

IN MEMORIAM EÖTVÖS LORÁND

A FIZIKA FEJEDELMÉNEK 100 ÉVES ÖRÖKSÉGE



1848 - 1919

Kovács Péter
Földtudományi szakreferens
Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat



Szabó Zoltán
ny. főosztályvezető
Eötvös Loránd Geofizikai Intézet



IN MEMORIAM EÖTVÖS LORÁND

A FIZIKA FEJEDELMÉNEK 100 ÉVES ÖRÖKSÉGE



Eötvös a ...

fizikus, feltaláló

tanár

tudományszervező

politikus, miniszter

fotográfus

sportember

EÖTVÖS LORÁND EMLÉKKIÁLLÍTÁS

BUDAPEST, 1145 COLUMBUS U. 17-23.

(MAGYAR Bányászati és Földtani Szolgálat Székháza)



62. ORSZÁGOS FIZIKATANÁRI ANKÉT ÉS ESZKÖZBEMUTATÓ,
DEBRECEN, 2019. MÁRCIUS 15.

BR. EÖTVÖS LORÁND FELMENŐI

- Eötvös Miklós (1716 – 1783) tábornok a hétéves háborúban, bárói cím Mária Terézia császárnőtől: 1768
- Eötvös Ignác (1763 – 1838) királyi főpohárnok, főispán és valóságos belső titkos tanácsos, bölcséleti doktor.
- Eötvös Ignác (1786 –1851) császári és királyi kamarás, magyar királyi udvari alkancellár, valóságos belső titkos tanácsos, főpohárnok, bölcséleti és jogi doktor.
- Eötvös József (1813–1871) író, a Batthyány-kormány, majd az Andrássy-kormány vallás- és közoktatásügyi minisztere, a Magyar Tudományos Akadémia elnöke.



Eötvös család címere

TANULMÁNYOK



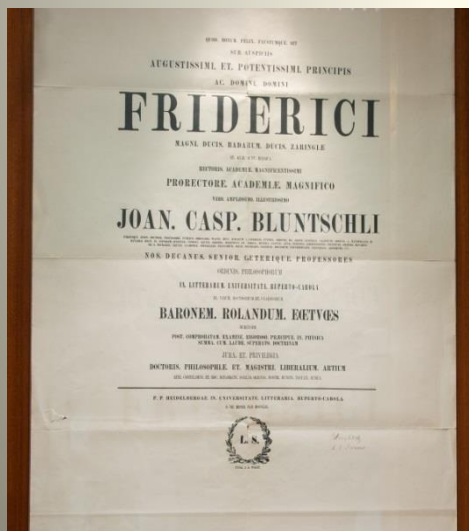
1865 – 1867, Pest:
Jogtudomány



1867 – 1870, Heidelberg, Königsberg:
Fizika, kémia, matematika

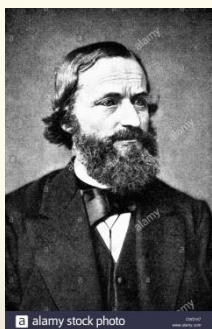
„Amit a jövő érdekében tanulni akarok, az először, miként kell experimentálni, jobban mondva, miként kell a kérdést felállítani úgy, hogy reá a természet megfelelhessen? És másodszor, mi módon lehet az így nyert feleleteket egyszerű törvényekre visszavezetni.”

(Eötvös levele Apjához, 1869)



Summa cum laude doktori diploma, Heidelberg, 1870

Híres tanárok



Gustav Kirchhoff
(1824 – 1884)



Robert Bunsen
(1811 – 1899)



Hermann von Helmholtz
(1821 – 1894)



Franz Neumann
(1798 – 1895)

TANULMÁNYOK



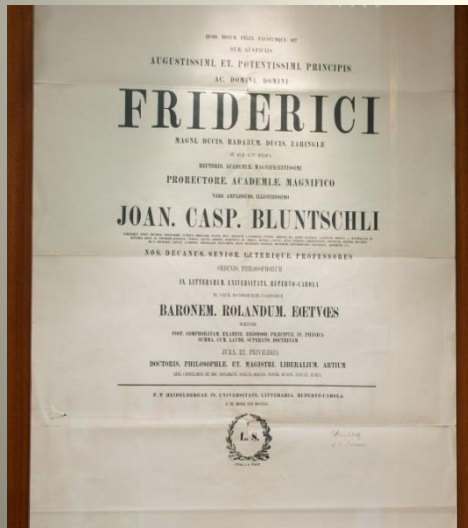
1865 – 1867, Pest:
Jogtudomány



1867 – 1870, Heidelberg:
Fizika, kémia, matematika

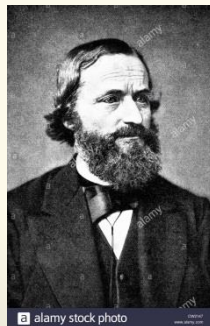
„...E fokozatot nemigen osztogatják. Ebben a félévben kívülem még csak egy jelöltnek adatott, s kultuszminiszteri örömd telhetik abban, hogy az is magyar volt... neve König Gyula, győri születésű matematikus.”

(Eötvös levele Apjához, 1870)



Summa cum laude doktori diploma, Heidelberg, 1870

Híres tanárok



Gustav Kirchhoff
(1824 – 1884)



Robert Bunsen
(1811 – 1899)



Hermann von Helmholtz
(1821 – 1894)



Franz Neumann
(1798 – 1895)

TUDOMÁNYOS KARRIER

FOLYADÉKOK FIZIKÁJA, KAPILLARITÁS

Eötvös törvény:

„A

$$\frac{d}{dT} \left(\gamma \cdot V^{\frac{2}{3}} \right)$$

*Hányados valamennyi egyszerűen
összetett folyadékra állandó értékkel bír;
mely a hőmérséklettől független”*

*(Eötvös, Matematikai és
Természettudományi Értesítő, 1885.)*

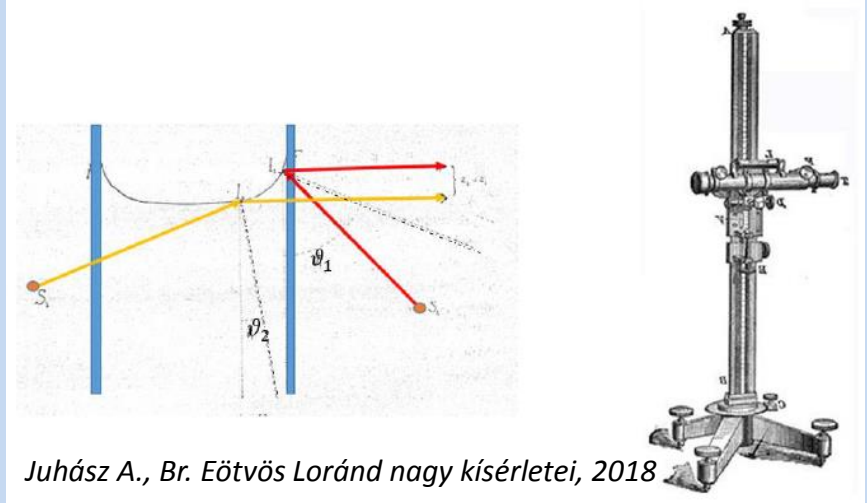
γ : felületi feszültség

V : moláris térfogat

Egyszerűen összetett folyadék:

A folyadék és gőzének molekulái azonos
tömegűek.

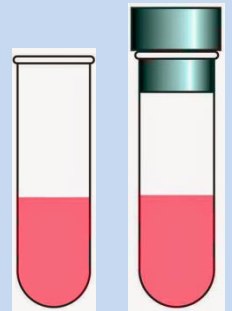
Reflexiós módszer a kapillaritási állandó (a^2)
meghatározására



Juhász A., Br. Eötvös Loránd nagy kísérletei, 2018

$$a = \frac{z_2 - z_1}{\sqrt{2} \left(\sin \left(\frac{\theta_2}{2} \right) - \sin \left(\frac{\theta_1}{2} \right) \right)}$$

$$a^2 = \frac{2\gamma}{\rho \cdot g}$$



TUDOMÁNYOS KARRIER

FOLYADÉKOK FIZIKÁJA, KAPILLARITÁS

$$\frac{d}{dT} (\gamma \cdot V^{\frac{2}{3}}) = \text{áll.}$$

Kísérleti mérések alapján:

$$\gamma \cdot V^{\frac{2}{3}} = E(T_c - T),$$

ahol

γ : felületi feszültség

V : moláris térfogat

T : hőmérséklet

T_c : anyag kritikus hőmérséklete

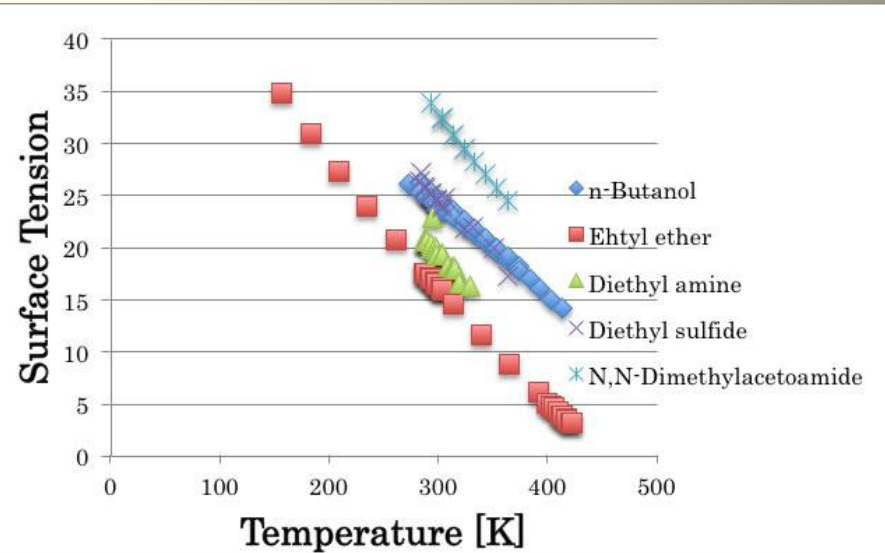
E : Eötvös állandó

$$E = 2.1 \cdot 10^{-7} \frac{\text{Joule}}{\text{K} \cdot \text{mol}^{\frac{2}{3}}}$$

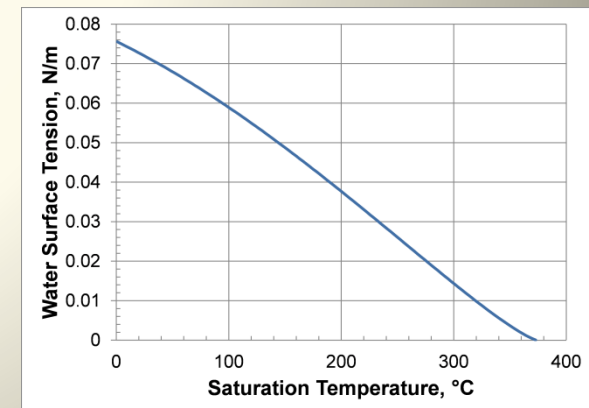
Néhány anyag Eötvös-féle állandója [2]

Anyag	Eötvös-féle állandó *10 ⁻⁷ , J/(K mol ^{2/3})	Anyag	Eötvös-féle állandó, *10 ⁻⁷ , J/(K mol ^{2/3})
Nitrogén	2,00	Metil-alkohol	0,7-1,10
Oxigén	1,92	Etil-alkohol	0,9-1,3
Klór	2,10	Fenol	1,3-1,9
szén-tetraklorid	2,11	Hangyasav	0,6-1,1
Benzol	2,10	Ecetsav	0,9-1,3
Dietil-éter	2,17	Trisztearin	5,3-6,8
Víz	0,9-1,2		

Wikipedia.org



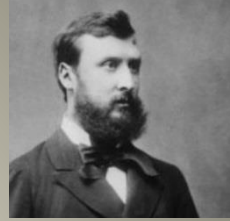
<https://www.pirika.com/ENG/TCPE/Surfacetension2.html>



commons.wikimedia.org

TUDOMÁNYOS KARRIER

EGYETEM, AKADÉMIA



1873: Az Akadémia levelező tagjává választják

Székfoglaló előadás: Adatok az elektrosztatika elméletéhez

1883: Az Akadémia rendes tagjává választják

Székfoglaló előadás: *A folyadékok felületi feszültségének összefüggése a kritikai hőmérséklettel*

1889: Trefort Ágoston utódként megválasztják az Akadémia elnökének

1905: Lemond akadémiai elnökségéről, hogy tudományos kutatásainak szentelje minden idejét

1871: Helyettes tanári állást kap a Pesti Egyetem Felsőbb Fizikai Tanszékén

1872: Kinevezik az Elméleti Fizikai Tanszék nyilvános rendes tanárává

1878: Jedlik Ányos utódként a Kísérleti Fizikai Tanszék rendes tanárává nevezik ki



