospecting. (U. S. Bureau of Mines részére összeállítva.) The Mining Journal. 160. k. 4825. sz. 1928, 113. o.

355. A. Fasching: L'avenir de la géodésie supérieure. Bull. géodésique. L'Union géodésique et géophysique internat. Paris. No. 18. 1928, 382—387. o.

356. W. H. Fordham: Geophysics in Cornwall. The Mining Mag. 38. k. 1928, 338—340. o.

357. W. H. Fordham: Evolution of the Eötvös Torsion Balance. Oil News. 807. sz. 1928.

358. G. A. Gamburzeff: Beitrag zur Frage nach der Ursache der Kursker magnetischen und Gravitationsanomalie. Gerlands Beiträge zur Geophysik. 19. k. 1928, 210—218. o. Ennek folytatása ugyanott: 219—230. o.

359. Geophysical Prospecting. The Mining Journal. 160. k. 4825. sz. 1928, 107. o.

360. Geophysical Prospecting in Australia. The Mining Journal. 160. k. 4825. sz. 1928, 111. o.

361. N. Gella: Geophysikalische Schürfungen auf Erdöl. Zeitschr. f. prakt. Geologie. 36. k. 1928, 49—54. o.

362. P. W. George : Experiments with Eötvös Torsion Balance in the Tri-State Zinc and Lead District. Amer. Inst. Mining and Metallurg. Eng. Techn. Publ. Nr. 65. 1928, 1—9. o.

363. H. Haalck : Zur Frage der Ursache von lokalen gravimetrischen und erdmagnetischen Störungen und ihre wechselseitigen Beziehungen. Zeitschr. f. Geophysik. 4. évf. 1928. 209—219. o.

364. H. Haalck : Ein graphisches Verfahren für Drehwagenmessungen zur Berechnung der Geländewirkung und der Wirkung beliebig gestalteter Massenkörper. Zeitschr. f. Geophysik. 4. évf. 1928, 161—178. o.

365. W. P. Jenny : Neuerung an Drehwagen. Zeitschr. f. prakt. Geologie. 36. k. 1928, 141—156. o.

366. J. H. Jones and R. Davies : The Measurement of the Second Derivatives of the Gravitational Potential over a Buried Anticline. Monthly Not. Royal Astron. Soc. London, Geophys. Suppl. 2. k. 1928, 1—32. o.

367. K. Jung : Bemerkungen zur numerischen und graphischen Behandlung der Krümmungsgrösse. Zeitschr. f. Geophysik. 4. évf. 1928, 313—317. o.

368. K. Jung : Ergebnisse von Drehwagemessungen in Schleswig-Holstein. Zeitschr. f. Geophysik. 4. évf. 1928, 395—400. o.

369. J. Koenigsberger : Zu der Polemik von Herrn St. Rybár. Zeitschr. f. Physik. 47. k. 1928, 304. o.

370. E. Lancaster-Jones : The Computation of Eötvös Gravity Effects. Amer. Inst. Mining and Metallurg. Eng. Technical Publ. Nr. 75. 1928, 1—25. o.

371. F. Müller : Arbeitsgebiete der angewandten Geophysik. Zeitschr. f. prakt. Geologie. 36. k. 1928, 67—71. o.

372. B. Numerov : Die topographische Reduktion bei Drehwagenbeobachtungen. Zeitschr. f. Geophysik. 4. évf. 1928, 117—134. o.

373. Oltay Károly : Az Eötvös-ingával végezhető relativ nehézséggyorsulás mérések pontossága. Budapest. 1928, 109 old.

374. K. Oltay : Die Genauigkeit der mit der Eötvös'schen Drehwagen durchgeführten relativen Schwerkraftsmessungen. Budapest. 1928.

