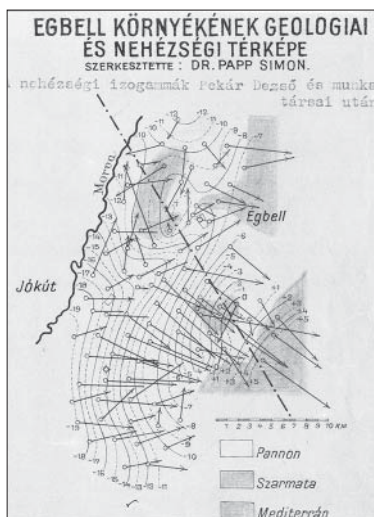


der Ödön bányamérnök az eseményről így írt: „Dr. Böckh Hugó javaslatára a világon itt alkalmazták először az Eötvös-féle torziós ingát szénhidrogén tárolására alkalmas föld alatti szerkezetek kimutatására, s éppen az itteni siker nyomán használták világszerte kőolajkutatásra.”

Csath Béla

Irodalom. Csath Béla: A 100 éves egbelli olajmező története 1914 és 1918 között. Bányászati és Kohászati Lapok Kőolaj és Földgáz CXLVII. 2014. 2. 1–26.; Csath Béla–Papp Péter–Szabó Zoltán: Száz éve indult a magyarországi kőolajbányászat Egbellen. Természet Világa CXLV. 2014. 11. 515–517.; Papp Simon: Életem. Második kiadás. Zalaegerszeg, 2000; Szabó Zoltán: Eötvös Loránd a Föld alakjától a kőolajkutatásig. Bányászati és Kohászati Lapok Kőolaj és Földgáz CXLII. 2009. 5 sz. 11–12.



A torziósinga-mérések adataiból szerkesztett térkép

Eötvös Loránd, a tanár

Eötvös Loránd tanártehetség volt. Tanárnak születni kell. A diploma szinte semmit nem jelent. Ismerünk tanári diplomával rendelkező gyenge oktatókat és ragyogó szellemű, rendkívül jól magyarázó fizikus, matematikus, mérnök, orvos, közgazdász, vagy éppen irodalomtudós tanárokat.

Az igazi tanárok művészei az ismeretek átadásának. Valóban, a tanításnak a művészetekhez is köze van, s ahogyan azt a sokak által tisztelt és lelkesedéssel szeretett, de egyesek részéről elmarasztalt Öveges József (1895–1979) is vallotta: „*a tanárnak színésznek is kell lennie*”. Öveges elsőéves egyetemista korában hallgatta Eötvös kísérleti fizikai előadásait, és egy interjúban nagy lelkesedéssel emlékezett vissza a látott kísérletekre.

Ezeket kívül nagyon fontos az érzelmi oldal. A kiváló tanár lelkes, áthatja a tudás átadásának vágya és a mély humánus, a tanítványok nemes értelemben vett szeretete.

Végül az alappillér: a szakmai tudás. „*Tudományos az iskola, tudományos a tanítás ott, de csakis ott, ahol tudósok tanítanak... A gondolkodásban önállóságot csak az olyan tanár tanítása adhat, aki maga önállóan gondolkodik*” – amint ezt rektori székfoglaló beszédében mondta Eötvös.¹

EÖTVÖS TANÁRAI

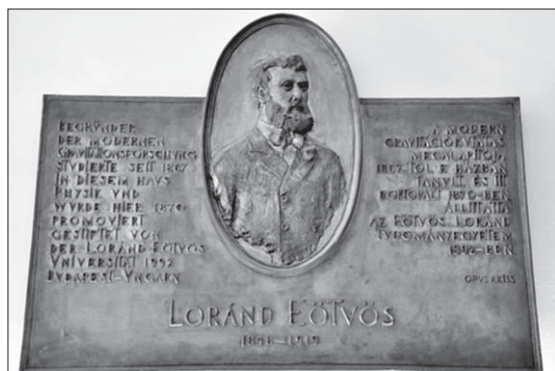
Ő maga az eredményes tanításhoz szükséges, örökölt tulajdonságai mellett sokat köszönhetett német tanárainak. Három egyetemi éve alatt, 1867 és 1870 között a legnagyobbak

¹ Eötvös Loránd: Az egyetem feladatáról. Rektori székfoglaló beszéd a Budapesti Tudományegyetemen, 1891. Természettudományi Közlöny 31 (1891) 505–514.; mek.oszk.hu/03200/03286/html/eotvos1/eotvos3.html

tanították. Heidelbergben a kísérletezés alapvető fontosságát és technikáját, a kísérleti bemutató előadásokat Robert Wilhelm Bunsentől (1811–1899) és Gustav Robert Kirchhofftól (1824–1887) tanulhatta. Az ismeretterjesztés fontosságát és a hallgatók aktivizálásának módját Hermann Ludwig von Helmholtztól (1821–1894) vehette át. A Königsbergben töltött fél év alatt – jóllehet erősen zavarta őt az elvont matematikai tárgyalásmód – Franz Ernst Neumann (1798–1895) hatott rá: az analízáló szellemet, a tanítványokkal való foglalkozást, azok megdicsérését

tanulta tőle. Neumann szemináriumán dolgozta ki a kapilláris együttható mérésének új módszerét, amely a már itthon végzett mérések segítségével elvezette őt az Eötvös-törvény felfedezéséhez.