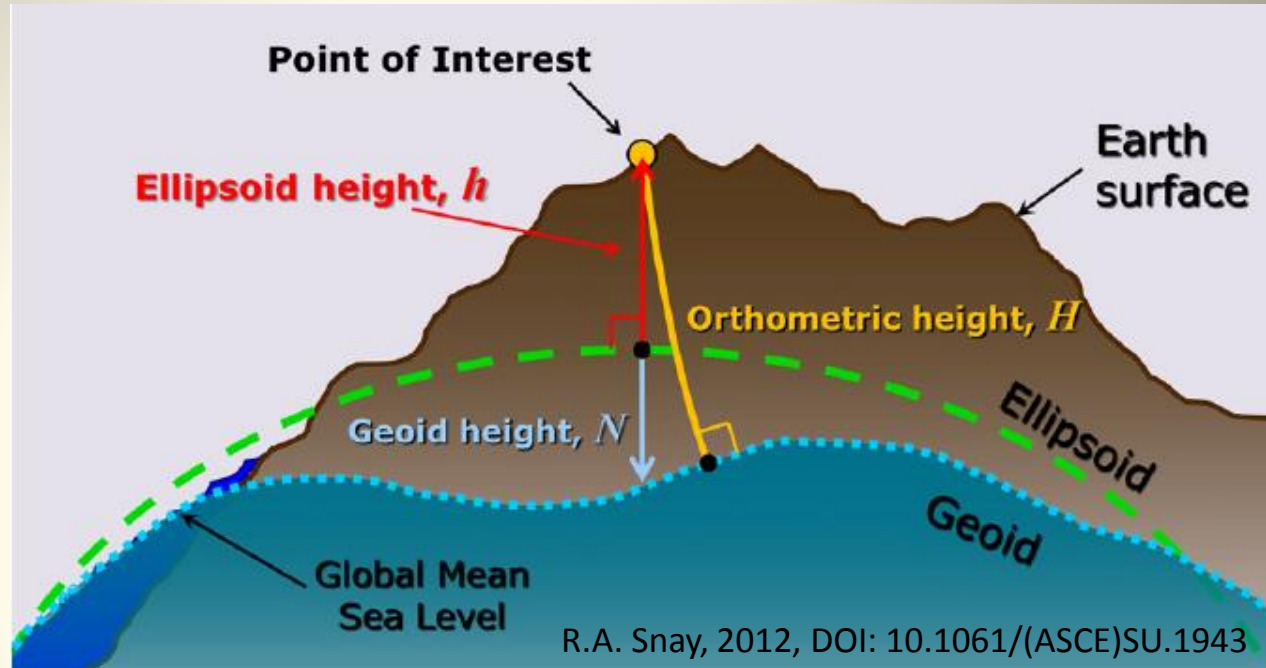
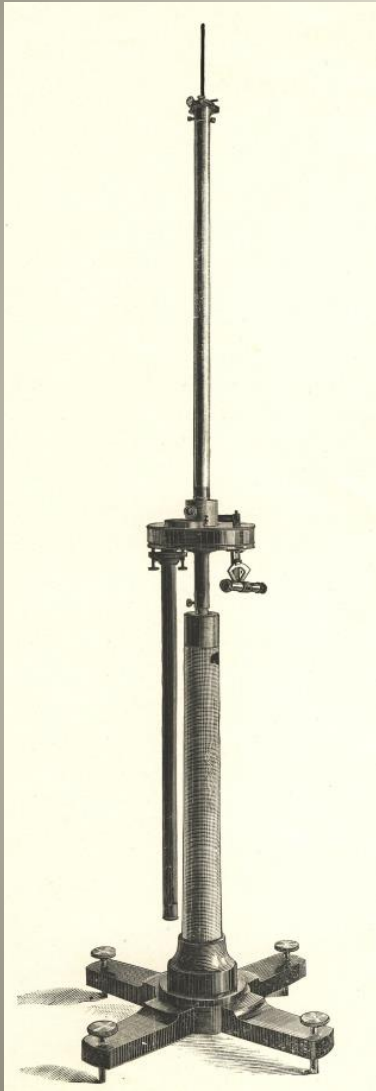
Pesti Egyetem, D épület, Trefort kert felől
(Eötvös által készített fotó)



Jedlik Ányos
(1800 – 1895)

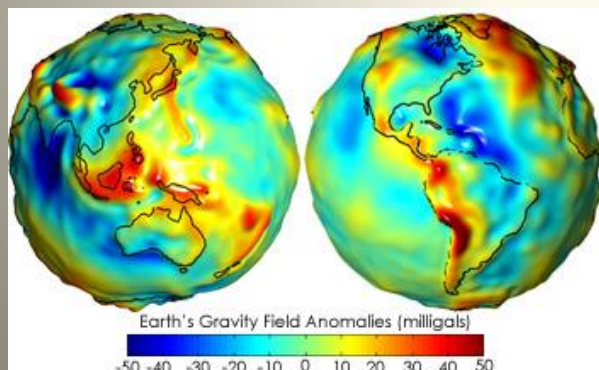
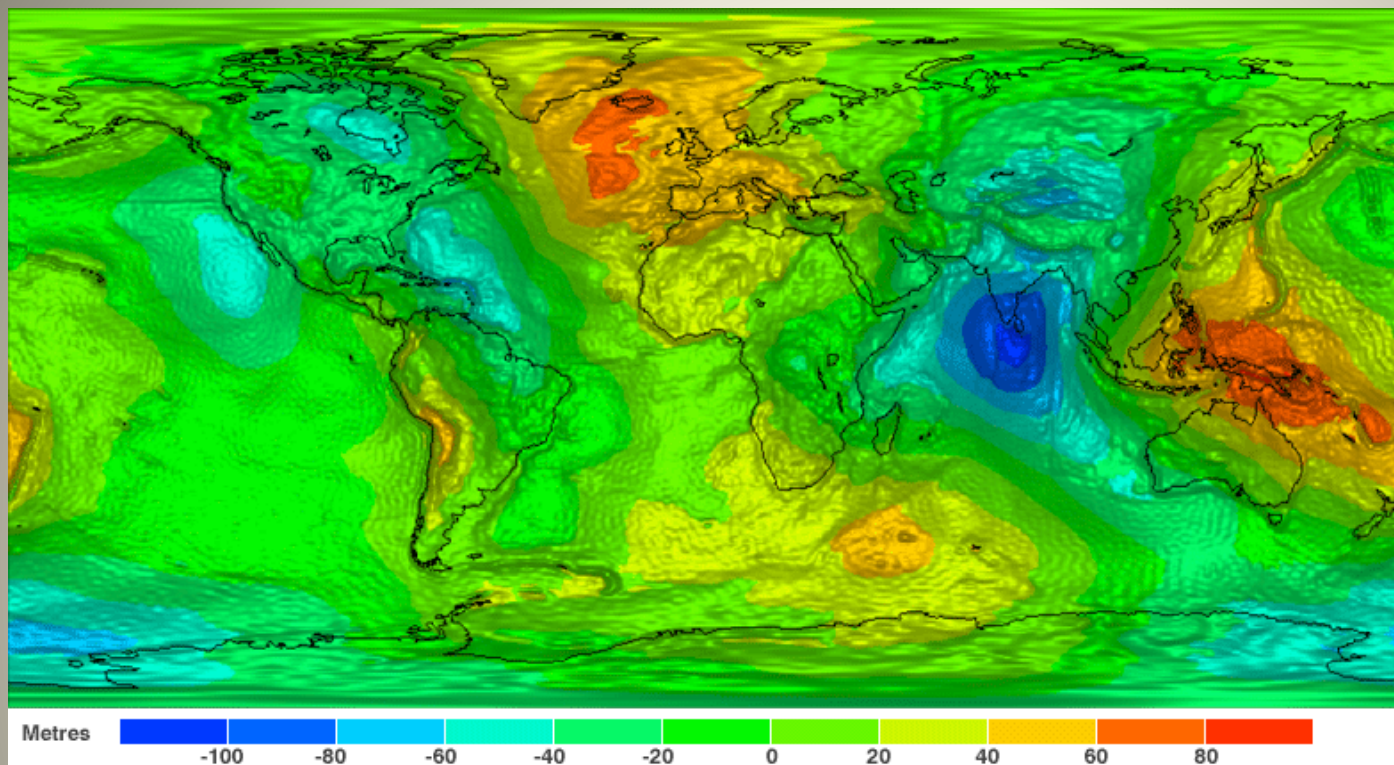


Trefort Ágoston
(1817 – 1888)



- **Geoid** – gravitációs nívfelület (ekvipotenciális felület), amely a nyugalmi tengerszinttel esik egybe
- A testekre ható *nehézségi erő* a geoidra merőleges – azaz a fáról leeső alma a geoidra mindig merőlegesen gyorsul
- A geoid a felszíni magasságmérés referencia felülete

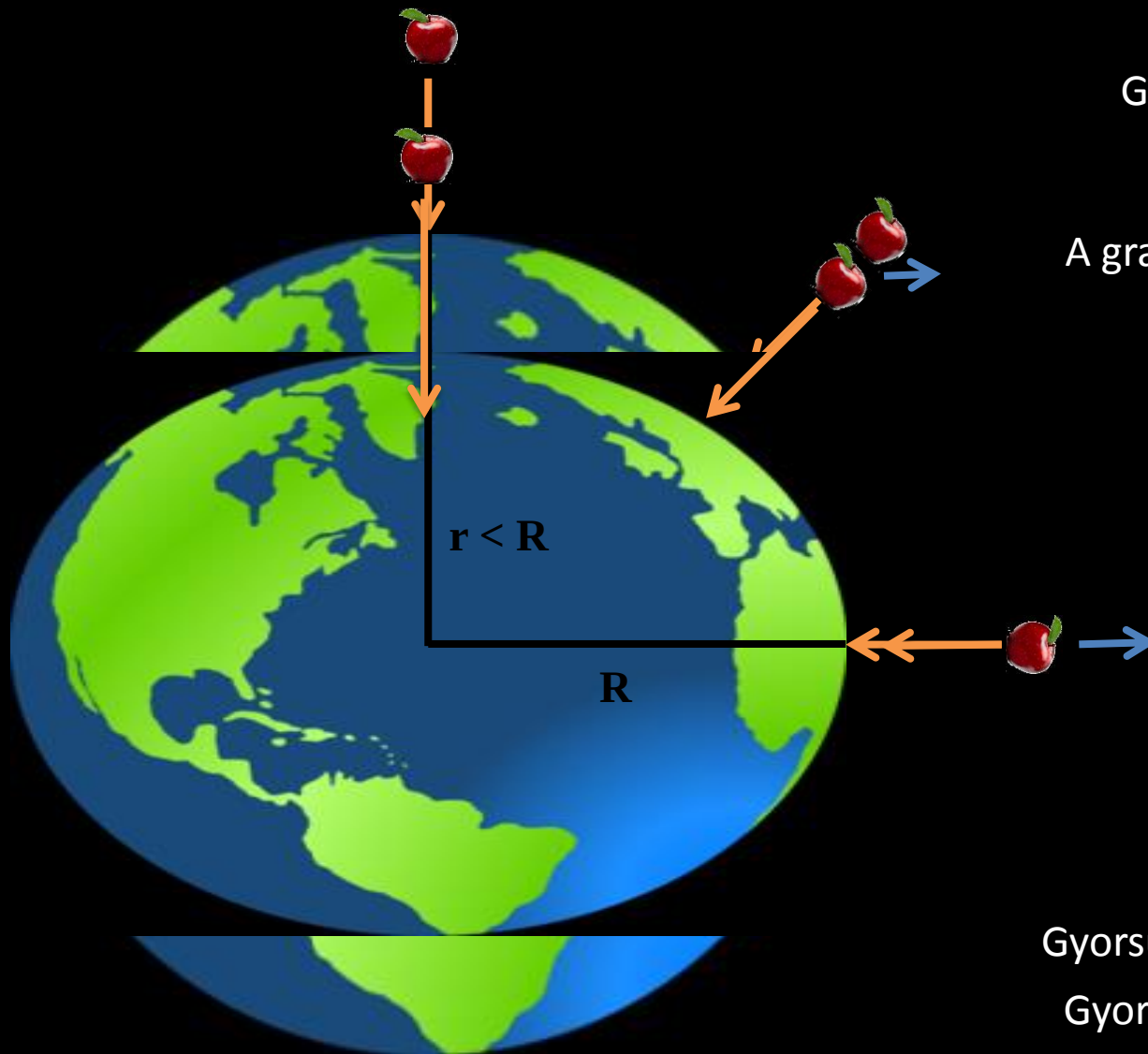
A FÖLD ALAKJA – A GEOID



A geoid és a földi referencia
ellipszoid távolsága,
m egységben

GOCE műhold

Üzemeltető:	ESA
Fellövés:	2009
Pálya:	poláris
Keringési magasság:	255 km



Nehézségi erő:

Gravitációs és Centrifugális erők
eredője

A gravitációs mérési eredményeket
gyorsulás egységben mérjük.