375. Pekár Dezső : Báró Eötvös Loránd maradandó alkotásai. Természettudományi Közlöny, 60. k. 1928, 411—414. o.

376. D. Pekár : Die Entwicklung der Eötvös'schen Originaldrehwagen. Die Naturwissenschaften. 16. k. 1928, 1079—1088. o.

377. H. Reich : Bemerkungen zur Fortentwicklung der angewandten Geophysik. Metall u. Erz. 25. k. 1928, 315—320. o.

378. St. Rybár : Bemerkung zu der Arbeit : Torsionsmodul und

Zugfestigkeit bei Ein- und Vielkrystalldrähten von J. Königsberger. Zeitschrift für Physik, 41. k. 1927. 794—796.

378a. St. Rybár : Erwiderung auf die Bemerkung von J. Königsberger über Aufhängedrähte. Zeitschr. f. Physik. 47. k. 1928, 302—303. o.

379. St. Rybár : Zu der Antwort von Herrn J. Königsberger. Zeitschr. f. Physik. 47. k. 1928, 304. o.

380. Sans Huelin : Intensité de la pesanteur par la balance de torsion. (Espagne). Travaux de la Section géodésique de l'Union géodésique et géophysique internat. Tome 5. Paris, 1928.

381. H. Shaw : Gravity Surveying in Great Britain. Amer. Inst. of Mining and Metallurg. Eng. Technical Publication. Nr. 74. 1928.

382. E. Soler : Rapport sur les mesures de l'intensité de la pesanteur exécutées pendant les années 1924 à 1927. II. Mesures avec la balance de torsion Eötvös. (olaszul). Travaux de la Section géodésique de l'Union géodésique et géophysique internat. Tome 6. Paris, 1928.

383. The Practical Value of Geophysics in Mining and in Prospecting for Minerals. Oil News. No. 812, 813, 814. 1928.

384. H. Winkelmann : Über die praktische Verwendbarkeit verschiedener Drehwaagentypen, insbesondere der Haff-Drehwaage. Gerlands Beitr. zur Geophysik. 19. k. 1928, 321—333. o.

385. R. Ambromn : Elements of geophysics. Translated by Margaret C. Cobb. Newyork. Mc Graw-Hill. 1928. 372 old.

386. A. Belluigi : Sul calcolo della profondità di masse profonde gravimetricamente disturbanti. Gerlands Beitr. f. Geophysik. 21. k. 1929, 173—177. o.

387. A. Belluigi : Sulla forma delle masse profondé gravimetricamente perturbanti. Atti Reale Accad. Roma. 1929, 60—63. o.

388. W. H. Fordham : Geophysical Surveying. Journal of the Inst. of Petroleum Technologists. 15. k. 72. sz. 1929. London. Referátum erről : Petroleum. 25. k. 37. sz. 1929, 1234—1235. o.

389. C. A. Heiland : A new graphical method for torsion balance-topographic corrections and interpretations. Bull. Amer. Assoc. of Petrol. Geologists. 13. k. 1929, 39—74. o.

390. K. Jung : Über den grössten möglichen Schwereunterschied. Zeitschr. f. Geophysik. 5. évf. 1929, 65—72. o. és 118. o.

391. F. P. McLintock and J. Phemister : A gravitational Survey over the buried Kelvin Valley at Drumry, near Glasgow. Transactions of the Royal Society of Edinburgh. 56. k. 1929. No. 7.

392. B. Numerov : Relation entre les anomalies locales de la gravité et les dérivées du potentiel (oroszul) ; Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS. 1929.

393. B. Numerov : Interrelation between local gravity anomalies and the derivatives of the potential. Zeitschr. f. Geophysik. 5. évf. 1929, 58—62. o.

394. Pekár Dezső : A Báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet tíz éves tudományos működése. Akadémiai előadás ; kivonata : Akadémiai Értesítő 40. k. 1929. (márc. 18. ülésről), 163—172. o.