Heidelbergben a hatalmas Bunsen-szobor mögötti egyetemi épület (Hauptstrasse 47–51.) kapualjának bal oldalán Eötvös heidelbergi tanulmányai emlékét megörökítő magyar és német nyelvű bronz emléktáblát avatott fel 1993. június 25-én Peter Ulmer, a Heidelbergi Egyetem és Vékás Lajos, az ELTE rektora. Kiss Sándor (1925–1999) szobrászművész az emléktáblát díszítő Eötvös-portrét újra kiöntötte, és azt az akkori celldömölki Eötvös Loránd Általános Iskolának ajándékozta.



Emléktábla Eötvös Loránd egyetemi tanulmányainak színhelyén, a Heidelbergi Egyetemen (Kovács László felvétele)



Kiss Sándor Eötvös-portréja Celldömölkön, az egykori Eötvös Loránd Általános Iskolában (Kovács László felvétele)

Az avatóbeszédet 1993. május 24-én Kovács László, a Berzsenyi Dániel Főiskola Fizika Tanszékének alapító vezetője mondta el. A szobrászművész a dombormű patinázott gipsz eredetijét a Fizika Tanszéknek adta.

Az eszközépítés, valamint a kitarthatóan, fegyelmezetten végzett munka terén Jedlik Ányos (1800–1895) is nagy hatással volt Eötvösre. Állítom, hogy a pesti egyetemen a vele közösen eltöltött hét év alatt vált a bohém bárófiú igazi, komoly tudóssá és tanárrá. Bátran mondhatjuk, hogy Jedlik Eötvös mester volt. Nemcsak fizikát tanult tőle, hanem munkaszereket, emberi tartást is. Jedlik pontosan tudta, hogy hogyan lehet a kollégákra hatni, őket nevelni, tanítani. A szerzetesrendek a tanítva tanulás elvét vallották, általában maguk képezték tanáraikat. Jedlik nem járt a pesti egyetemre, csak böcsész-doktori szigorlatait tette le ott. Folyóiratokból, könyvekből és a kollégáktól tanult.

Eötvös Loránd mesterét nagyon szerette és tisztelte. Az általa 1891-ben alapított Matematikai és Fizikai Társulat első számú tagjának tette meg őt. A Matematikai és Fizikai Társulat és az MTA elnökeként, valamint a Természet-tudományi Társulat alelnökeként ott volt Jedlik Ányos temetésén Győrben, a halál másnapján, 1895. december 14-én. Emlékbeszédet is tartott mesteréről „A M. Tud. Akadémia

1897 május 9-iki közülésén.”² Mint ott mondta: az „ő fényes tulajdonságairól és gyengéiről fogok itt megemlékezni, nem magasztaló, de meggyőződésem szerint igazságos szavakban”.

Valóban nem magasztalta Jedliket, és nem is említette cím szerint az ő 1859. november 14-én tartott akadémiai székfoglaló értekezését *A villanytelepek egész működésének meghatározásáról*.³ Pedig ez a tanulmány olyan jelösszegező és jeltároló módszer leírását tartalmazza, amely előremutat Bay Zoltánnak (1900–1992) a Hold-radar kísérletet sikerre vivő coulométerére. A jeltárolásnál használt, óraszerkezettel működtetett automatikus kapcsolást pedig maga Eötvös is alkalmazta egyik tömegvonzási kísérleténél.

Ugyanígy nagyon valószínű, hogy Eötvös demonstrációs torziós ingájánál, a nagy lengéssidők mérésénél, vagy a forgó mérleges, az Eötvös-hatást bemutató és a Föld forgási sebességét is mérő eszközénél a kitéréseknek a rezonancia segítségével történő felerősítése is Jedlik hatássokszorozó berendezéseire: a „csöves villamszedőre”, a villanymotor ősére és a dinamó-elvre vezethetők vissza.

Jelképértékű, a szellemi rokonságot mutatja, hogy a Magyar Tudományos Akadémia III. Osztálya ugyanazon a napon, 1873. május 21-én emelte tiszteleti tagjai sorába Jedliket (31 szavazattal 2 ellen), amikor levelező taggá választotta Eötvöst (30 szavazattal 4 ellen). Ugyancsak szimbolikus erejű, hogy a Szegedi Tudományegyetem árkádsorán kialakított Nemzeti Pantheonban közös dombormű ábrázolja a két fizikust.