Mértékegység: 1 gal = 1 cm/s²
(Galileo tiszteletére)

Gyorsulás az Egyenlítőn: 978,049 gal

Gyorsulás a Pólusokon: 983,221 gal

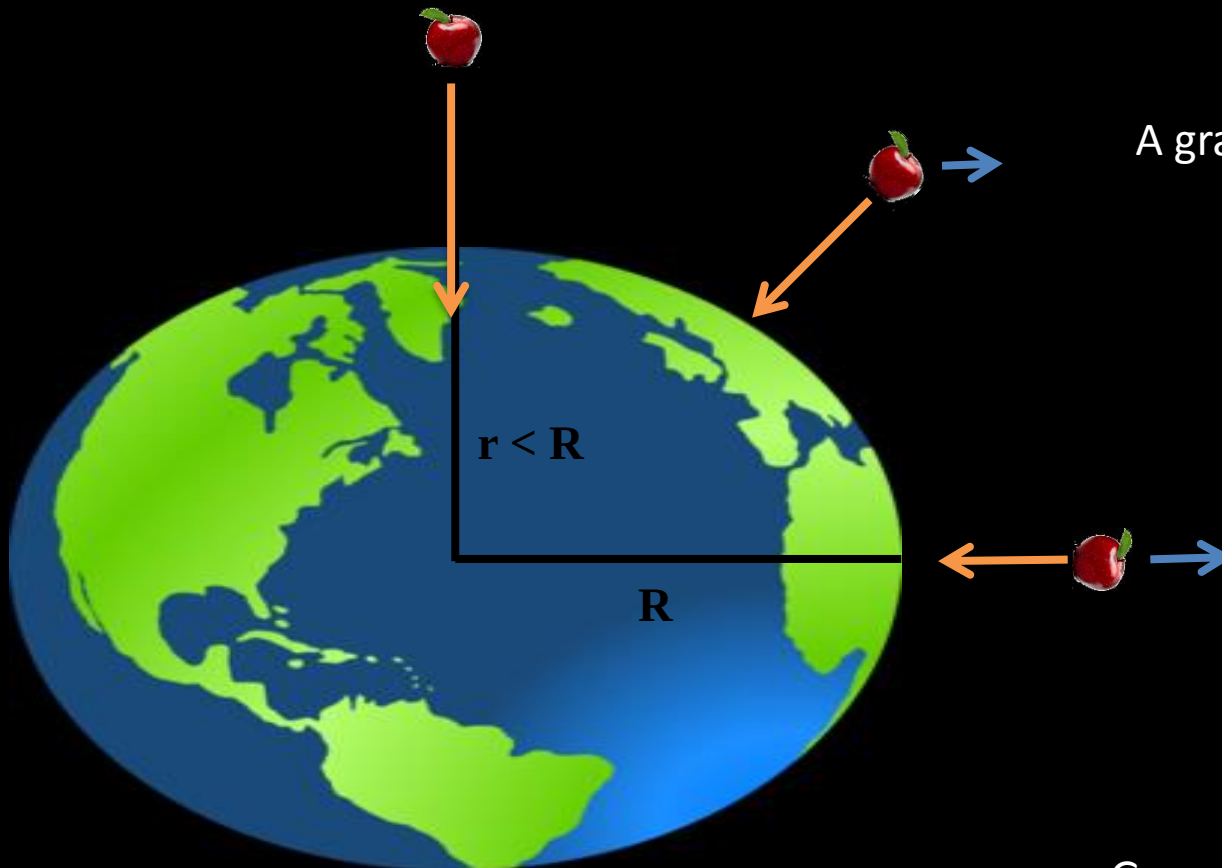
Különbség: ~ 5 gal

Nehézségi erő:

Gravitációs és Centrifugális erők
eredője

A gravitációs mérési eredményeket
gyorsulás egységben mérjük.

Mértékegység: 1 gal = 1 cm/s²
(Galileo tiszteletére)

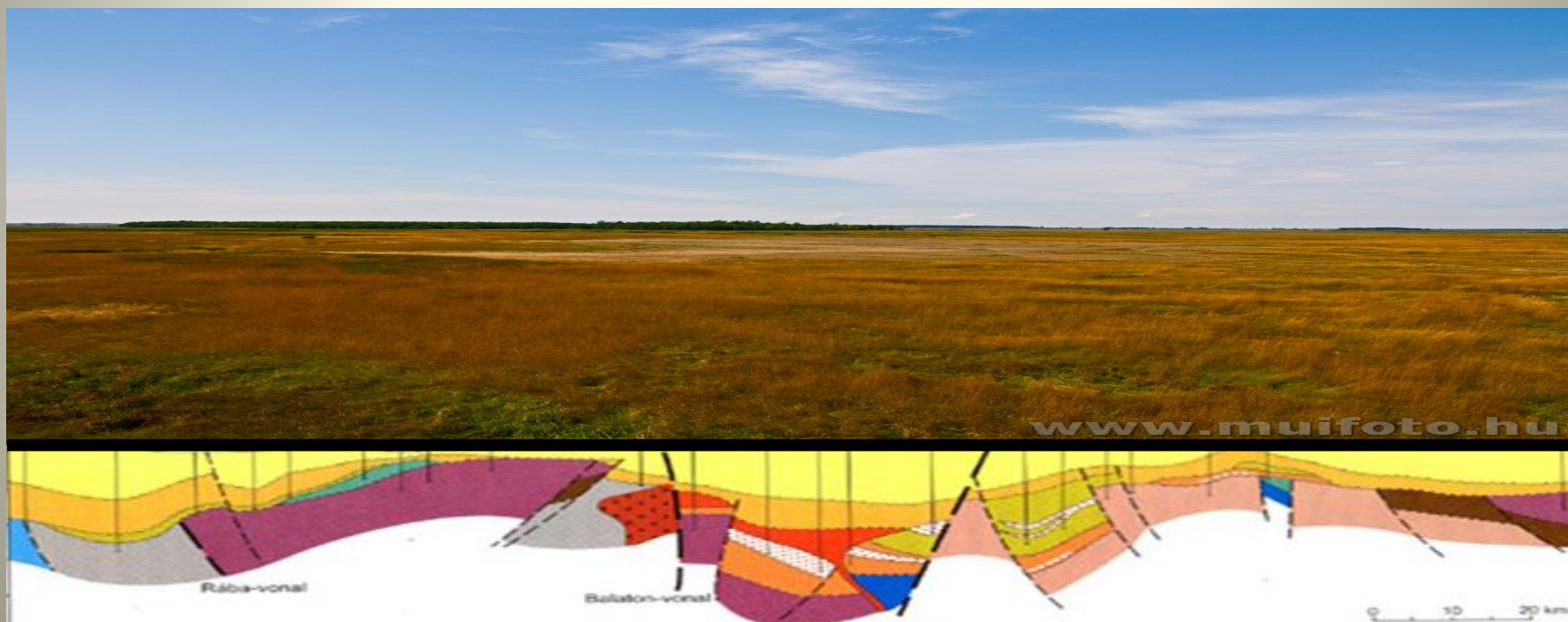


Gyorsulás az Egyenlítőn: 978,049 gal

Gyorsulás a Pólusokon: 983,221 gal

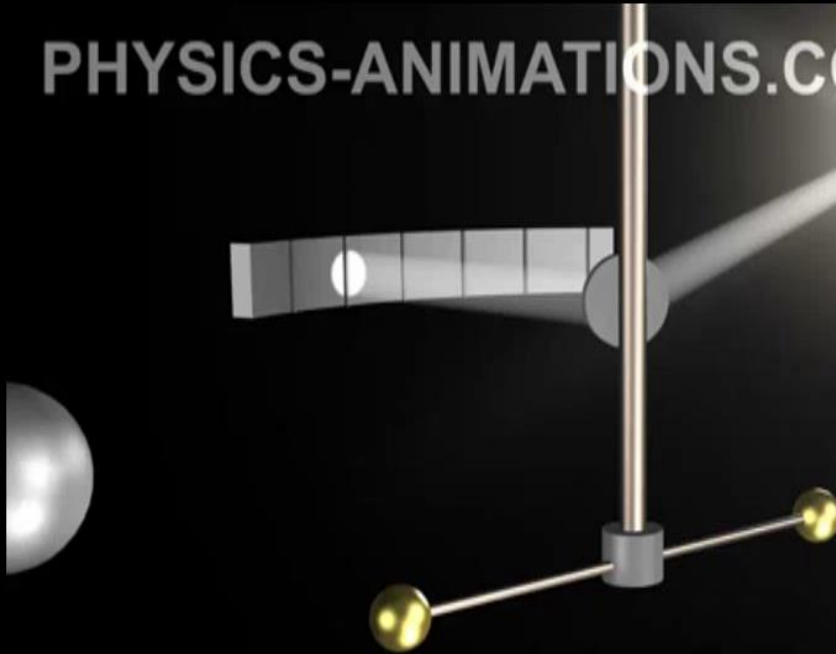
Különbség: ~ 5 gal

„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.” (Eötvös Loránd)

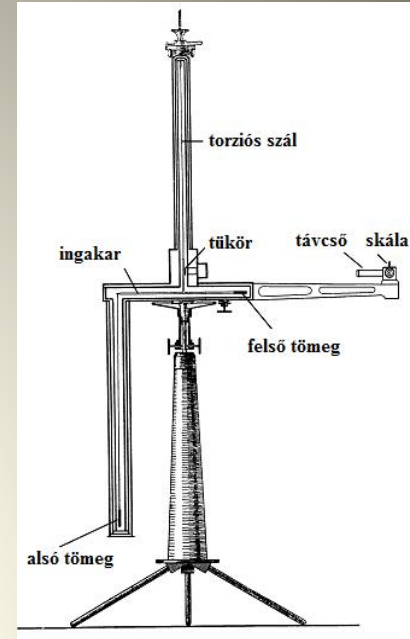
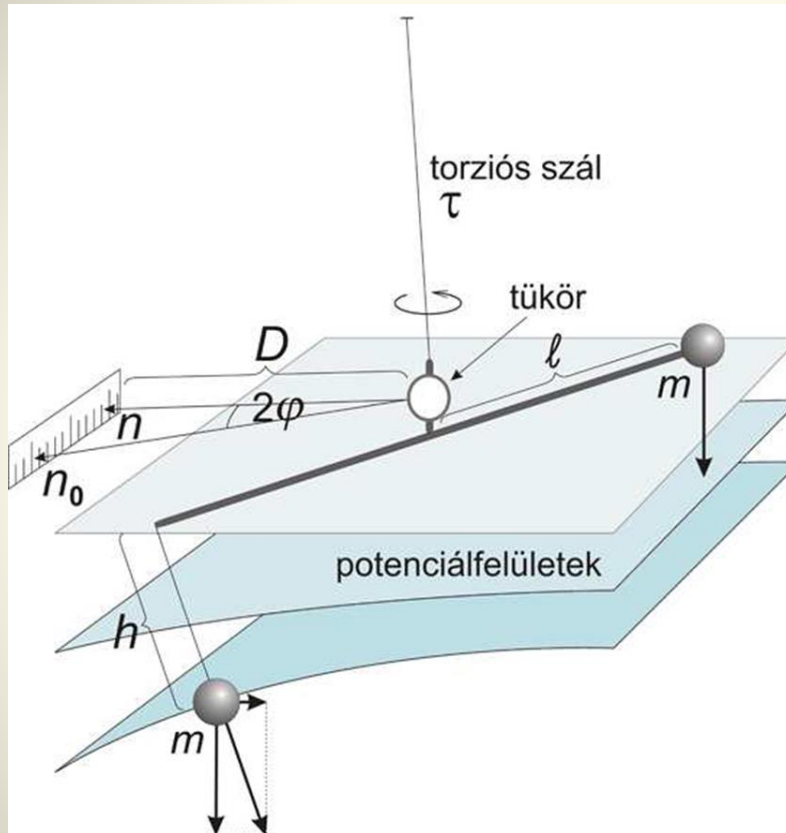
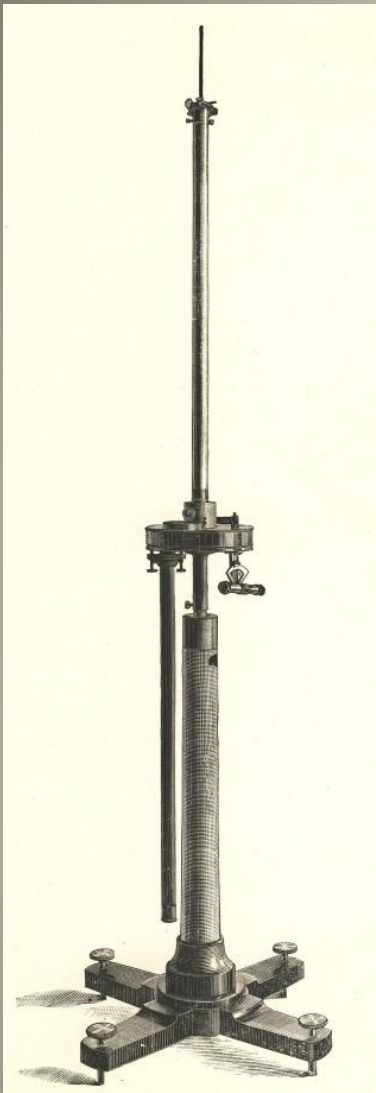


Cavendish (1731-1810) kísérlete

PHYSICS-ANIMATIONS.COM



A torziós inga egyenlete

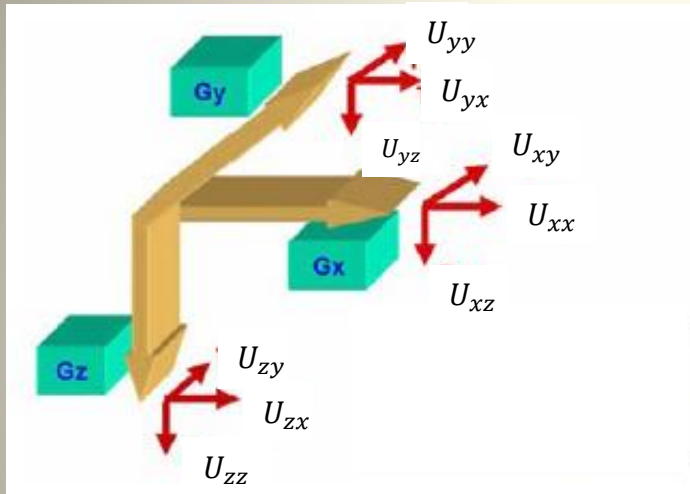


Egyensúly a gravitációs erő különbségéből adódó forgatónyomaték és a torziós szál elfordulásából adódó visszatérítő nyomaték ($\tau \cdot \varphi$) között.

$$n - n_0 = \frac{DK}{\tau} (U_{\Delta} \sin 2\alpha + 2U_{xy} \cos 2\alpha) + \frac{2Dmhl}{\tau} (U_{yz} \cos \alpha - U_{xz} \sin \alpha)$$