395. Rybár István : Új szerkezetű Eötvös-féle torziós inga. Akadémiai előadás, 1929 febr. 18.

396. H. Shaw : Interpretation of Gravitational Anomalies. Amer. Inst. of Min. and Metallurg. Eng. Technical Publication. Nr. 178. 1929.

397. A fizika könyvei közül a következőket soroljuk fel : Chwolson : Lehrbuch der Physik I. k. 393. és 402. o.

H. Bouasse : Cours du mécanique experimentale, 1911, 279—280. o.

F. R. Helmert : Die Schwerkraft und die Massenverteilung der Erde. Encyclopädie der math. Wissenschaften, VI. 1. k. 2. f. 1910, 166—172. o.

W. Jordan : Handbuch der Vermessungskunde, bearb. von O. Eggert. 7. kiad. III. k. 701—710. o.

Messerschmitt : Die Schwerebestimmung an der Erdoberfläche (Die Wissenschaft) 1908, 142—144. o.

Zenneck : Encyclopädie der math. Wissenschaften V. 1. k. 29. és 39. o.

A. Prey, C. Mainka, E. Tams : Einführung in die Geophysik. Berlin, 1922.

A. Berroth : Schweremessungen. Megjelent a Geiger-Scheel : Handbuch der Physik II. kötetében 416—486. o. 1926.

B. Gutenberg, E. A. Ansel, J. Bartels : Geophysikalische Aufschlussmethoden. Megjelent Gutenberg : Lehrbuch der Geophysik XII. fejeben. Berlin, 1926.

W. Wien u. F. Harms : Handbuch der Experimentalphysik 2. k. : A. Haas, Mechanik der Massenpunkte und der starren Körper. 142—145. o.

Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik, 11. kiad. V. k. 1. rész Physik der Erde. 1928. továbbá I. k. 1. rész 1929, 589, 600. és 721. o.

### III. Eötvösnek a nehézség és tehetetlenség arányosságára vonatkozó mérései.

398. Zemplén Győző : A tömeg állandósága chemiai átalakulásoknál. Term. tud. Közl. 38. k. 1906, 80—93. o.

399. A. Einstein : Zum gegenwärtigen Stande des Gravitationsproblems. Phys. Zeitschr. 14. k. 1913, 1249—1266. o.

400. M. B. Weinstein : Kräfte und Spannungen. Das Gravitations- und Strahlenfeld. (Sammlung Vieweg, 8. f.) 1914, 47—49. o.

401. E. Freundlich : Die Grundlagen der Einstein'schen Gravitationstheorie. Berlin, 1917, 320. és 67—69. o.

402. P. Zeemann : Experimentelles zur Gravitation. Die träge und die schwere Masse von Kristallen und radioaktiven Stoffen. Versl. K. Ak. van Wet 26. k. 1917, 451. o. Beiblätter 42. k. 1918.

403. Pekár Dezső és Fekete Jenő : A gravitáció és tehetetlenség arányosságáról. Mathem. és Fizikai Lapok. 27. k. 1918, 188—205. o.

404. H. Weyl : Raum, Zeit, Materie. Berlin, 1918, 180. o.

405. D. Pekár : Das Gesetz der Proportionalität von Trägheit und Gravität. Die Naturwissenschaften. 1919, 327—331. o.

406. W. Roth : Das Gesetz der Proportionalität von träger und schwerer Masse. Die Naturwissenschaften. 7. k. 1919, 416. o.

407. Charles F. Brush : Discussion of a Kinetic Theory of Gravitation II., and Some New Experiments in Gravitation. Phys. Rev. (2) 18. k. 1921, 125—126. o.

408. Harold H. Potter : Note on the gravitational acceleration of bismuth. Phys. Rev. (2) 19. k. 1922, 187—188. o.

409. H. A. Wilson : Note on the ratio of mass to weight for bismuth and aluminium. Phys. Rev. (2) 20. k. 1922, 75—77. o.

410. Pekár Dezső : A tehetetlenség és a gravitáció arányossága. Pótfüzetek a Term. tud. Közlönyhöz. 55. k. 1923, 35—43. o.