ELŐADÁSI KÍSÉRLETEK

A továbbiakban ismertetjük a Tanár Úr néhány olyan kísérletét, amelyet nemcsak az egyetemi hallgatók láthattak, hanem a Természettudományi Társulat előadóüléseinek látogatói és a Matematikai és Physikai Társulat tagjai is. Ez utóbbi társulat a matematikusok asztaltársaságából, illetve a Természettudományi Társulathoz nőtt ki. Célja az volt, hogy a gyéren látogatott és elvont akadémiai előadásoknál érthetőbben, ugyanakkor az általános ismeretterjesztésnél magasabb színvonalon képezze a tanárokat. (Eötvös magáról Jedlikről, az akadémikusról mondta a már említett emlékbeszédében, hogy az akadémiától „elriasztották őt a matematikai formulák”.)

Eötvös Loránd 1890 decemberében két előadására hívott meg száznál több egyetemi és középiskolai kollégát. Ezeket az előadásokat tekinthetjük a Matematikai és Physikai Társulat csíráinak, hisz itt határozták el a megalakulást. Az előkészítő bizottság 1891 januárjában ült össze, az első rendes közgyűlést 1893 áprilisában tartották. A Természettudományi Társulathoz hasonlóan a tartalmi és a formai működésben meghatározó szerepe volt az új folyóiratnak, az 1891 júniusában megindult *Mathematikai és Physikai Lapoknak*.



*Eötvös és Jedlik
közös emlékműve Szegeden*

2 Jedlik Ányos emlékezete 1800–1895. Akadémiai Értesítő 1897. 273–279.; valamint Természettudományi Közlöny 1897. 387–402.; Matematikai és Physikai Lapok 35. 1928. 1. Jedlik füzet és <https://www.arcanum.hu/.../eotvos-lorant-baro-jedlik-anyos-emlekezete-18001895-elo...>

3 Magyar Akadémiai Értesítő 1859. 291–311.

Nagyon fontosak a kísérletekkel átszótt előadások: a látvány, az élő szó, a személyiség varázsa csak így tud hatni. Azonban a nagy távolságok és más okok miatt sokan nem tudnak a bemutatókon részt venni. Számukra – és az utókor számára is – nagyon jó, hogy az előadások anyaga nyomtatásban is megjelenik. A közösségformáló szerepe mellett ez a társulati folyóiratok rendeltetése.

Idézünk a 1893-as, az első Matematikai és Fizikai Társulati közgyűlésről szóló ismertetésből:

„Az előadások sorát b. EÖTVÖS LORÁND zárta be. [...] Ezúttal ő is csak két ilyen kísérletet kíván bemutatni. [...] Az egyik az inductió kimutatása, a mely egyenes vezetében keletkezik akkor, a midőn ez a földi mágneses térben mozog. Ennek elektrom-indító ereje elemi úton kiszámítható, s értéke luV , ha l a vezető hossza, u a mozgás sebessége, V pedig a földmágnesség verticalis componense. A bemutatott kísérletben $l=200$, $V=0,3$, u pedig 100 , mely adatokból $E=200.100.0,3=6000$ CGS, vagyis mintegy $6/100,000$ Volt. A vezető egy mástól 2 méternyi közben kifeszített dróton volt mozgatható, s az eközben indított áram a galvanométeren $5-10$ foknyi kitérést okozott, melynek iránya a mozgás irányától függ. A másik kísérlet a tömegvonzás bemutatása volt.” (A számértékek közötti szorzópont az akkori nyomdatechnika miatt a számok lábánál volt, és vessző választotta el a keletkező feszültségérték nevezőjében a nullákat.)

Részletesen foglalkozunk – korábbi és későbbi közléseket is felhasználva – a társulati előadásban ismertettet további eljárásokkal és a kísérleteknél alkalmazott új megoldásokkal. A Tanár Úr teljesen „Jedlik-szerűen” járt el: először szemléltető eszközt készített egyetemi és a fizikát népszerűsítő előadásaihoz. Később ezeket az eszközöket fejlesztette precíz műszerré.

ELŐADÁSI KÍSÉRLET ÉS LABORATÓRIUMI GYAKORLAT A TÖMEGVONZÁS KIMUTATÁSÁRA

Coulomb elektromos és Cavendish gravitációs torziós ingái példát adtak arra, hogy igen kis erőhatások kimutatására a csavarási (torziós) ingát kell használni. A torziós ingánál, vagy ahogyan még nevezik: a torziós mérlegnél, a felfüggesztő, függőleges csavarodó szál alsó végén vízszintesen helyezkedik el egy rúd, és ez vízszintes síkban végez periodikus mozgást.

Az érzékenység fokozása, a zavaró hatások csökkentése – ezeken a területeken multa felül Eötvös az elődeit. Közel másfél méter hosszú felfüggesztő szálat alkalmazott. A torziós szál alsó részéhez erősített rúd végeire vízszintesen nagy, lapos, henger alakú ólomsúlyokat erősített. A szálat és a rudat csöbe, illetve lapos hengeres edénybe zárta. A vonzó tömegeket a torziós rúd alatt helyezte el, így azok kellően közel voltak az ingához, mégsem zavarták annak lengéseit.