A TORZIÓS INGA ÁLTAL MÉRT MENNYISÉGEK

EÖTVÖS TENZOR



Gravitációs tér gradiens tenzora, az Eötvös tenzor:

$$U = \begin{bmatrix} \frac{\partial g_x}{\partial x} & \frac{\partial g_x}{\partial y} & \frac{\partial g_x}{\partial z} \\ \frac{\partial g_y}{\partial x} & \frac{\partial g_y}{\partial y} & \frac{\partial g_y}{\partial z} \\ \frac{\partial g_z}{\partial x} & \frac{\partial g_z}{\partial y} & \frac{\partial g_z}{\partial z} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_{xx} & U_{xy} & U_{xz} \\ U_{yx} & U_{yy} & U_{yz} \\ U_{zx} & U_{zy} & U_{zz} \end{bmatrix}$$

A gravitációs gradiens mérésére szolgáló egység az *Eötvös egység*:

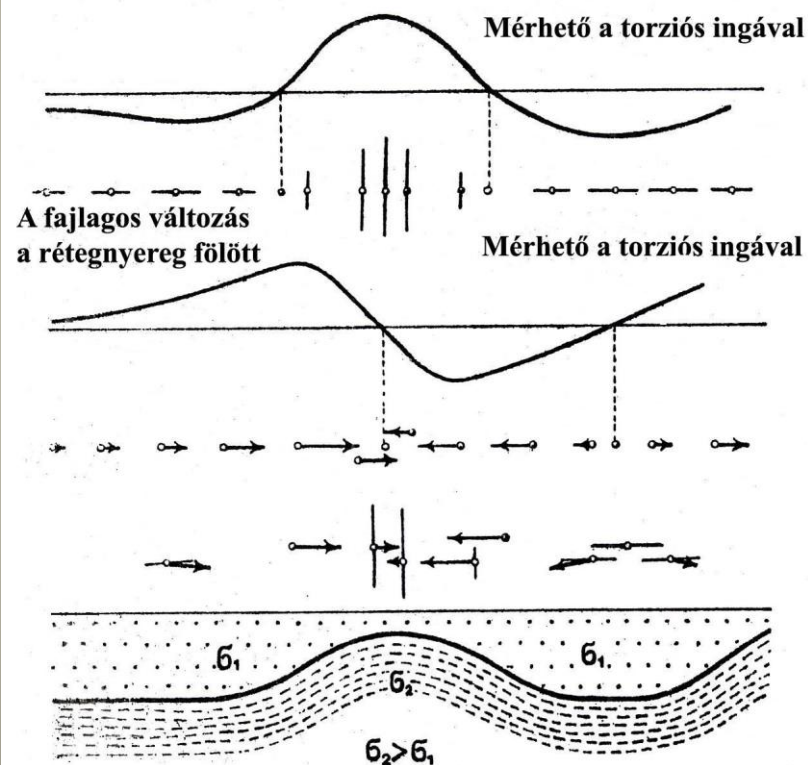
$$U_{\Delta} = \frac{\partial g_y}{\partial y} - \frac{\partial g_x}{\partial x} = U_{yy} - U_{xx}$$

$$1 E = 10^{-9} \left[\frac{1}{s^2} \right]$$

$$n - n_0 = \frac{DK}{\tau} (U_{\Delta} \sin 2\alpha + 2U_{xy} \cos 2\alpha) + \frac{2Dmhl}{\tau} (U_{yz} \cos \alpha - U_{xz} \sin \alpha)$$

Földtani szerkezetek megjelenése az inga mérések eredményeiben

A vízszintes irányító erő, illetve "görbület" változása a rétegyereg fölött



A NEHEZSÉGERŐ VÁLTOZÁSA VETŐDÉS FÖLÖTT

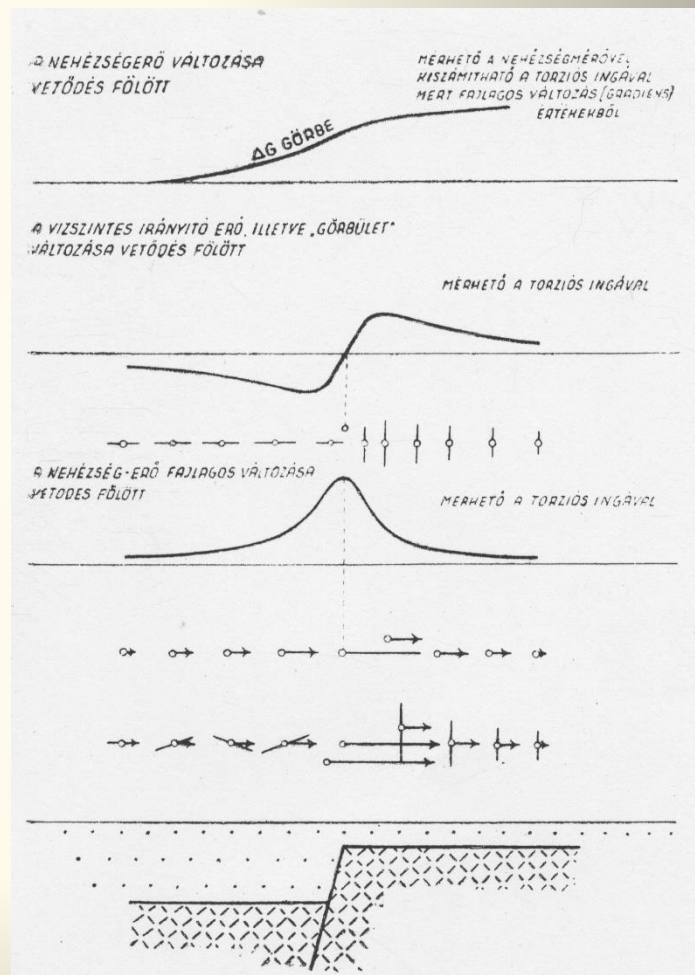
MÉRHETŐ A NEHEZSÉG-MÉRŐVEL, KISZÁMÍTHATÓ A TORZIÓS INGÁVAL MERT FAJLAGOS VÁLTOZÁS (GRADIENS) ÉRTÉKEIBŐL

A VÍZSZINTES IRÁNYÍTÓ ERŐ, ILLETVE "GÖRBÜLET" VÁLTOZÁSA VETŐDÉS FÖLÖTT

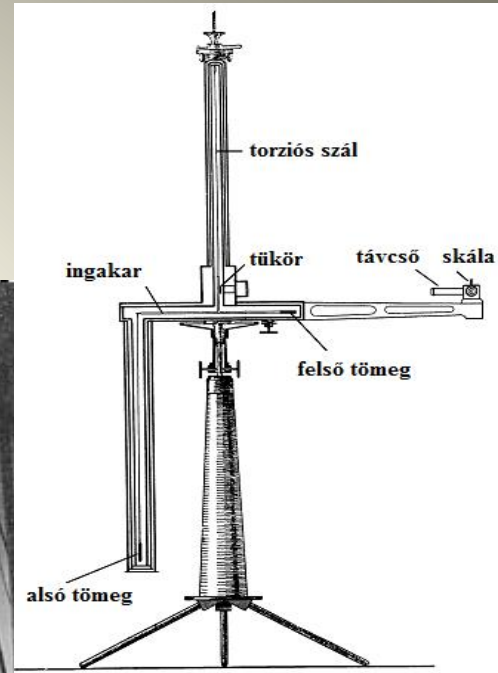
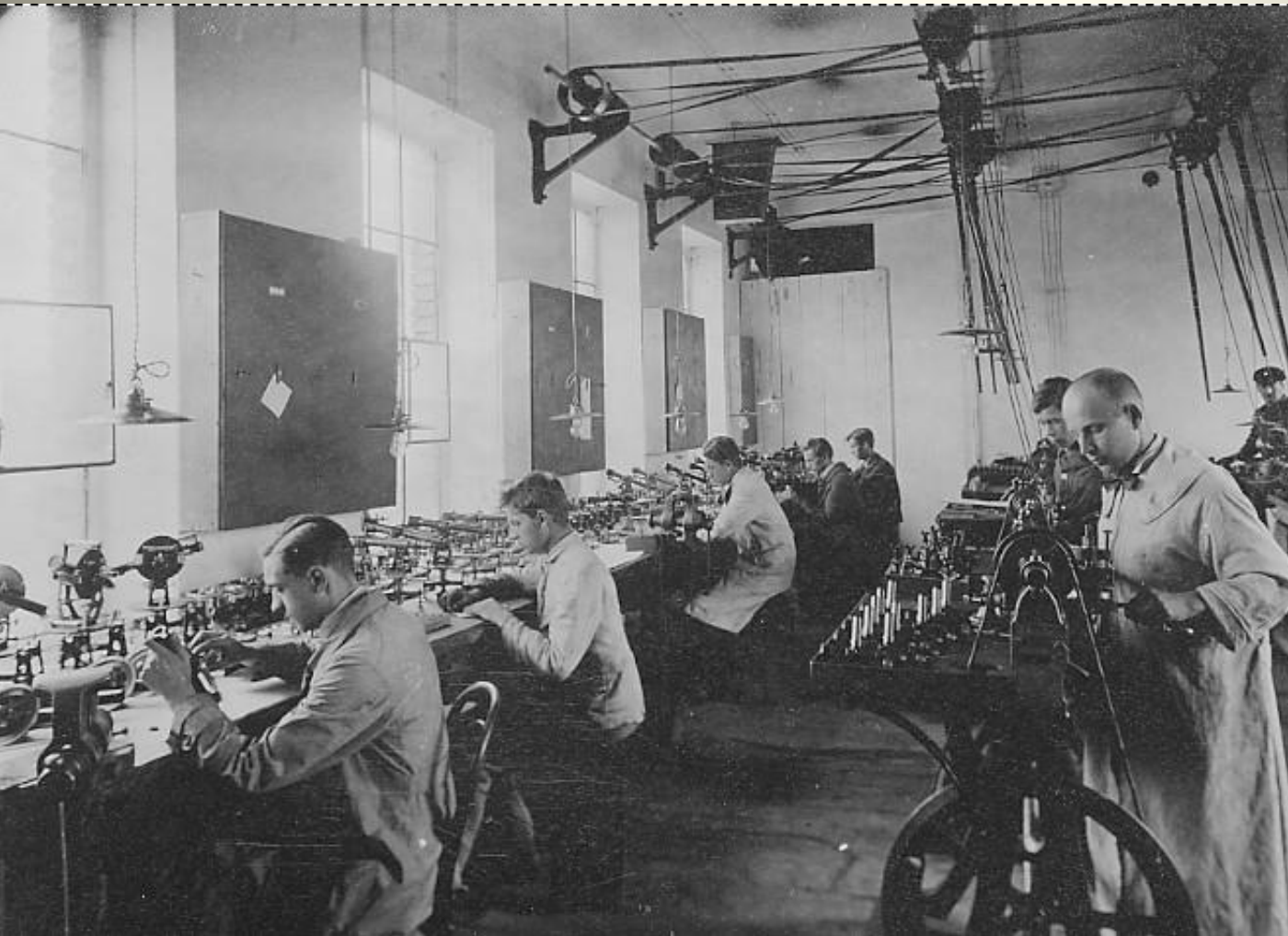
MÉRHETŐ A TORZIÓS INGÁVAL

A NEHEZSÉG-ERŐ FAJLAGOS VÁLTOZÁSA VETŐDÉS FÖLÖTT

MÉRHETŐ A TORZIÓS INGÁVAL

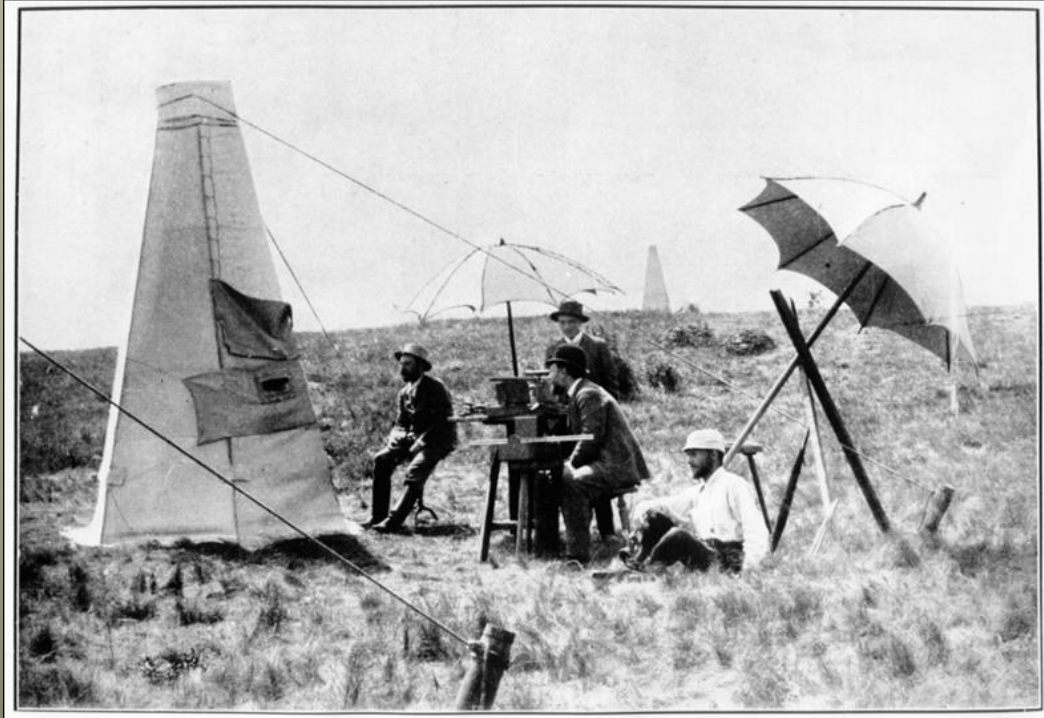


„Én részemről egész nyíltsággal jelenthetem ki, hogy ami keveset tudományos kutatásaim folyamán elértem, azt Süss segítségével nélkül aligha értem volna el.” (Eötvös L.)



