



## Eötvös Loránd torziós ingája



„A középkor előítéleteinek és csodaszereinek lomtárából előkerestem a varázsvesszőt és nem imádsággal, nem is ördöngösséggel, hanem a vesszőt, melyről a varázs az idők folyamán amúgy is lekopott, hozzá jobban illő mechanikai érvelésekkel arra birtam, 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 rejtvényeiibe, mely e Földön mindent mozgat, mindennek kijelöli helyét.”

(EÖTVÖS LORÁND)

Eötvös Loránd báró (szül. Eötvös Lorand Ágoston Ignác Albert József) jogász, politikus, író, az MTA tagja és elnöke, vallás- és közoktatásügyi miniszter Budán született 1848. július 27-én,<sup>536</sup> és Budapesten hunyt el 1919. április 8-án.<sup>537</sup>

Apja Eötvös József báró író, politikus, anyja Rosty Ágnes.

Fizikus, geofizikus, egyetemi tanár, a Magyar Tudományos Akadémia levelező (1873. május 21.), rendes (1883. május 17.) tagja, majd elnöke (1889. május 3. – 1905), kultuszminiszter (1894. június 10. – 1895. január 15.).

Iskolái: Középiskolai tanulmányait 1857-től részben magántanulóként, a piaristák pesti gimnáziumában végezte,<sup>538</sup> ahol 1865-ben érettségizett. Ezután két évig a pesti egyetemen jog- és államtudományi tanulmányokat folytatott.<sup>539</sup> Az 1867/68. tanévtől három félévet tanult a heidelbergi egyetemen. 1869. második felében Königsbergbe ment. Egy félév elteltével visszatért Heidelbergbe, ahol befejezte egyetemi tanulmányait. 1870 júliusában *summa cum laude* fokozattal megszerezte a doktorátusát.<sup>540</sup> 1871. április 8-án, mindössze 23 évesen magántanárrá nevezték ki, s még ugyanebben az évben kezdett tanítani a budapesti egyetem elméleti fizika tanszékén. 1872. május 10-én a kísérleti és elméleti természettani tanszék nyilvános rendes tanárává nevezték ki. Mindössze 30 évesen a kísérleti fizika tanszékének vezetője lett, 43 évesen pedig az egyetem rektora.

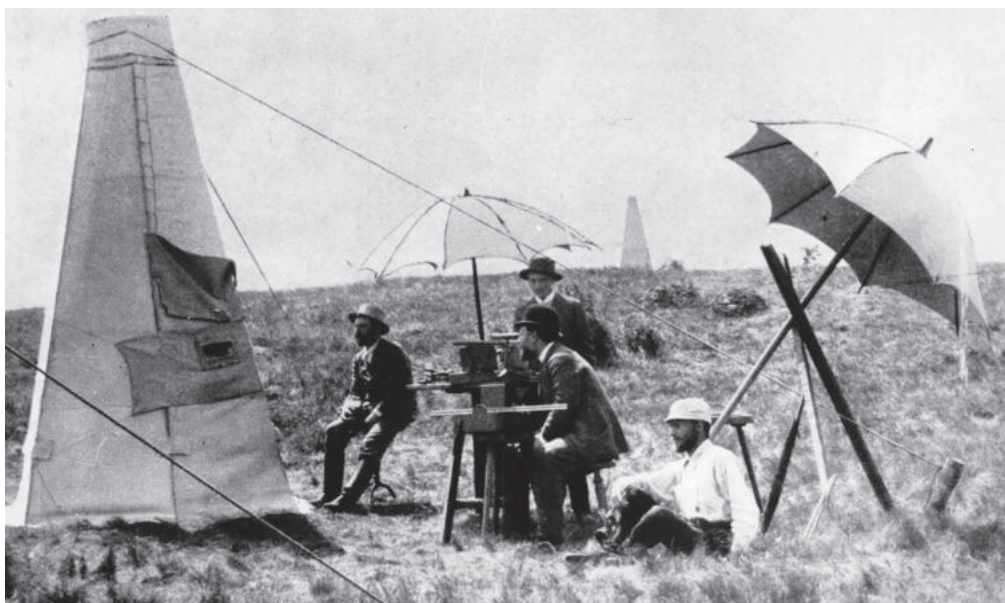


Eötvös Loránd és családja pestszentlőrinci villájuk kertjében 1890 körül. A képeken felesége, Horvát Gizella és gyermekei, Rolanda és Ilona. Jelzet: ELTE Egyetemi Könyvtár és Levéltár