1888. november 12-én előadást tartott az MTA-n *Vizsgálatok a gravitáció jelenségeinek köréből* címmel, és ugyanebben az évben népszerűsítő előadásban is bemutatta eszközét. „A fémdobozában jól védett Coulomb-mérleg alatt négy részre osztott hengeres fém edény van, amelynek két-két szemben fekvő negyedét felváltva, alulról higannyal lehetett megtölteni. Az eszköz már 3-4 perces lengésidőnél elég érzékeny volt és a fűtött és kivilágított előadóteremben megfelelő stabilitást mutatott.”⁴

4 Untersuchungen über Gravitation und Erdmagnetismus (Annalen der Physik und Chemie, Neue Folge 59. 1896. 354–400.) c. cikkből fordítás.

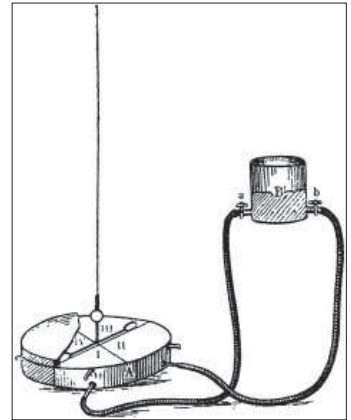
Mellékelten megmutatjuk a Rybár István ismertetésében szereplő rajtot.⁵

Az inga rezgésmentes elhelyezését a Fizikai Intézetben az előadóteremig felnyúló, az épülettől független alapra helyezett, kb. 1 m² keresztmetszetű pizskei márványoszlop biztosította. A negyedhengerekben levő higany vonzó hatását viszonylag hosszadalmas volt kiszámítani, ezért a hallgatók laboratóriumi méréseinél az inga alá vízszintes síkban elforgatható asztallapra, gömb alakú, illetve paralelepipedon formájú, néha 50–100 kg tömegű, más esetekben pedig csupán 1 kg vagy még kisebb tömegű ólomdarabokat raktak. Az 1910-ig használatban levő labormérési összeállítás rajzát is közölte Eötvös egy későbbi írásában.⁶

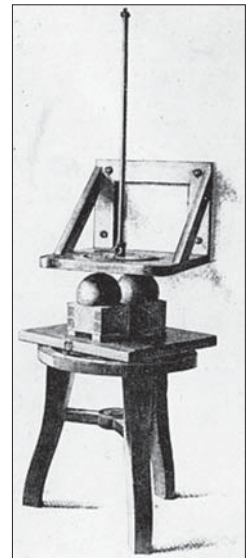
A legnagyobb vonzóerő akkor lépett fel az ólomtömbök és a torziós rúd végein levő tömegek között, amikor a gravitációs kölcsönhatásban lévő testek középpontjait összekötő egyenes merőleges a rúdra, és közel 55 fokos szöget zár be a vízszintes-sel. Nagyobb lett volna a vonzóerő, ha a tömböket a torziós rúddal egy magasságban helyezik el, azonban a Tanár Úr eszköze így is kellően érzékeny volt: 10 perces lengés idő esetén, a levegő csillapító hatása ellenére is viszonylag nagy, 2–3 fok maximális kitérést lehetett észlelni.

Elképzelhető, hogy Eötvös az inga érzékenysége alapján gondolhattott arra, hogy berendezése akkor is kimutatja az ólomtömböket, a szikladarabokat, ha azok a Föld felszíne alatt vannak. Képletesen azt mondhatjuk, hogy a legnagyobb forgatónyomaték most is akkor hat az ingára, ha az ismeretlen, a környezeténél sűrűbb anyagdarab középpontját és az ingára helyezett tömeget összekötő egyenes 55 fok körüli szöget zár be a vízszintessel. Most nem lehet az inga alatti tömeget elmozdítani, ezért az ingát kell addig mozgatni, míg megeljük ezt a maximális forgatónyomatékot adó helyet. Sőt, természetesen ennél tovább is kell mennünk, hogy távolodva a vonzó centrumtól a csökkenést is ki tudjuk mutatni. Nagyon szépen mutatják ezt Eötvösnek és munkatársainak a Ság hegy, akkor még meglévő platóján 1891-ben végzett mérései. A közel kör alakú, 200 m átmérőjű plató szélétől minden mérési pontból befele haladva nőtt a nehézségi gyorsulás értéke.

Az Eötvös-inga segítségével nem a nehézségi gyorsulás abszolút értékét lehet meghatározni, hanem annak *változását*. Egészen pontosan a vízszintes komponens változását. (Német szaktekintélyek egy csoportja javasolta, hogy a nehézségi gyorsulás vízszintes összetevője *változásának* egységét Eötvösről nevezzék el. Korabeli egységekben: 1 eötvös = $10^{-9} \frac{\text{gal}}{\text{cm}}$; 1 gal = $1 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$. A 1 cm-t vízszintesen kell mérni. A gal Galilei nevének



Eötvös demonstrációs eszköze a tömegvonzás kimutatásához



Laboratóriumi mérés a tömegvonzás kimutatására

⁵ Rybár István: VII. Előadásairól és eredeti előadási kísérleteiről. Báró Eötvös Loránd Emlékkönyv. Budapest, 1930. 240–260.