411. Harold H. Potter : Some Experiments on the Proportionality of Mass and Weight. Proc. Roy. Soc. London. 104. k. 728. sz. 1923, 588—610. o.

412. Franz Riedinger : Gravitation und Trägheit. Zeitschr. f. Physik. 19. k. 1923, 43—46. o.

413. H. H. Potter : On the Proportionality of Mass and Weight. Proc. Roy. Soc. London. 113. k. 765. sz. 1927, 731—732. o.

414. E kérdésre vonatkozó ismertetés található : Wien-Harms : Handbuch der Experimentalphysik 2. k. (A. Haas, Mechanik der Massenpunkte und der starren Körper) 1926, 131. és 146—147. o.

#### **IV. Eötvösnek a Földön mozgó testek nehézségére vonatkozó vizsgálatai.**

415. Desiré Korda : La nouvelle méthode expérimentale d'Eötvös pour déterminer la vitesse de rotation de la Terre. Archives des Sciences Physique et Naturelles. Genève. 44. k. 1917, 369—370. o.

416. D. Korda : La nouvelle méthode d'Eötvös pour déterminer le

nombre de tours de la Terre. Actes de la Société helvétique des Sciences Naturelles. Zürich. 99. session. 1917, 1—2. o.

417. D. Korda : Relations entre les expériences d'Eötvös et de Foucault concernant la rotation de la Terre. Communications de la Société suisse de physique. 1918, 338—340. o.

418. Rybár István : Vizsgálatok a Földön mozgó szerkezetek nehézségéről. Mathem. és Fizikai Lapok. 27. k. 230—234. o. 1918.

419. H. V. : Une nouvelle preuve de la rotation de la Terre. La Nature. 46. k. 1918, 237—238. o.

420. Pekár Dezső : A Földön mozgó testek súlya. Term. tud. Közl. 51. k. 1919, 236—239. o.

421. Imre Szolnoki : Die Anwendung des Eötvöseffekts im bewegenden Sonnensystem. Ann. d. Phys. (4) 67. k. 1921, 73—76. o.

422. Rudolf Meyer : Eine neue Herleitung des Ausdrucks für die «ablenkende Kraft» bei der Bewegung eines Körpers auf der rotierenden Erde. Acta Univ. Latviensis. 8. k. 1923, 368—370. o.

423. Em. Szolnoki : Die Anwendung des Eötvöseffekts in der Atmosphäre. Meteorologische Zeitschr. 40. k. 1923, 28—29. o.

424. Ismertetések a fizikai kézikönyvekben : W. Wien u. F. Harms : Handbuch der Experimentalphysik. 2. k. (A. Haas, Mechanik der Massenpunkte und der starren Körper.) 1926, 145—146. o.

Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik, 11. kiad. I. k. 1. rész. 1929, 495. o.

## V. Vegyesek.

425. Than Károly : A szénélegkénegről. Ért. a Term. tud. köréből. I. k. 1867, 12. o.

426. Ketteler : Erwiderung auf einige Bemerkungen des Herrn Baron Eötvös. Pogg. Ann. d. Phys. u. Chem. 154. k., 260—271. o.

427. Báró Eötvös József és a természettudományok. Közli Szily Kálmán. Term. tud. Közl. 3. k. 1871, 161—166. o.

428. Szily Kálmán : Természettudományi mozgalmaink az utolsó évtizedben. Budapesti Szemle 15. k. 1877. 151. o.

429. Klupathy Jenő : A folyadékok közötti válaszfelületek feszültségéről. Math. és Term. tud. Ért. III. k. 1885, 94—108. o.

430. Tangl Károly : Nagy kiterésű vízszintes lengések a földnehézség erőterében. Math. és Term. tud. Ért. XIII. k. 1895, 125—151. o.