Az Eötvös-villa Pestszentlőrincen, ahol Eötvös Loránd az első szabadtéri méréseit végezte. Lelőhely: Tomory Lajos Múzeum fotógyűjteménye

Eötvös Loránd tudományos kutatásainak középpontjában először a kapilláris jelenségek vizsgálata állt. A felületi feszültség jelentőségét korán felismerték a tudósok, de értékének meghatározása technikai akadályokba ütközött. Eötvös kísérleteinek célja többek között az volt, hogy a felületi feszültség és a vizsgált folyadék vegyi összetétele között összefüggést keressen. 160 különböző, részben szerves, részben pedig szervetlen anyagon végzett kísérleteket, és sikerült a folyadékok egész sorozatának a felületi feszültségi értékét meghatározni. A kapillaritás meghatározására 1875-től új módszert, az ún. reflexiós módszert alkalmazta, melynek segítségével megmérte a nyugvó folyadékok felületi hajlását, és időfüggetlenül tudta kiszámítani a felületi feszültség értékét. Kísérletei során bebizonyosodott, hogy összefüggés van a folyadékok felületi feszültsége és a hőmérséklet között. *A folyadékok felületi feszültsége és vegyi alkata között fennálló kapcsolatról* című tanulmányában, kifejti, hogy: „A különböző testek fizikai és kémiai tulajdonságai az eddig több ízben megkísérlett módon, t. i. ugyanazon és pedig önkényesen választott hőmérsékletek mellett nem hasonlíthatók össze, hanem csakis olyan különböző hőmérsékleteknél, melyek az összehasonlítható testek mindegyikére a reája vonatkozó adatokból egyenkint meghatározandók.”<sup>541</sup> A kapott adatok elemzésével jutott el Eötvös a később róla Eötvös-szabálynak nevezett összefüggéshez. Eredményei alapján – a hőmérséklet függvényében – ismeretlen folyadékok moláris tömegét is ki lehetett számolni, és meghatározni a felületi feszültségüket.



Gravitációs mérés a Ság-tanúhegyen 1891-ben. A távcsőnél Eötvös Loránd látható, előtte Bodola Lajos ül, mögötte Tang Károly áll, a földön pedig Kövesligethy Radó ül.

Eötvös Loránd másik kutatási témája a Föld mágneses terének vizsgálatára terjedt ki, mely szorosan összefüggött a Nemzetközi Geodéziai Szövetség (Internationale Erdmessung, IE) munkálataival, melynek Magyarország 1897-től hivatalosan is tagja volt.

Az 1900. évi Párizsi Fizikai Kongresszuson számolt be először laboratóriumi kísérleteiről. Ekkor mutatta be a nagyközönségnek, hogy műszere a gravitáció térbeli változásainak vizsgálatára használható, különösen a sík felületek görbületi viszonyainak meghatározására. A kongresszussal párhuzamosan megrendezett világkiállításon az Eötvös-ingáért Süss Nándort, a kivitelezőt és Eötvös Lorándot, a tervezőt nagydíjjal, aranyéremmel tüntették ki.

A szabadtéri földméréssel kapcsolatos eredményeit a Budapesten 1906. szeptember 20. és 28. között tartott konferencián (*Abgehaltenen Allgemeinen Konferenz der Internationalen Erdmessung*) ismertette a nagyközönséggel (IE XV. általános közgyűlés). A *Bestimmung der Gradienten der Schwerkraft und ihrer Niveauflächen mit Hülfe der Drehwage* című előadása nagy érdeklődést váltott ki.<sup>542</sup> Ezután nyújtotta be Sir George Howard Darwin csillagász, egyetemi tanár beadványát a magyar kormány-nak Eötvös gravitációs kísérleteinek támogatására.<sup>543</sup> A beadvány eredményeként az ország irányító testülete<sup>544</sup> 1907 és 1910 között 60 000 koronával támogatta Eötvös kutatásait.<sup>545</sup>