⁶ Vizsgálatok a gravitáció és a mágnesség köréből. Matematikai és Természettudományi Értesítő 14. 1896. 221–266.

kezdetre. Így Eötvös Loránd nemcsak eredményes munkásságával, hanem fizikai egységen keresztül is kapcsolódik elődeihez, Newtonhoz és Galileihez.)

Így lehetett a hegyvonulatok föld alatti továbbfutását vizsgálni, így lehetett olajlelőhelyekre bukkanni, megtalálni a földrengés okát Kecskeméten, előre jelezni a vulkánkitörést a Vezúvnál. A torziós mérleggel még azt is ellenőrizni lehetett, hogy 1910. május 19-én éjjel 2 óra 30 perckor a Halley-üstökös csóvája – a sajtóhírekkel ellentétben – nem „*seperste végig a Földgolyót*”, nem volt semmiféle gravitációs vagy mágneses zavar.

NAGY LENGÉSIDŐK MÉRÉSE

A kis amplitúdójú rezgések felerősítéséhez a rezonancia-módszert használta: amikor a torziós rúd elérte maximális kitérését, az asztal forgatásával áthelyezte az ólomgolyókat a lengő tömegek másik oldalára. (Hasonlóan járt el a negyedhengerekben levő higany átömlesztésénél is.) Az asztal forgatását először kézzel végezte, később automatizálta a forgatást. Óramű zárta megfelelő időközökben az asztallapot elforgató villanymotor áramkörét. Utaltunk már arra, hogy Jedlik Ányos 12 egységből álló, összetett forgó Volta-méterénél is óramű kapcsolta be automatikusan egymás után az egységeket.

A rezonanciamódszer Eötvös későbbi tudományos munkáinál a nagy lengésidők pontos mérésére szolgált. A légellenállás miatt nagy lengésidőknél egy-két lengés után megállt az inga. A multiplikációs módszer alkalmazásával tetszőleges ideig fenn tudta tartani a lengést, így félórás lengésidőt is tized- vagy századmásodperces pontossággal tudott mérni.

A Tanár Úr azért, hogy az egész jelenségről meggyőző bizonyítékot nyerjen, és ezt a hallgatóságnak utólag, bármikor megmutathassa, fotografikus eljárást is használt. A torziós rúd közepére helyezett tükorről visszavert fény, óraművel egyenletesen mozgatott fényér-

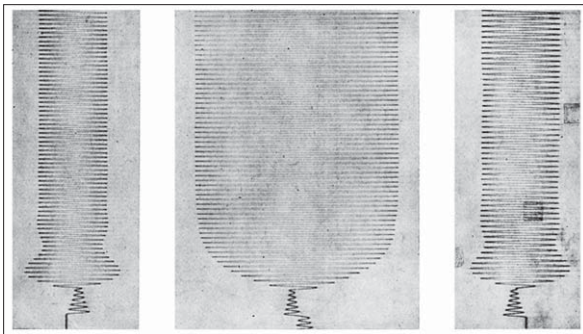
zékeny papíron, kirajzolta az eszköz kitérés-idő-grafikonját. Jedlik „*órával szabályozott motoros áramíró*”-jában alkalmazott ilyen megoldást az 1860-as években. Mellékelten bemutatjuk az MTA-n 1890. április 21-én tartott előadásának fotografikus eljárással készített ábráját.

A vonzó tömegek 1,85 kg-ok voltak. Az inga lengésideje 10 perc. A tömegáthelyezések időintervalluma a bal oldali esetben 9 perc, a jobb oldalinál 11 perc, a rezonancia esetén – középen – 10 perc. A kép alján a sokszorozás nélküli lengések jelei láthatóak.⁷

Pontos számértékekkel jellemezte a

multiplikálást. A kurzív *T* jelenti a rúd lengési idejét, a *T* pedig a tömegek periodikus áthelyezésének ideje. A a végső kilengés nagysága:

$$\begin{array}{llll}
 T = 611 \text{ s.} & \text{és} & T = 611 \text{ s.} & \text{időekkel } A = 252' \\
 T = 611 \text{ s.} & \text{és} & T = 600 \text{ s.} & \text{időekkel } A = 225' \\
 T = 611 \text{ s.} & \text{és} & T = 590 \text{ s.} & \text{időekkel } A = 180'
 \end{array}$$



Fotografikus ábra a gravitációs multiplikátor működéséről

⁷ Akadémiai Értesítő 1. 1890. 274. és Math. u. Naturw. Ber. aus Ungarn 8. 1891. 450–451.