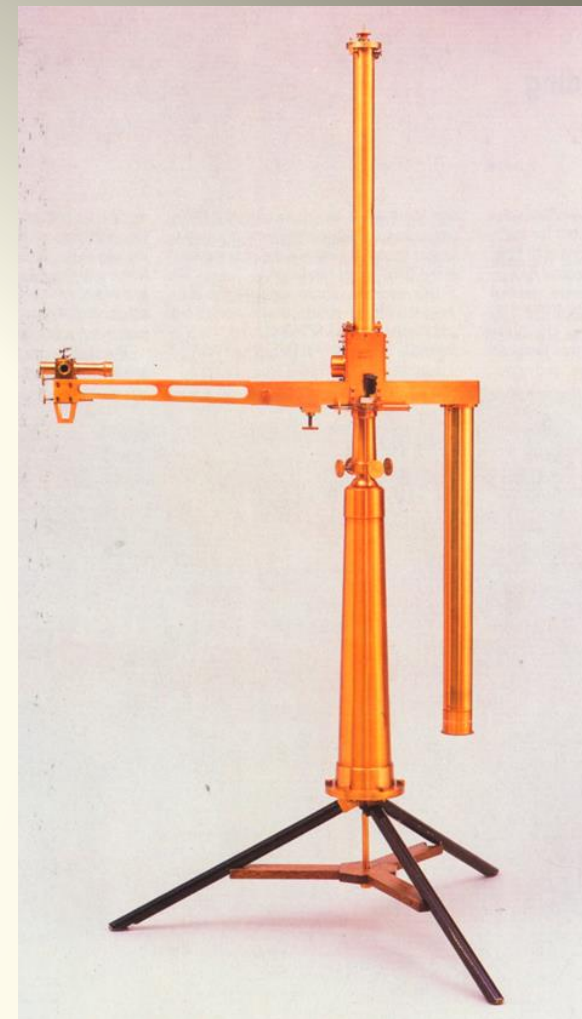
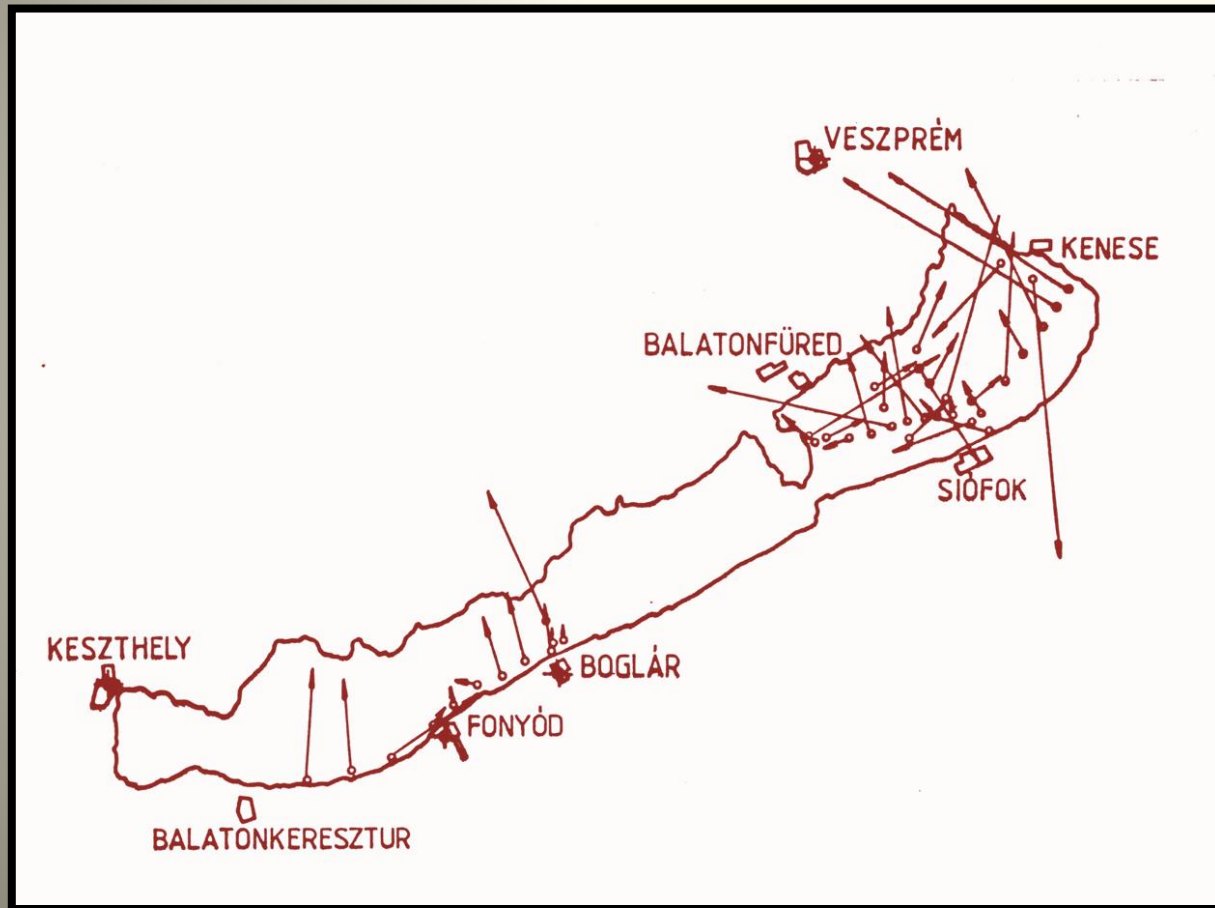


SÁG HEGYI MÉRÉS (1891)



A KÉPEN BALRÓL JOBBRA:
Bodola Lajos, Tangl Károly,
br. Eötvös Loránd,
Kövesligethy Radó

BALATONI MÉRÉS (1901, 1903)



Balaton inga (1898)

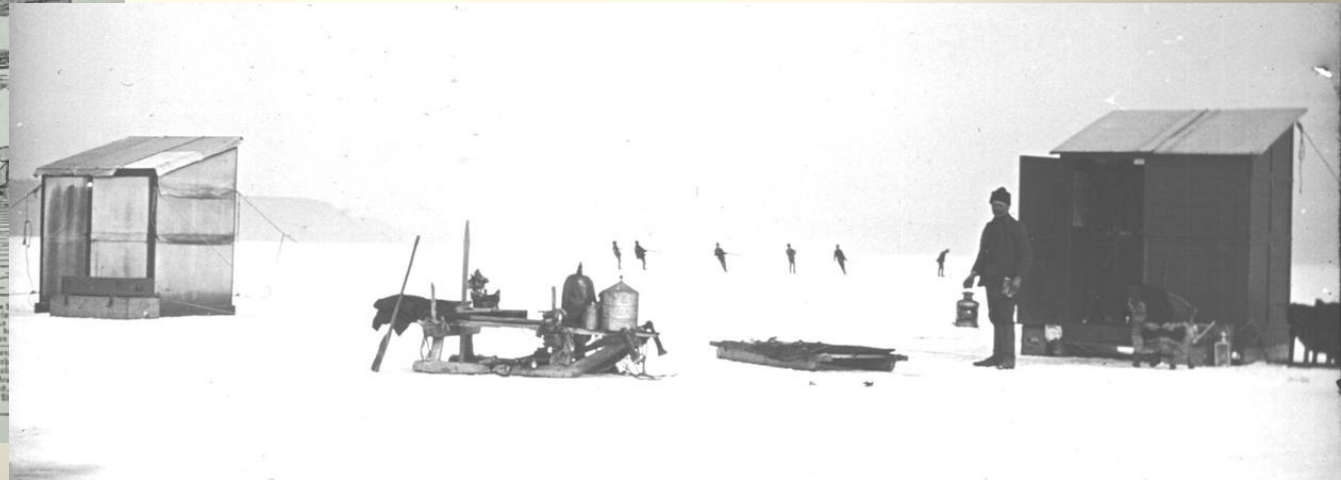
Párizsi Világkiállításon
Nagydíjat nyert (1900)

Politisches Volksblatt

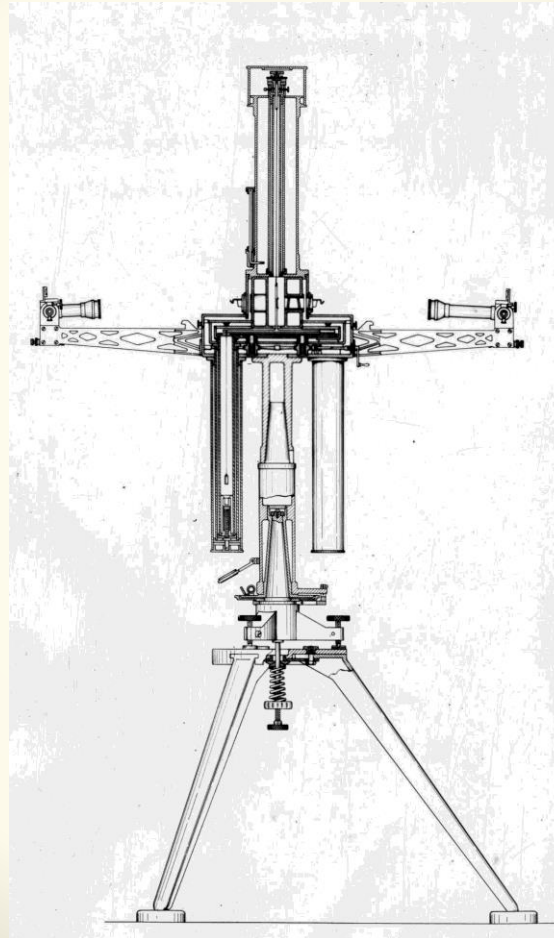
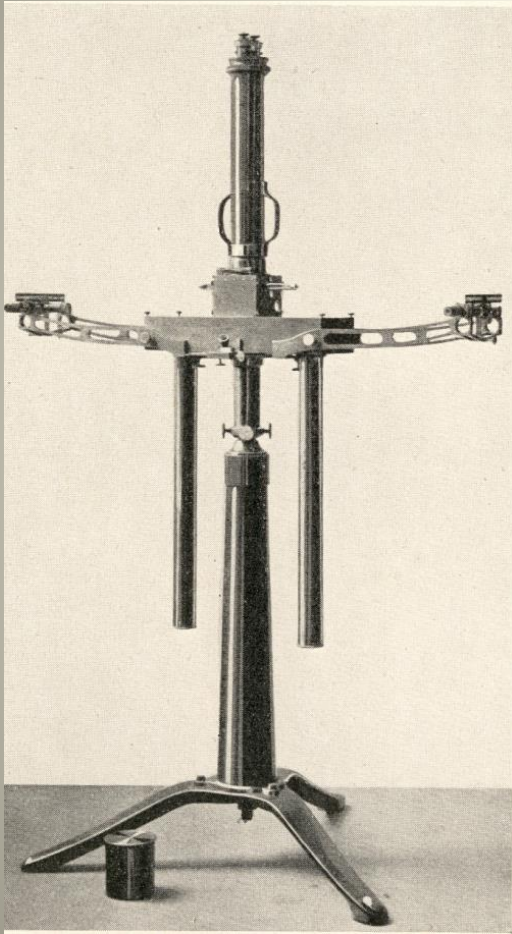
„Zwei ungarische Gelehrte in Lebensgefahr“

(Donnerstag, 26. Februar 1903)

„Két magyar tudós életveszélyben“



KETTŐS INGA (1902)



Alapelv: Eötvös két ingát egymás mellé helyezett, egymáshoz képest 180 fokkal elfordított helyzetben.

A MINISZTERSÉG 7 HÓNAPJA

(1894 JÚNIUS – 1895 JANUÁR)

„Tudományos az iskola, tudományos a tanítás ott, de csakis ott, ahol tudósok tanítanak. Hozzátehetem, hogy tudósnak nem a sokat tudót, hanem a tudomány kutatóját nevezem.

...

A gondolkodásban önállóságot csak az olyan tanár tanítása adhat, aki maga önállóan gondolkodik, s éppen ez az önállóság az, ami a legszükségesebb a tudósnak, mint a gyakorlat emberének.”

(Rektori székfoglaló, 1891)

„Az iskola nemzetiségi kérdéseiben nem általános rendszabályokkal fogunk rendet teremteni, hanem azzal, hogy bár legkisebbnek látszó és sokszor nagyon kényes esetekben kellő tapintattal intézkedünk és lehetőleg nem cselekszünk mást, olyat, ami fájna nekünk, ha velünk történné.”

(válasz a tanfelügyelők üdvözlő küldöttségének, miniszterre avatásakor, 1894)

A MINISZTERSÉG 7 HÓNAPJA

(1894 JÚNIUS – 1895 JANUÁR)

Kedves fiam!

... ha valaha miniszter lennél - mitől egyébiránt Isten őrizzen meg, főképp Magyarországon...