Eötvös Loránd 1888 után hosszú évtizedekig a nehézségi erő és a földi mágnesség kutatásainak szentelte az életét. Eleinte a Föld alakjának kérdése érdekelte.<sup>546</sup> A laboratóriumi kísérletei során kifejlesztett műszerével, az ún. torziós ingával a Föld

nehézségi erőterének változását egy új mérési módszert alkalmazva tudta közvetlenül megmérni. Ezt a műszert két irányban tökéletesítette: „...egyrészt minden eddiginél érzékenyebbé kellett tennie, másrészt el kellett érnie azt, hogy a mérendő hatáson kívül minden más külső hatástól, főként a hőmérséklet-változások hatásától a lehetőségig mentesüljön”.<sup>547</sup> Korábban a Föld gravitációs mérésére a Coulomb- (Cavendish)-féle torziós ingát használták, amely azonban nem volt megbízhatóan pontos, de horizontális variométerével nagy pontossággal meg tudta határozni a nehézségi erőter szintfelületének változásait. Eötvös eszközével a gravitációs erőter helyi jellegű, kismértékű változásai váltak mérhetővé: „Eszközeim nem arra valók – nyilatkozta –, hogy velük egy ország vagy világrész általános mágneses térképét vegyük fel, hanem inkább arra, hogy azokat a változásokat keressük fel, melyeket a mágneses erőben közelfekvő tömegek, hegyek, völgyek vagy a föld belsejében elrejtett mágneses kőzetek létesítenek. Ily értelemben jó szolgálatot tehetnek a geológiának.”<sup>548</sup>

Az Eötvös-ingával végzett mérések legfontosabb geodéziai felhasználási lehetősége tehát a geoid finomszerkezetének meghatározása.

A nehézségi erőter egy bizonyos „kiválasztott” szintfelületének részletes meghatározásával Eötvös Loránd foglalkozott a világon először. Első méréseit az egyetem épületében, pestszentlőrinci villájának kertjében, valamint a Gellért-hegy tövében, a Rudas-fürdő igazgatósági épületének földszintjén végezte. Az első igazi terepmérésre 1891 augusztusában a Vas vármegyei Ság-tanúhegyen került sor, melynek során kiszámította a 150 méteres csonka alakú bazaltkúp gravitációs hatását. Hogy a nehézségi erőter potenciálfelületének minél pontosabb és részletesebb vizsgálatát végre tudja hajtani, terepen is könnyen kezelhető műszerre volt szüksége, mely funkciót az egyszerű nehézségi barométer (balatoni inga) töltötte be. A műszerrel először a Balaton jegén végzett nagyobb területre kiterjedő mérést. 1901-ben és 1903-ban 42 helyszínen



Egyszerű nehézségi variométer (Balatoni inga, 1898). A horizontális variométer továbbfejlesztett változata. Eötvös ezzel a műszerrel végezte méréseit 1901-ben és 1903-ban a Balaton jegén. SZTFH Eötvös Loránd Emlékgyűjteménye, Fotó: Lantos Zoltán.

történtek mérések a Balatonon, ahol – mint írja: „*meg tudtam alapítani, merre görbül erősebben, merre kevésbé a nyugvó víz szintje, merre és mennyivel nagyobbodik a nehézség s mindezek alapján a jég és víz és a fenék homokja alatt egy Kenesétől majdnem Tihanyig elhúzódnó tömeg-fölhalmozódást, mondjuk, egy hegyerinczet fedeztem föl.*”<sup>2549</sup> Ennek az eszköznek a továbbfejlesztéséből született meg 1902-ben a kettős nagy inga, mely lehetővé tette a gravitációs állandó pontosabb meghatározását is. Az inga segítségével Pekár Dezsővel és Fekete Jenővel együtt 1/200 000 000 pontossággal igazolta a tehetetlen és súlyos tömeg mérőszámai azonosságát (ezt a megállapítást Einstein is átvette általános relativitáselmélete kidolgozásához). 1909-ben a méréssel Eötvösék elnyerték a göttingeni egyetem pályadíját, a Beneke-díjat.



Kettős nagy eszköz, 1902. SZTFH Eötvös Loránd Emlékgyűjtemény, Fotó: Lantos Zoltán

1909-ben megépítette hármass görbületi variométerét, amely elsősorban geodéziai célokra alkalmas műszer volt. 1910-ben ismét a geodéziai vonatkozások kerültek érdeklődése előterébe. Arra volt kíváncsi, hogy az Alpok magas hegységei milyen mértékben befolyásolják a nehézségi erőtér potenciálfelületének alakját.