A TÖMEGVONZÁS KIMUTATÁSA EÖTVÖS DINAMIKUS MÓDSZERÉVEL

A torziós ingával történő méréseknél az egyensúlyi helyzetek meghatározása rendkívül időigényes. A Tanár Úrnak az a nagyszerű ötlete támadt, hogy nem az egyensúlyi helyzetek változását keresi, hanem a sztatikus módszer helyett dinamikus módszert választ. Két egymásra merőleges helyzetben méri a lengésidőt a befolyásoló tömegek jelenlétében, illetve anélkül, és a lengésidők különbségéből következtet a vonzó hatásra. Ezt tette már első „terepi” mérésénél, a Rudas fürdő igazgatósági épületének földszintjén, amikor a Gellért-hegy vonzó hatását vizsgálta a görbületi variométernek nevezett eszközével.⁸

Ugyanilyen módon megmérte a gravitációs állandó értékét is: egyenként 610 kg tömegű ólomoszlopok között és anélkül lengette az ingát két, egymásra merőleges helyzetben. Ólom nélkül 2 százalékkal, az oszlopok között pedig 34 százalékkal változott meg a lengésidő. A hét évvel korábbi, az első terepi mérésnél a hegy vonzása 1,3 százalékkal változtatta a lengésidőt. A nagy százalékos változás nem is annyira az eszköz tökéletesítésének, hanem annak tulajdonítható, hogy a lengő tömegekhez közel voltak a vonzó tömegek. Ez adta azt az ötletet, hogy kísérjük meg, Eötvös módszerét használva, egyszerű, házi készítésű torziós ingával kimutatni a tömegvonzást. A könnyebb kezelhetőség miatt, akár feszített szálas ingát is használhatunk, nem szükséges az érzékenyebb Eötvös-féle függesztett szálas megoldás. A minden középiskolai szertárban található, összeállítható állványból és 0,3 mm átmérőjű acélhuzalból el is készült az inga.

A müncheni Deutsches Museum meglátogatásakor főiskolai hallgatókkal méréseket végeztünk demonstrációs ingákkal. Először az épület tornyában – ahol a Foucault-inga leng –, a földszinten, Philipp von Jolly (1809–1884) eredeti, közel 6 tonna (5775,2 kg) ólomtömbjénél mértünk. (Ő ugye az ólomgolyó fölött elhelyezett, közönséges matematikai inga lengésidőjének mérésével 1880-ban igazolta a tömegvonzást, illetve, a kor szokásainak megfelelően, meghatározta a Föld sűrűségét.)

Második mérésünket az első emeleten végeztük, ott, ahol Eötvös eredeti, a Süss-gyárban készített kettős torziós ingája mellett kiállították a Jolly-gömb mérethű modelljét. Kiírták, hogy ennek csak a felületét borítják ólomlemezek. Itt mértünk újra, és mérésünk igazolta, hogy a gömb belül üres.

Nagy tanulság, hogy a számítógép, az okostelefon vagy más elektronikus eszköz



Demonstrációs torziós inga



Mérés demonstrációs torziós ingával a müncheni Deutsches Museumban

8 A Szt. Gellért-hegy vonzó erejére vonatkozó vizsgálatok. Természettudományi Közlöny 1889. 198.

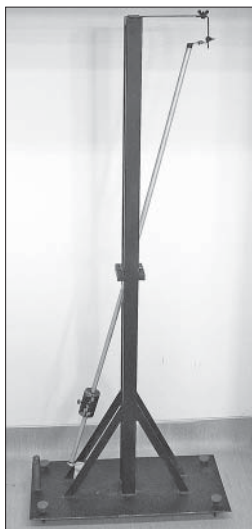
segítségével végzett fizikai mérések mellett a mai napig van létjogosultsága a 140 év előtti kísérleti elrendezéseknek.

A NEHEZSÉGI GYORSULÁS, A g MÉRÉSE

Tanítási órán a tanteremben tényleges szabadeséssel is meg kell határozni a g -t. Biztosítani kell a koincidienciát: amikor a test esni kezd, pontosan abban az időpontban kell indítani az időmérést. Több különböző megoldást ismerünk a koincidenca biztosítására.

A Tanár Úr látványosan oldotta meg ezt a feladatot. Súlyos ólomtalpra függőleges keretet állított; ennek közepén van egy rúd inga tengelye. A nehezzel ellátott, 130 cm hosszú rúd alsó végén kis kosárkát helyezett el. A rúd felső végére félkörben kivágott, vízszintesen álló fémlapot, egy villát tett. Az inga egyik szélső helyzetében ez a fémlap és az állványhoz rögzített, ugyancsak félkörben kivágott fémlap egy acélgolyót tart. Cérnával rögzítette az ingát az állványon lévő állítható csavarhoz ebben az állapotában. Ha a cérnát elégette, akkor ugyanabban a pillanatban kezdett szabadon esni a golyó és lengeni az inga. Gondos beállítással elérhető, hogy amikor az inga a másik szélső helyzetébe kerül – pontosan a golyó indítási helye alá –, akkor érkezik oda a golyó, és belesik a kosárkába.