431. Steiner Lajos : A Balaton vidékén az 1901. év nyarán végzett földmágnességi mérések eredményei. Budapest, 1902.

432. Ferenczi Zoltán : Báró Eötvös József. Budapest, 1903, 280—292. o.

433. Báró Eötvös József összes munkái. XX. k. Levelek fiához 54—69. o. Életrajz Voinovich Gézáttól.
434. A Szily-emlékérem odaítélésére kiküldött bizottság jelentése. Term. tud. Közl. 44. k. 1912, 227—230. o.
435. Székány Béla : Kecskemét földrajza. 1914. 36—39. o.
436. Illustrierte Zeitung 1918 aug. 22, 3921. sz. közli Eötvös arc-képet.
437. Megemlékezés báró Eötvös Lorándról. Neues Pester Journal. 1918 jún. 26-iki szám.
438. Alexander Bernát : Báró Eötvös Loránd. Pester Lloyd. 1918 jún. 27. sz. és Uránia 19. k. 1918, 201—204. o.
439. Mikola Sándor : Báró Eötvös Loránd élete és tudományos működése. Uránia. 19. k. 1918, 227—229. o.
440. Mikola Sándor : Báró Eötvös Loránd életrajza. Math. és Phys. Lapok. 27. k. 1918, 257—283. o.
441. Rybár István : Báró Eötvös Loránd előadásairól és eredeti előadási kísérleteiről. Math. és Phys. Lapok. 27. k. 1918, 235—256. o.
442. K. Tangl : Baron Roland v. Eötvös zum 70. Geburtstage. Seine Untersuchungen über die Gravitation. Die Naturwissenschaften. 6. k. 1918, 445—447. o.
443. — : Eötvös Loránd báró, az Eötvös-féle inga világhírű feltalálója. Vasárnapi Könyv. 1918, 19. f. 1—7. o.
444. Roland von Eötvös †. Die Naturwissenschaften. 7. k. 1919, 352. o.
445. B. Alexander : Roland Eötvös. Pester Lloyd. 1919 április 10. sz.
446. Gopcsa László : Eötvös Loránd mint közoktatásügyi miniszter. Budapesti Szemle. 1919, 137—143. o.
447. Mikola Sándor : Eötvös Loránd. 1848—1919. Term. tud. Közl. 51. k. 1919, 209—225. o.
448. Pekár Dezső : Eötvös Loránd †. Bányászati és Kohászati Lapok. 52. évf. 139—142. o.
449. Pekár Dezső : Báró Eötvös Loránd †. 1919 április 8. Uránia. XX. k. 1919, 33—35. o.
450. Desider Pekár : Ein Toter der arbeitenden Gesellschaft. Zum Tode Roland Eötvös. Pester Lloyd. 1919 ápr. 10. sz.
451. D. Pekár : Baron Roland v. Eötvös wissenschaftliche Laufbahn. Die Naturwissenschaften. 1919, 7. k. 387—391. o.
452. R. Schumann : Baron Roland Eötvös †. Deutschösterr. Zeitschr. f. Vermessungswesen. 17. évf. 1919, 2—3. sz.
453. Kövesligethy Radó : Új tengerkutató módszerek. Báró Eötvös Loránd emlékének. A Tenger. 10. évf. 1920, 21—26. o.