Az Eötvös-inga új lehetőséget tárt fel a föld mélyében lévő ásványi nyersanyagkészletek feltárására. Nem véletlen, hogy a kezdeti kutatásai után az ország területén végzett ingamérések többsége a föld mélyében rejlő ásványi nyersanyagok feltárására irányult. Az ingával az első sikeres olajkutató méréseket 1915-ben végezték a morvaországi Egbell (ma Gbely, Szlovákia) környékén; ezzel kezdődött a nyersanyagkutató fizika, amelynek fő műszere két évtizeden át Eötvös ingája volt. Az 1930-as évek közepéig az Eötvös-féle torziós inga az olajkutató fontos eszköze volt Európában, Ázsiában valamint Észak- és Dél-Amerikában. A 2023 februárjában lezajló 7,8-as magnitúdójú törökországi földrengést elsőként Eötvös torziós ingája jelezte.

Eötvös Lorándot érdemei elismerésül 1911-ben, 1914-ben és 1917-ben fizikai Nobel-díjra terjesztették fel. A Ferenc József-rend nagykeresztjével, a Francia Becsületrend lovagja címmel tüntették ki. Nevét egy kisbolygó és a Hold egyik krátere őrzi. Halálának 100. évfordulója tiszteletére Magyar Örökség díjat kapott.

„Régi időkben csak előérzet volt, ma tudjuk, hogy egyik test vonzza a másikat, s így a vessző, még ha nincs is különös varázsa, más testek hatása alatt azok irányába törekszik helyezkedni. Csakhogy ez a hatása nemcsak az aranynak, hanem az ólomnak, sőt a polyvának is megvan, és nemcsak a rossz embernek, hanem a legerényesebbnek is; és e hatás nagysága nem a test piaczi értékétől, hanem egyedül mérlegen megmérhető tömegtől függ. Ilyen egyszerű egyenes vessző az az eszköz is, melyet én használtam, végein különösen megterhelve és fémtokba zárva, hogy ne zavarja se a levegő háborgása, se a hideg és meleg váltakozása. E vesszőre minden tömeg a közelben és a távolban kifejti irányító hatását; de a drót, melyre fel van függesztve, e hatásnak ellenáll és ellenállva megcsavarodik, e csavarodásával a reá ható erőknek biztos mértékét adván. A Coulomb-féle mérleg különös alakban, ennyi az egész. Egyszerű, mint a Hamlet fuvolája, 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. Eljárásommal bármely helyen, a hol eszközömet felállíthatom, meg tudom határozni, hogy merre, és centiméterenként mennyivel változik a nehézség; azt is, hogy mennyivel hajlik el iránya, mikor magasabbra emelkedünk; és megállapíthatom, milyen az alakja a földfelület bár csak tenyérnyi nagyságú részének, hogy merre görbül erősebben az a kicsiny vízfelület, a mely egy pohárban elfér, a melynek eltérését a sík alaktól azelőtt legfeljebb gyanítani lehetett.

A nehézségnek és a Föld alakjának ilyen finom és részletes vizsgálata egyszersmind mély betekintést enged azon tömegek elhelyezésébe, melyek ez erőre és ez alakra hatnak. De ne ámítsuk magunkat: az egyes tömegek hatását az összes hatástól különválasztani nem könnyű feladat; azt csak a tömegek különböző sűrűsége alapján s csakis nagyjában tehetjük. Azért kincsek keresésére nem való ez az eljárás, de igenis biztossággal következtethetünk segélyével kisebb sűrűségű anyagok között nagyobb sűrűségűek jelenlétére, például az alluvium laza rétegei alatt lejtőket és heglánczokat alkotó közettömegekre...”

Közölve: A Föld alakjának kérdése. Kivonat Br. Eötvös L. elnöki beszédéből, mellyel a M. Tud. Akadémia ünnepi közülését 1901. május 12-ikén megnyitotta. *Természettudományi Közöny*, 1901. XXXIII. kötet, 382. füzet, 328. p.

Portré forrása: Wikipédia