Az ejtőingájának lengésideje fél másodperc. A lengésidejét pl. tíz lengés idejéből viszonylag pontosan meghatározhatjuk. A kosárka és az állványra szerelt villa közötti távolság 122,5 cm. Így tantermi méréssel a budapesti tudományegyetem egykori Fizikai Intézetének előadótermében (az „Eötvös Teremben”) a nehézségi gyorsulás értéke $g = \frac{245 \text{ cm}}{0,25^2 \text{ s}^2} = 980 \text{ cm/s}^2$.



Az Eötvös-féle ejtőinga másolata (Molnár László felvétele)

EÖTVÖS DEMONSTRÁCIÓS ESZKÖZEINEK UTÓÉLETE

Eötvös félmásodperces kosaras ejtőingáját az 1970-es évek elején a Műszaki Múzeumba szállították. Most ott porosodik az emeleti raktárban. Az eszköz rajzát, működésének leírását az *Eötvös Emlékkönyvben*, Rybár István már idézett cikkében találhatjuk meg.

Az ejtőinga egy fémből készült másolata az egykori Berzsenyi Dániel Főiskola (ma ELTE Savaria Egyetemi Központ) Fizika Tanszékén Szombathelyen található meg.

Eötvös hatása, tanári egyéniségének kisugárzása azon is lemérhető, hogy újraépítik több eszközét. Megemlítjük, hogy 1980-ban ifj. Cseh Géza a budapesti I. István Gimnázium második osztályos tanulója kis módosításokkal elkészítette az Eötvös-hatást kimutató forgómérleg másolatát. A változó frekvenciájú forgatást hangfrekvenciás generátorral működtetett lemezjátszóval oldotta meg.⁹

1950-ben Selényi Pál (1884–1954), a xerox-eljárás egyik felfedezője, az Einstein-féle túsugárzás-elméletet cáfoló nagyszögű interferencia-kísérlet végrehajtója, a fénymérő feltalálója megismételte és továbbfejlesztette a forgómérleges kísérletet.¹⁰ Selényi úgy módosította az Eötvös-féle elrendezést, hogy a mérlegkarok vízszintes mozgatása céljából feszített szálak, függőleges torziós felfüggesztést alkalmazott.

⁹ Az Eötvös-effektus kimutatása sajátkészítésű eszközzel. *Fizikai Szemle* 31. 31–32.

¹⁰ Über die Möglichkeit einer Abänderung und Weiterentwicklung des Eötvös'schen Versuches der gedrehten Waage. *Acta Physica, ACH, Tomus I. Budapest, 1951. 75–83.*

Érdemes elgondolkodni azon, hogy Eötvös, a torziós felfüggesztések nagy mestere, nem ezt a megoldást választotta.

A földmágnesség kimutatására szolgáló, az 1893-ban először bemutatott, már ismertettét indukciós kísérletet az 1960-as évektől kezdve kísérleti fizikai előadásokon rendszeresen bemutatták Budapesten az ELTE akkori Kísérleti Fizika Tanszékének Múzeum körüti, II. emeleti előadótermében és 1995-től Szombathelyen, a Berzsenyi Dániel Főiskola Fizika Tanszékén.

TANÍTVÁNYOK, TANÁRKÉPZÉS, TANULÓVERSENYEK

Az igazi tanár büszke tanítványaira, nem nyomasztja, ha túlszárnyalják őt. Eötvös bevonta legaktívabb és legkiválóbb tanítványait a társulati munkába, az egyetemi oktatásba és a kutatásaiba. Megemlítünk néhány jeles, ismert tanítványt: Fröhlich Izidor (1853–1931), Bartoniek Géza (1854–1930), Klupathy Jenő (1861–1931), Kövesligethy Radó (1862–1934), Rátz László (1863–1930), Tangl Károly (1869–1940), Mikola Sándor (1871–1945), Pekár Dezső (1873–1953), Zemplén Győző (1879–1916), Fekete Jenő (1880–1943), Rybár István (1886–1971), Renner János (1889–1976).

Eötvös és munkatársai már középiskolás korukban felfigyeltek a legtehetségesebb diákokra, és támogatták munkájukat a *Középiskolai Matematikai Lapok*, illetve országos versenyek segítségével. Eötvös kultuszminiszteri kinevezését a Matematikai és Fizikai Társulat tagjai azzal ünnepelték meg, hogy elnöküknek pergamenbe kötve, 387 tagtárs aláírásával, díszes feliratot készítettek és minden év őszén „*matematikai és fizikai versenyt*” rendeztek az illető évben érettségizett tanulók számára. A 100, illetve 50 korona pályadíjat „*Első illetőleg Második b. Eötvös-díj czimen*” adták ki, a kitüntetett dolgozatokat a társulat lapjában közzétették. A felirat átadására és a jutalomdíjak kiosztására „*ünnepélyes ülésen*” 1894. október 25-én került sor. Szeretnénk idevarázsolni a XIX. század végének hangulatát, idézünk a korabeli beszámolóból. Amikor Eötvös három tag kíséretében az ajtóban megjelenik: „*Az egybegyűltek a belépő elnököt felállással üdvözlők, zajos éljenzéssel fogadják.*” Eötvös megköszönte az ünneplést, és a díjátadáskor méltatta a tanulók munkáját és hosszasan, elismerően szólt azok tanáraitól. A győztesek számára rajzoltos érmet is verezett: „*Eötvös Fizikai Verseny, B' Eötvös L. díj*” felirattal. Nem sikerült ilyen eredeti érmet találnunk. Azonban az MTA Kézirattára őriz róla egy rajzot. Radnai Gyula tanár úr, aki Vermes Miklós után 25 éven keresztül az Eötvös-versenybizottság elnöke volt, majd pedig örökös tiszteletbeli elnöke lett, az ősi példán felbuzdulva 2002-ben javasolta, hogy az Eötvös Loránd Fizikai Társulat készíttessen a fizikaverseny győztese számára érmet. Mellékelten megmutatjuk a Várhelyi György, 1942-ben született szobrász munkájáról készült fotót.