454. Pekár Dezső : Bárá Eötvös Loránd emlékezete. Term. tud. Közl. 52. k. 1920, 65—74. o.

455. Pekár Dezső : Bárá Eötvös Loránd emlékezete. Gyógyszerészi Közlöny. 36. évf. 1920, 26—31. o.

456. Hermann Rodestock : Die übertroffene Wünschelrute. Über Land und Meer. 63. évf. 24. f. 1920, 507—508. o.

457. Tangl Károly : Bárá Eötvös Loránd emlékezete. Szent István Akadémia Értesítője. 5. évf. 1920, 49—64. o.

458. Pekár Dezső : Bárá Eötvös Loránd emlékezete. Math. és Phys. Lapok. 28. k. 1921, 1—22. o.

459. Karl. v. Balogh : Aus Roland Eötvös' geistigem Nachlass. Pester Lloyd. 1922 jún. 10. sz.

460. Pekár Dezső : Bárá Eötvös Loránd tudományos hagyatéka. Bányászati és Kohászati Lapok. 55. évf. 1922, 122. o.

461. Pekár Dezső : Eötvös Loránd három nagy problémája. Világ. 1923 jún. 5. sz.

462. Tangl Károly : Emlékbeszéd a budapesti egyetem Eötvös Loránd-ünnepén, 1923 május 27-én. Math. és Phys. Lapok XXX—XXXI. k. 1923.

463. Pekár Dezső : Az Eötvös-féle kutatómódszer térfoglalása. Budapesti Hirlap. 1924 szept. 27. sz.

464. — : Az Eötvös-inga Indiában. Budapesti Hirlap 1926 június 25. sz.

465. Pekár Dezső : Bárá Eötvös Loránd Geofizikai Intézet. «A magyar tudománypolitika alapvetése» című, Magyary Zoltán szerkesztésében megjelent könyvben ; Budapest, 1927, 386—395. o.

466. Renner János : Eötvös Loránd báró életrajza. Megjelent a «Kiváló matematikusok és fizikusok» c. életrajzgyűjteményben (szerk. Nagy József). Budapest, 1927, 223—254. o.

467. — : Az Eötvös-inga Franciaországban. Paris. Magyarság, 1927 november 20. sz.

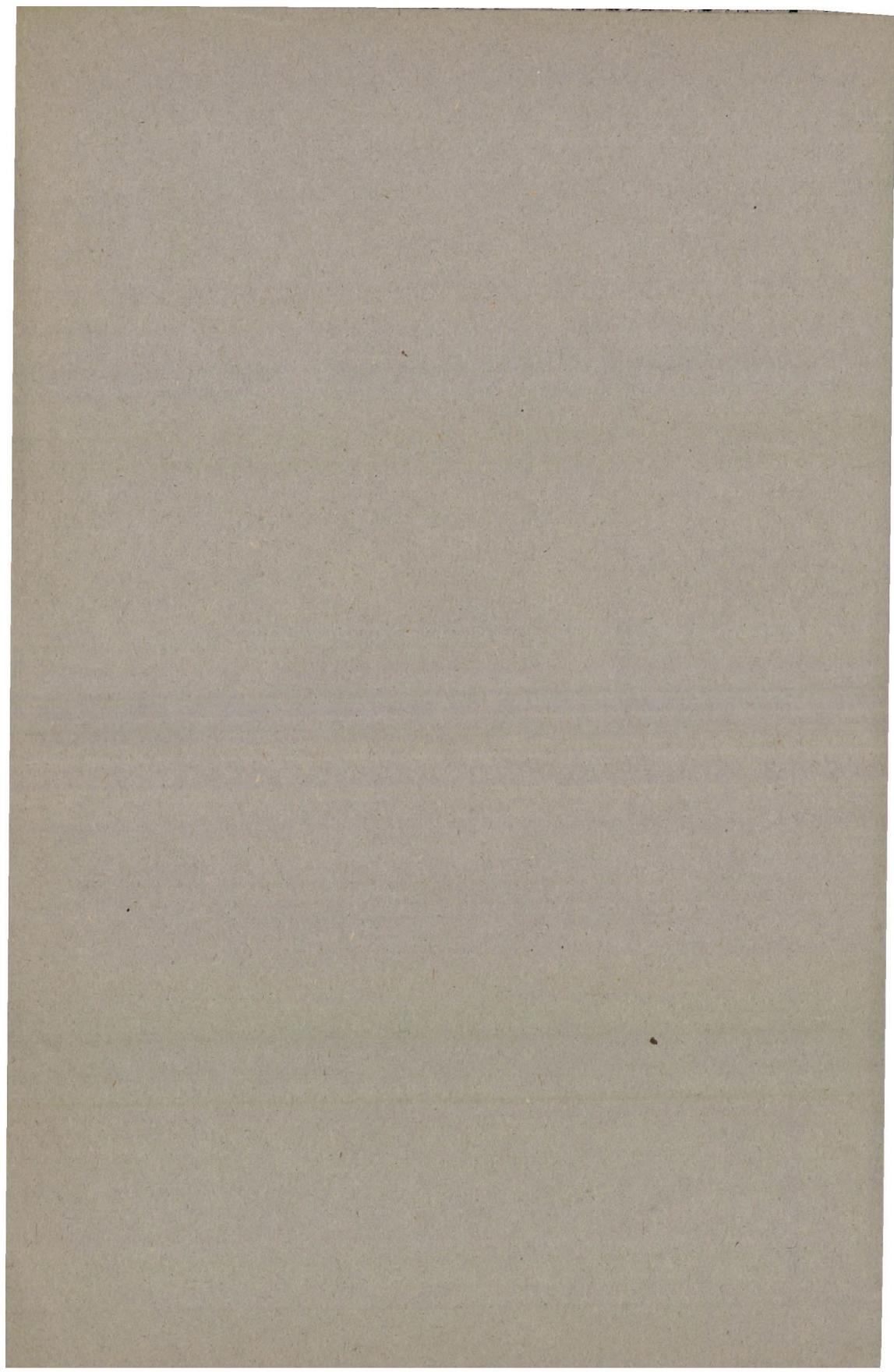
468. Pekár Dezső : Bárá Eötvös Loránd maradandó alkotásai. Term. tud. Közl. 60. k. 1928, 411—414. o.