Eötvös József



- Eötvös József Kollégium alapítása.
- Fizika tanár továbbképzés létrehozása.
- 400 népiskola alapítása
- Jelentősen emelte a tanítók segélyezését
- Matematikai és Physikai Társulat alapítása.
- Kötelező polgári házasság bevezetése
- Zsidó vallás egyenjogusítása

AZ INGA NEMZETKÖZI KARRIERJE

A SÚLYOS ÉS TEHETETLEN TÖMEG EKVIVALENCIÁJÁNAK VIZSGÁLATA

A tömeg két, egymástól független definíciója:

1. Newton gravitációs vonzási törvénye:

$$F = \gamma \cdot \frac{m_1^{(s)} \cdot m_2^{(s)}}{r^2}$$

$m_i^{(s)}$: súlyos vagy gravitáló tömeg

2. Dinamika alaptörvénye (Newton II. tv.-e)

$$F = m^{(t)} \cdot a$$

$m^{(t)}$: tehetetlen tömeg



Galileo (1590 ?) :

$$\frac{m^s}{m^t} = 1 \pm 1/200$$



Newton (1686) :

$$\frac{m^s}{m^t} = 1 \pm 1/1000$$

Bessel (1832) :

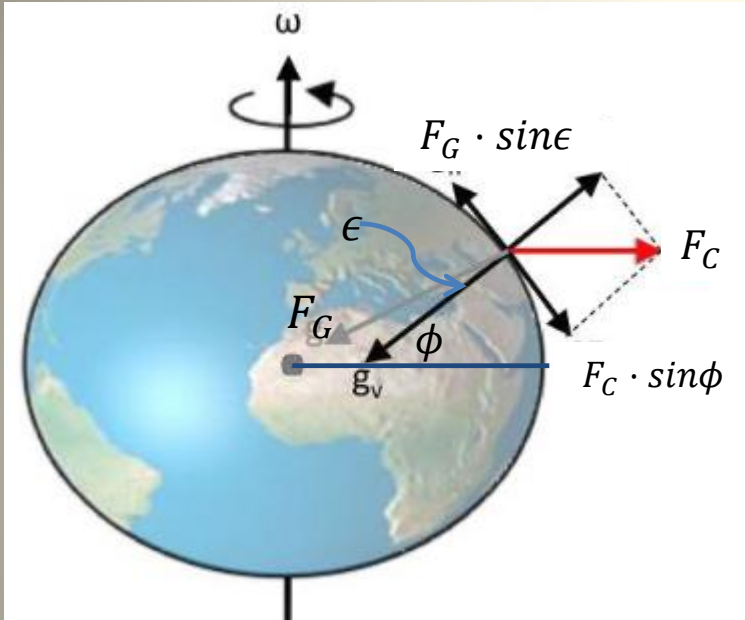
$$\frac{m^s}{m^t} = 1 \pm 1/200000$$

$$\gamma \cdot \frac{M_F \cdot m^{(s)}}{r^2} = m^t \cdot a$$

$$a = \gamma \cdot \frac{M_F}{r^2} \cdot \frac{m^{(s)}}{m^{(t)}}$$

AZ INGA NEMZETKÖZI KARRIERJE

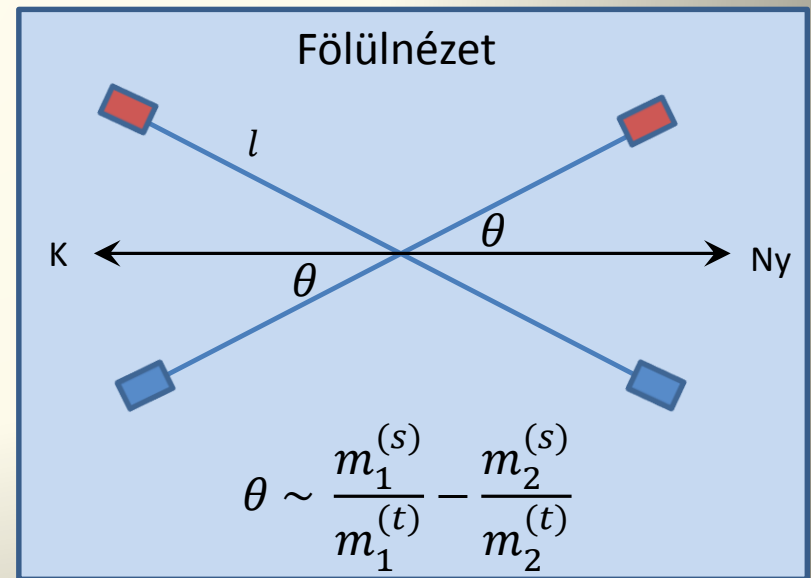
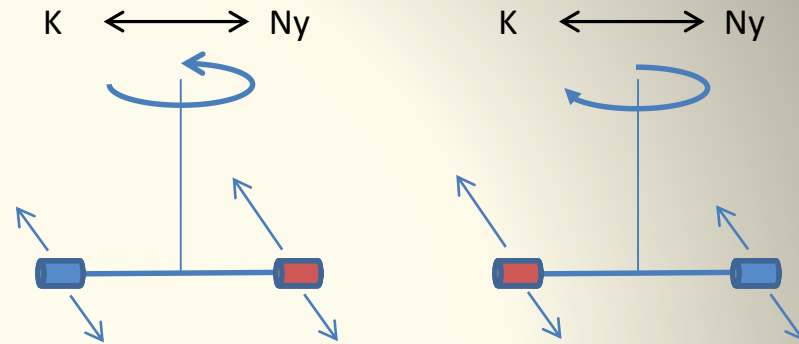
A SÚLYOS ÉS TEHETETLEN TÖMEG EKVIVALENCIÁJÁNAK VIZSGÁLATA



$$F_G = \gamma \cdot \frac{M_F \cdot m^{(s)}}{r_F^2} \quad F_C = R \cdot \Omega^2 \cdot m^{(t)}$$

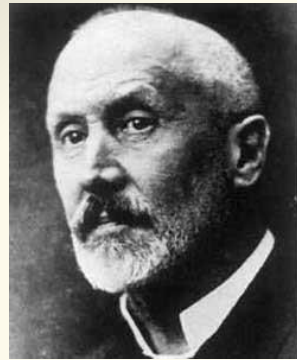
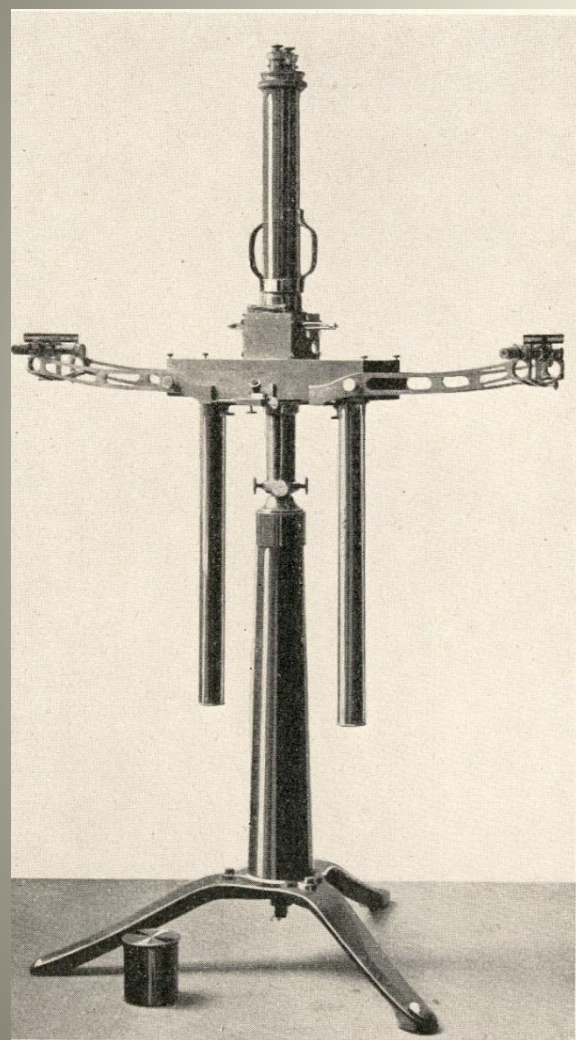
ϕ : Földrajzi szélesség

ϵ : Függővonal elhajlás



AZ INGA NEMZETKÖZI KARRIERJE

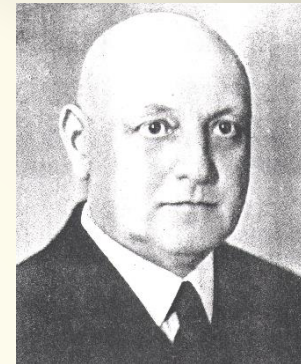
A SÚLYOS ÉS TEHETETLEN TÖMEG EKVIVALENCIÁJÁNAK VIZSGÁLATA



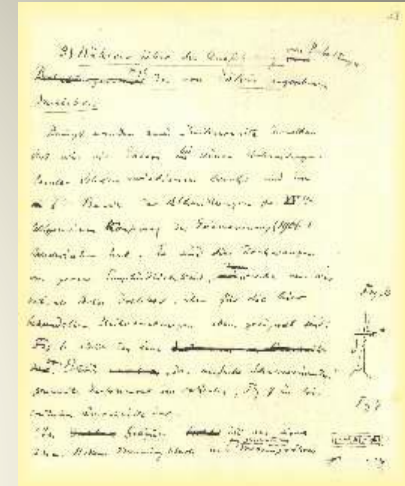
Eötvös Loránd



Pekár Dezső



Fekete Jenő



Felhasznált anyagok:

platina, vas, réz, arany, urán, fa, víz, marha fagyú, ...

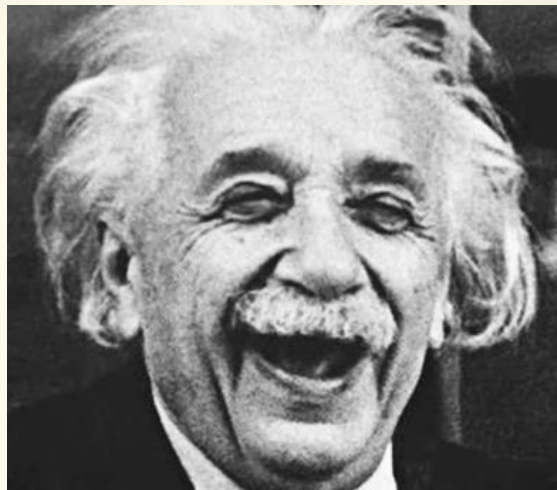
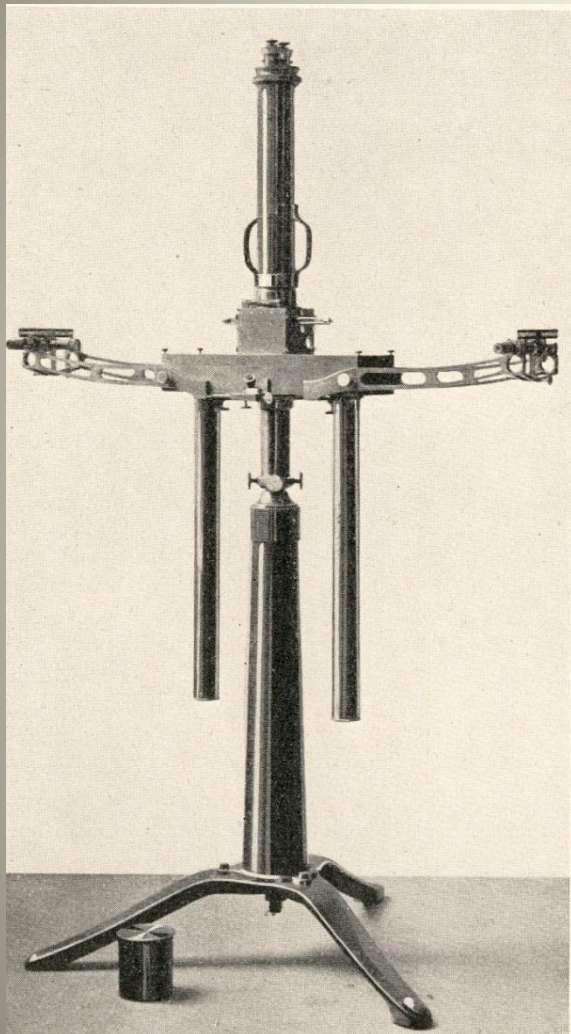
Elért pontosság:

$$\frac{m^s}{m^t} = 1 \pm 0,000\ 000\ 005 = 1 \pm 1/200000000$$

- A kísérlet elnyerte a Göttingeni egyetem által kiírt Beneke díjat.
- Az Eötvös kísérlet dokumentuma 2015-ben az UNESCO világemlékezet részévé vált.

AZ INGA NEMZETKÖZI KARRIERJE

A SÚLYOS ÉS TEHETETLEN TÖMEG EKVIVALENCIÁJÁNAK VIZSGÁLATA



A. Einstein (1879-1955)

5. I. 18.

Hoch verehrter Herr Kollege!

Durch das Ableben von Herrn Prof. Helmholtz ist die Stelle des Direktors am Potsdamer geodätischen Institut vakant geworden. Es ergibt sich daraus für die Akademie, die Universität und das Ministerium die verantwortungsvolle Aufgabe, einen Nachfolger zu suchen. Verschiedene Kollegen haben mich nun gebeten, von sachkundiger und nicht interessierter Seite ein Gutachten einzuholen. Es scheint mir, dass Sie, hochgeachteter Herr Kollege, der einzige sind, auf dessen Meinung wir in dieser Angelegenheit Gewicht legen sollen, ich bitte Sie daher, mir Ihren Rat zukommen zu lassen.