EPILÓGUS

Eötvös legjelentősebb tudományos eredménye a súlyos és a tehetetlen tömeg arányosságának igen nagy pontosságú mérése, az ún. Eötvös-kísérlet, amely az Einstein-féle általános relativitáselméletben alapvető jelentőségűnek



Az Eötvös-verseny mai érme

mutatkozott. Erről azért nem szóltunk eddig, mert ehhez nem kapcsolódik, bonyolultsága miatt nem kapcsolódhat bemutató kísérlet.

Tudjuk, hogy a Német Természetkutatók és Orvosok 85. Kongresszusát Bécsben tartották 1913. szeptember 21-től 28-ig. Kevésbé ismert viszont az, hogy a Fizikai, Matematikai és Csillagászati Szekció együttes ülésén Albert Einstein (Zürich) *Zum gegenwärtigen Stande des Gravitationsproblem* című előadásában méltatta az Eötvös-kísérlet jelentőségét („*Hier sei bemerkt, dass die Gleichheit [Proportionalität] der schweren und trägen Masse durch eine für uns höchst wichtige Untersuchung von Eötvös mit grosser Genauigkeit erwiesen wurde* [...]”; hivatkozás: B. Eötvös, *Mathem. und Naturw. Ber. aus Ungarn*, VIII. 1890. Beibl. 15, 688, 1891.).

Tangl Károly és Zemplén Győző képviselték a kongresszuson a magyarokat. Zemplén Győző egy kérdésre válaszolva az előadás után ismertette a súlyos és a tehetetlen tömeg arányosságára vonatkozó korábbi és a legfrissebb, Eötvös–Pekár–Fekete-féle mérési eredményeket is. A pontosság akkor „1/1000 000 000” volt.¹¹

Kovács László

A csúcson

Báró Eötvös Loránd, a tudós hegymászó

„Végre itt vagyok én is. Bizony lassú és szomorú utazás volt. Toblachtól Pestig majd megszakadt a szívünk [...]” Így kezdi Eötvös Ilona apjához írt levelét 1912 szeptemberében, megérkezve Wiesbadenbe.

„[...] Mikor mi mentünk [Schluderbachból], érkeztek Witzemannok Schluderbachba. Csak a kocsiiban láttuk őket. Az utolsó délután nagyon izgalmas volt, [...] – Zsigmondyak végre mégis eljutottak a Hüttékbe, onnan küldtek nekünk egy elragadtatott kártyát – Soha se volt olyan jó, mint az idén ősszel Schluderbachban, és óriás hálával gondolok kis papa jószágára. Nagyon kérem, vigyázzon magára, és ugye, ha lehet, erre jön vissza.

Ezerszer csókolja

Ilona”¹¹

Baby, vagyis Eötvös Rolanda (1878–1952) és Eötvös Ilona (1880–1945) „kismamá”-val, Eötvös Lorándné Horváth Gizellával (1853–1919) Wiesbadenben van, a híres Hotel Rose szálló két szobájában összezsúfolva, ahogy Ilona írja levelében:

„Itt persze megint van sok kellemetlenség. Csak 2 szobát kaptunk – mire én jöttem, Baby le volt telepedve az egyik kis szobában, így hát én és kis mama próbálunk egymással valahogy kijönni. – Gondolhatja kis Papa, mennyi türelemre van kölcsönösen szükségünk. – Eddig még óriásibb baj nem volt. – Itt rettenetes a levegő, olyan fáradtak vagyunk, hogy alig bírunk mászni, pedig semmi mozgást se csinálunk már négy napja. Lassanként beleszokunk majd.”

De hol is van ekkor „kispapa”?

¹¹ Einstein, A.: Zum gegenwärtigen Stande des Gravitationsproblem. *Physikalische Zeitschrift* 14. 1913. 25. 1249. Einstein tanulmánya után közölték a hozzászólások teljes szövegét is.

¹ Eötvös Ilona Eötvös Lorándnak. Hotel Rose, Wiesbaden, [1912. szeptember ?]. MTA KIK Kézirattár Ms 5094/90.