## TARTALOM.

	Lap
<i>A)</i> A M. T. Akadémia Báró EÖTVÖS LORÁND emlékezetének szentelt LXXXIX. ünnepélyes közülése :	
1. BERZEVICZY ALBERT ig. és t. t. elnök úr megnyitó beszéde : A két Eötvös .....	3— 12
2. KOZMA ANDOR t. t. : EÖTVÖS LORÁND .....	13— 17
3. FRÖHLICH IZIDOR ig. és r. tag : Báró Eötvös Loránd emlékezete .....	18— 79
4. PEKÁR DEZSŐ I. t. : Báró Eötvös Loránd alkotásainak jelentősége a tudományban és a gyakorlati életben	80— 92
<i>B)</i> A Matematikai és Fizikai Társulat kiadványai során 1918-ban megjelent Báró Eötvös Loránd-füzetből :	
5. FRÖHLICH IZIDOR : Előszó .....	93
6. RADOS GUSZTÁV bevezető .....	95— 96
TANGL KÁROLY : Báró Eötvös Loránd tudományos működése :	
I. Vizsgálatok a kapillaritásról .....	97—111
II. Vizsgálatok a gravitációról .....	111—128
PEKÁR DEZSŐ : III. Gravitációs mérések .....	129—187
PEKÁR DEZSŐ és FEKETE JENŐ : IV. A gravitáció és tehetlenség arányosságáról .....	188—205
FEKETE JENŐ : V. A földmágnességre vonatkozó vizsgálatokról .....	206—229
RYBÁR ISTVÁN : VI. Vizsgálatok a földön mozgó testek nehézségéről .....	230—239
RYBÁR ISTVÁN : VII. Előadásairól és eredeti előadási kísérleteiről .....	240—260
MIKOLA SÁNDOR : VIII. Báró Eötvös Loránd tudós egyénisége .....	261—286
MIKOLA SÁNDOR és RENNER JÁNOS : IX. Irodalom .....	287—317
Tartalomjegyzék .....	319





FRANKLIN-TÁRSULAT NYOMDÁJA