Ohne Ihren Ausspruch im Gerüstsystem vorzuziehen zu wollen, bitte ich Sie doch, in Ihrem Schreiben ^{an} auf die Namen

Lehmann (Wien)
Wiechert (Göttingen)
Kudger
Hohlschütter } (Potsdam)
Schneiders

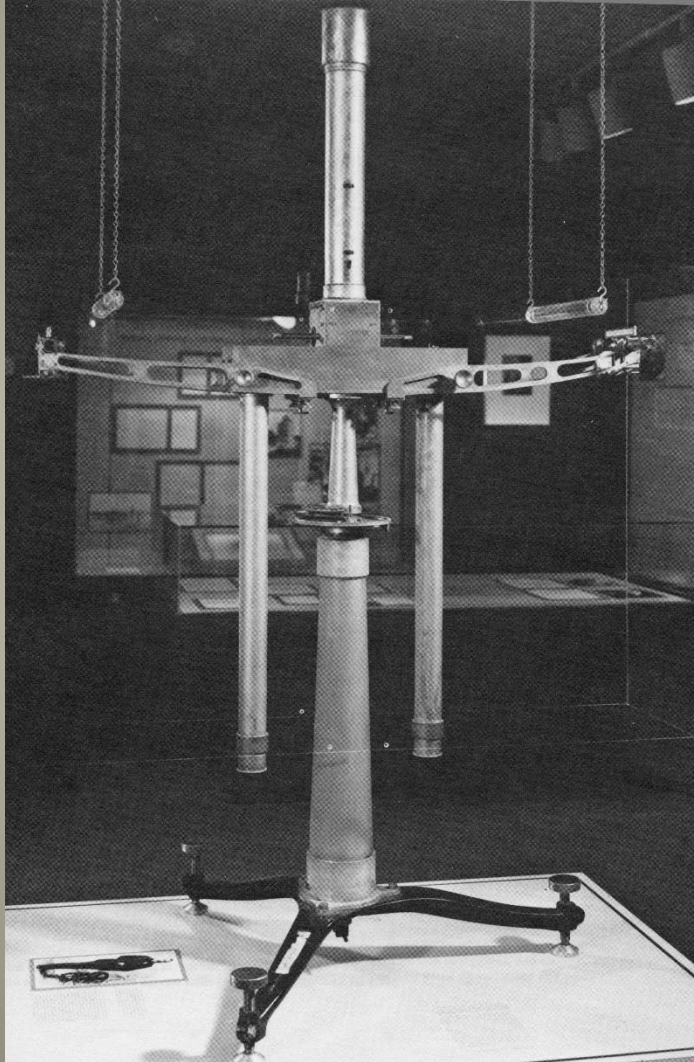
irgendwie zu sprechen zu kommen, weil ~~die~~ die Behörden ~~gelegentlich~~ auf diese Männer bereits aufmerksam gemacht worden sind.

Bemerkungen über die wissenschaftliche Bedeutung jedes der drei letztgenannten Herren wären mir auch in dem Falle erwünscht, dass dieselben neben den beiden erstgenannten für den zu besetzenden Posten nicht in Betracht zu ziehen sind.

Ihren hoch geschätzten Antwort mit grossem Interesse entgegennehmend bin ich mit ausgesprochenster Hochachtung

Hinguzugeben
A. Einstein
Haberlandstr. 5
Berlin - Schöneberg.

EINSTEIN CENTENÁRIUMI KIÁLLÍTÁS (1979, WASHINGTON)



„Nem szeretném azonban ezt a levélváltást lezárni anélkül, hogy Önnek hálámat ne fejezzem ki azért az előrehaladásért, amelyet a súlyos és a tehetetlen tömeg azonosságára vonatkozó ismeretünk az Ön kutatásai által elért. Az utóbbi években ennek a kérdésnek elméleti oldalával foglalkoztam, és bátorkodom egy kis könyvecskét küldeni Önnek, amelyből az elvi szempontok nagyobb időráfordítás nélkül kivehetők.”

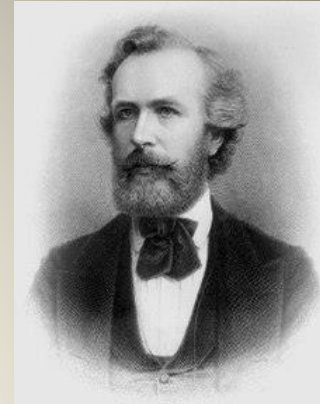
A. Einstein

AZ EÖTVÖS HATÁS



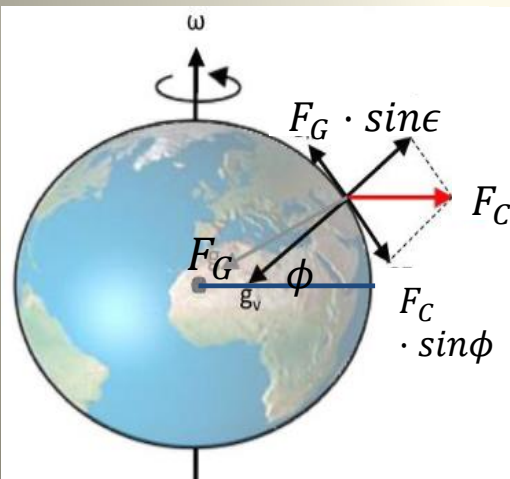
Oskar Hecker (1864-1938),
Potsdami Geodéziai Intézet igazgatója

*Bestimmung der Schwerkraft auf dem Atlantischen Ozean
sowie in Rio de Janeiro, Lissabon und Madrid. P.
Stankiewicz, Berlin 1903, S. VI, 137.*



Eötvös:

Földön mozgó testek súlya változik a sebességüktől és mozgás-
irányuktól függően.



$$F_C = R \cdot \Omega^2 \cdot m^{(t)}$$

v sebességű hajóval:

- Kelet felé haladva : $\Omega = \omega_F + \frac{v}{R}$
- Nyugat felé haladva: $\Omega = \omega_F - \frac{v}{R}$

(R : forgástengelytől mért távolság)

Ny $\rightarrow$ **K**

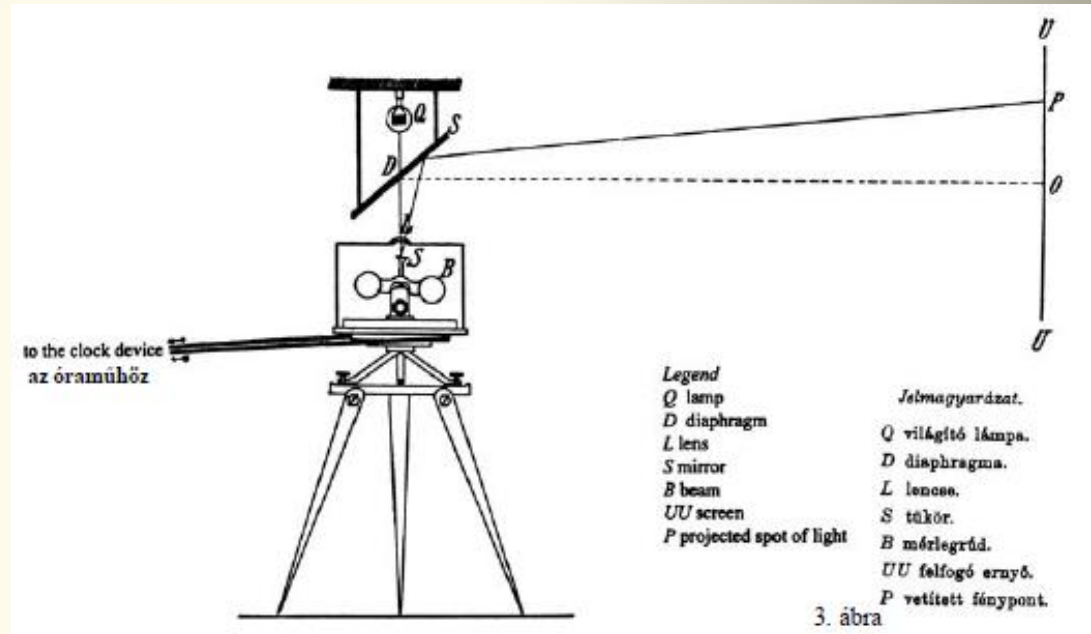
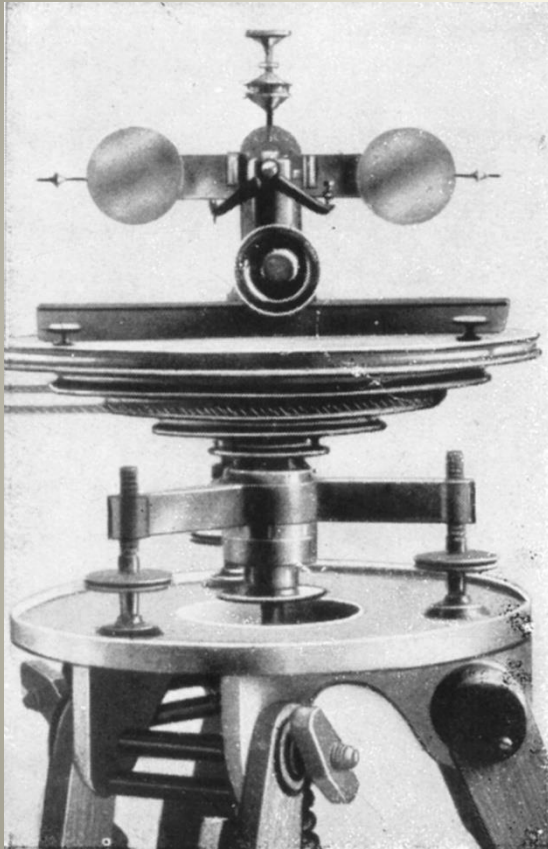


Ny $\leftarrow$ **K**



AZ EÖTVÖS HATÁS

AZ IGAZOLÁS KÍSÉRLETI ESZKÖZE – FORGÓ MÉRLEG

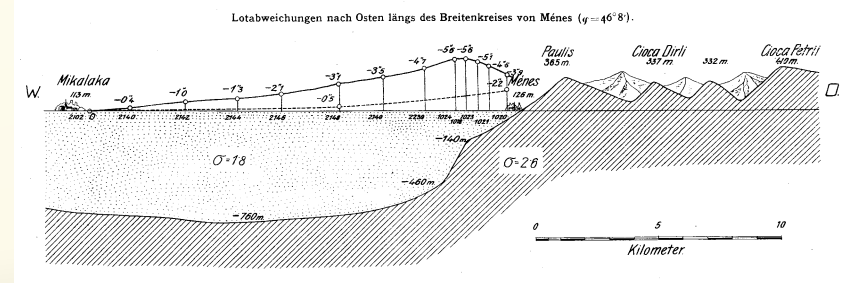
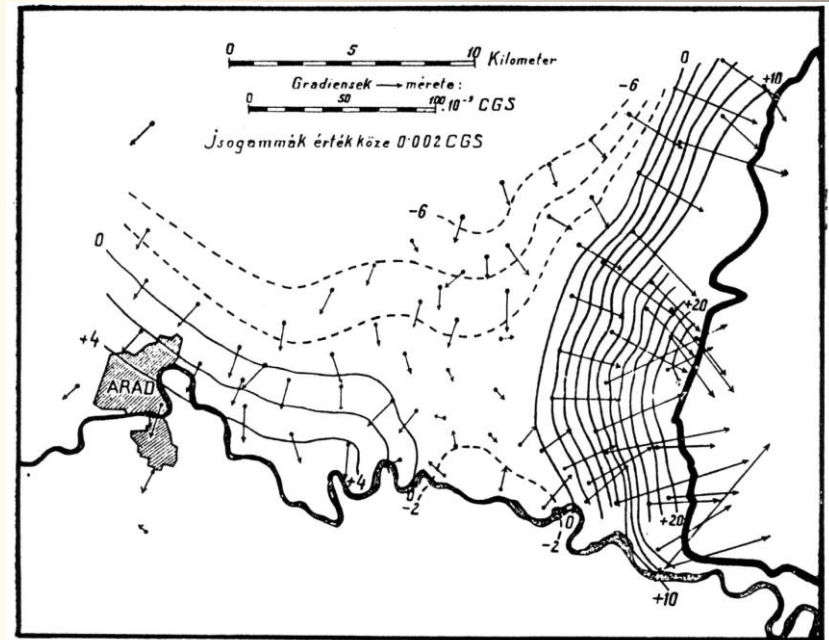
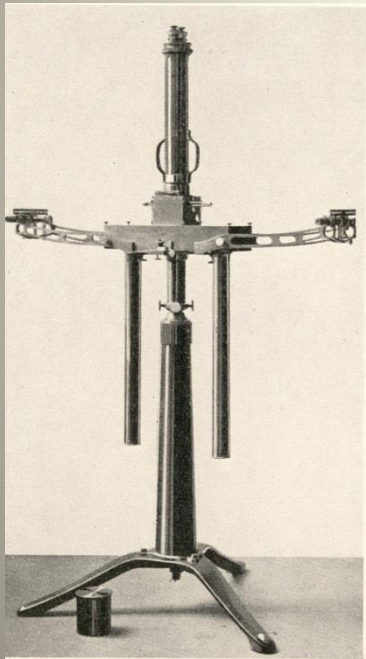


(1915)

AZ INGA NEMZETKÖZI KARRIERJE

AZ INGA BEMUTATÁSA NEMZETKÖZI KONFERENCIÁKON

- FIZIKUS KONGRESSZUS, PÁRIZS, 1900
- NEMZETKÖZI GEDÉZIAI ÉS GEOFIZIKAI UNIÓ (IUGG), BUDAPEST, 1906



Arad, 1906

AZ INGA NEMZETKÖZI KARRIERJE

AZ INGA BEMUTATÁSA NEMZETKÖZI KONFERENCIÁKON

Nagyméltóságod által felhozottak fontosságának tudatában, s figyelemmel a külföld megtisztelő óhaj nyilvánítására is, a minisztertanács készséggel hozzájárult ahhoz, hogy Nagyméltóságod részére, a folyó 1907 évre, említett vizsgálódásai támogatásul 60 000 azaz hatvanezer korona államsegély engedélyeztessék. — A pénzügyminiszter úrral pedig egyetértőleg és közösen gondoskodtam aziránt, hogy a jövő 1908 és 1909 évekre ugyancsak évi 60 000 azaz hatvanezer korona a mondott célra államköltségvetésileg előirányoztassék ...

Végül van szerencsém Nagyméltóságodat tiszteletteljesen felkérni, hogy vállalkozásának tudományos eredményéről majdan nekem is beszámolni, s arra is módot találni méltóztassék, hogy arról a külföld illetékes körei is kellő tájékoztatást nyerjenek. Óhajtom s remélem, hogy Nagyméltóságod eme munkásságával a magyar tudományosságnak örök dicsőséget arat. ...

Gróf Apponyi Albert kultuszminiszter levele Eötvöshöz

1907:

Önálló geofizikai Intézet megalapítása

1919:

Az intézet felveszi a

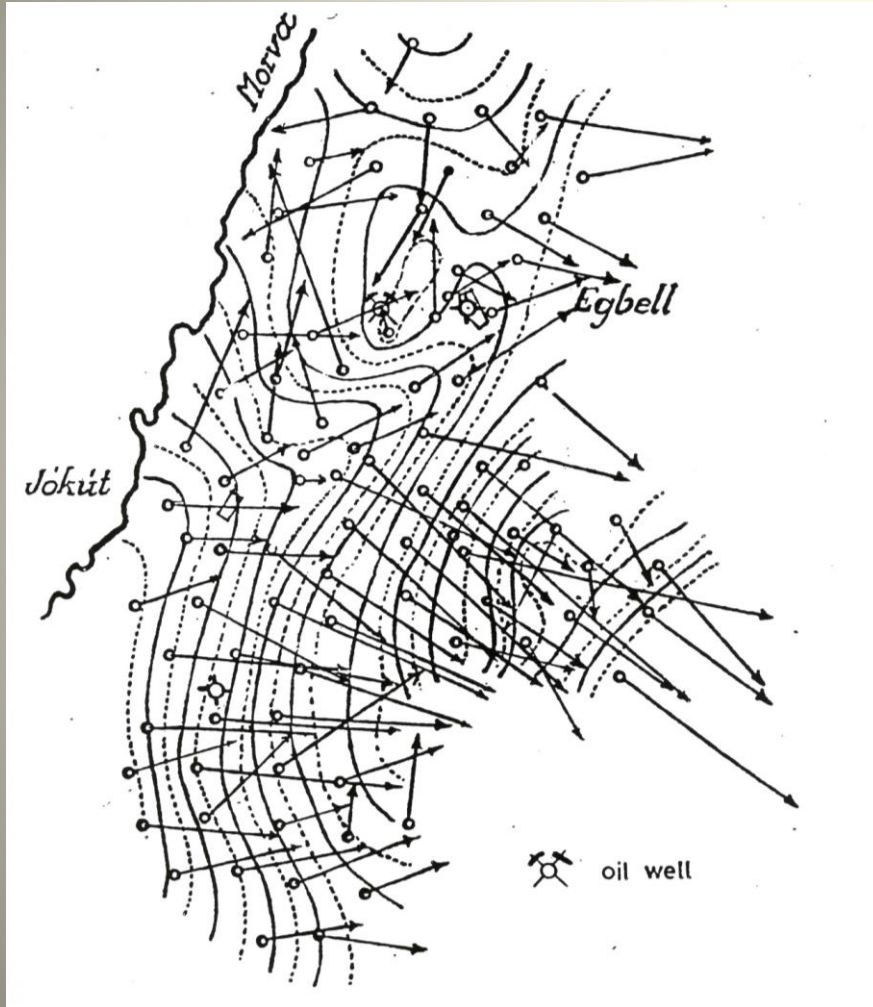
báró **Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI)** nevet

Első igazgatója: Pekár Dezső (1919-1935)



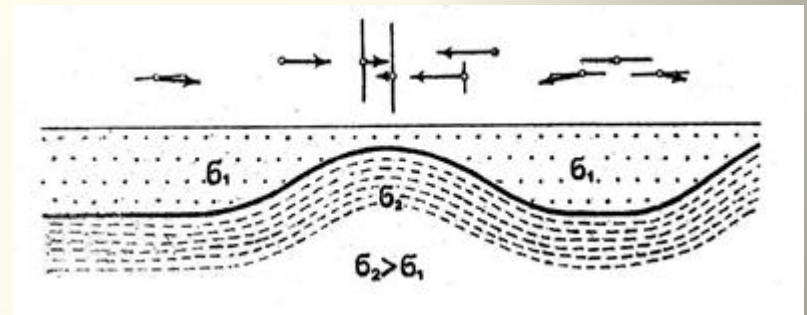
AZ INGA NEMZETKÖZI KARRIERJE

KÖOLAJKUTATÓ GEOFIZIKA MEGSZÜLETÉSE



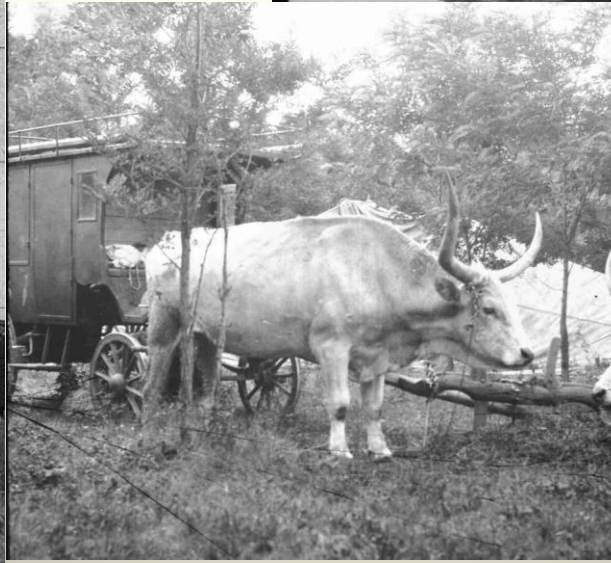
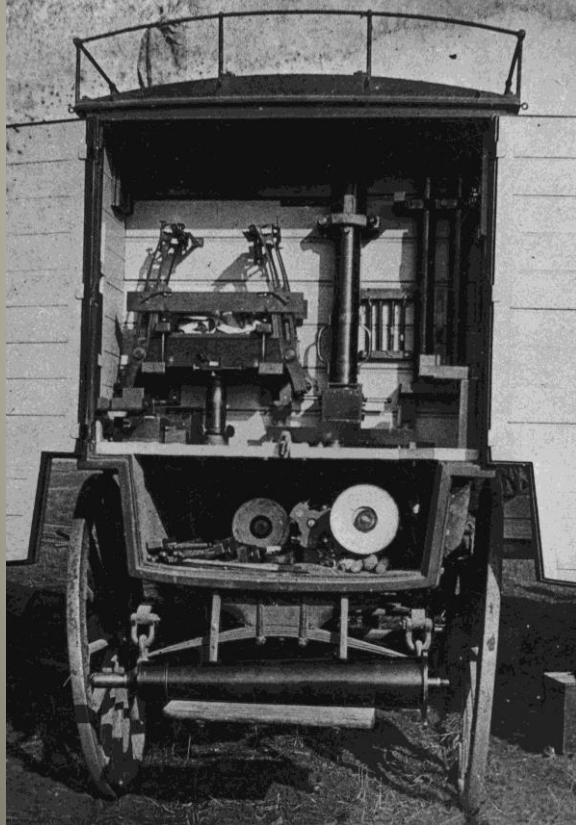
„...ha nem is volna meg a geológiai felvétel, az izogammák mégis biztos támpontot nyújtanának arra nézve, hogy hol telepítsünk kutató fúrást”

[Böckh Hugó]

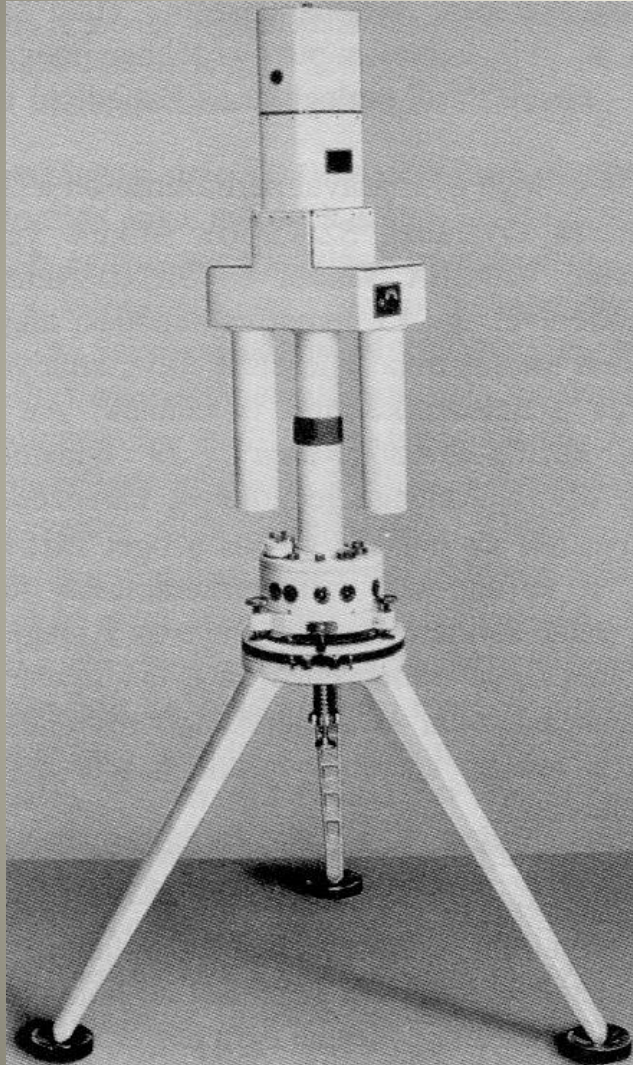


EGBELL (1916)

AZ INGA TÉRHÓDÍTÁSA



AZ UTOLSÓ GENERÁCIÓS EÖTVÖS-INGÁK



Csillapodás: 40, ill. 20 perc
Mérési idő: 160, ill. 80 perc

E-54, E-60

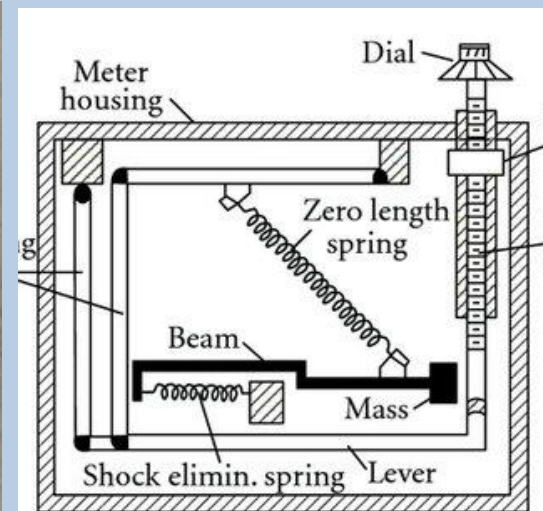
Nagydíj, Brüsszeli Világkiállítás, 1958

GRAVIMÉTER

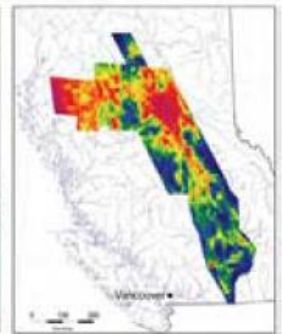
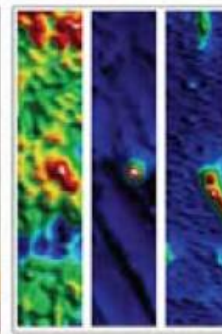
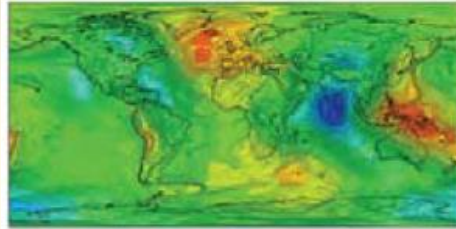
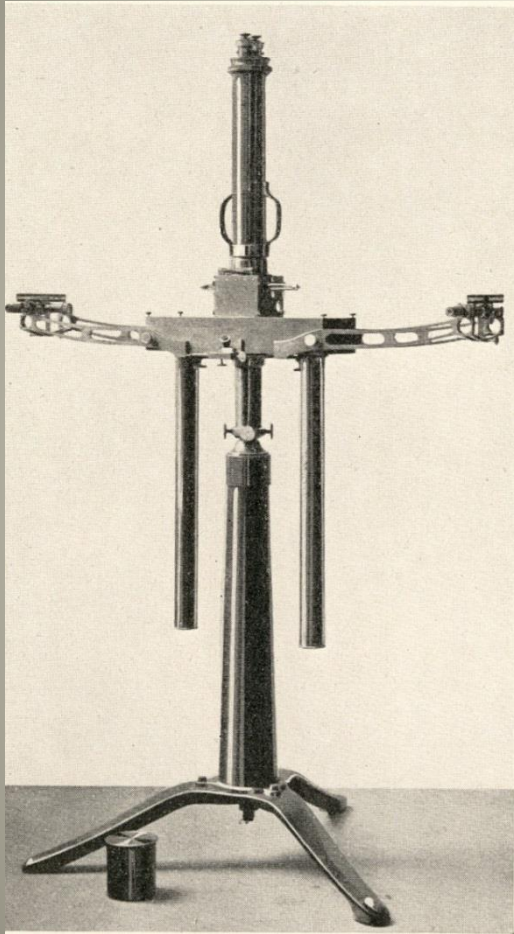


Bifiláris graviméter (1901)

LaCoste – Romberg graviméter



GRADIOMÉTER EÖTVÖS KORÁBAN ÉS MA

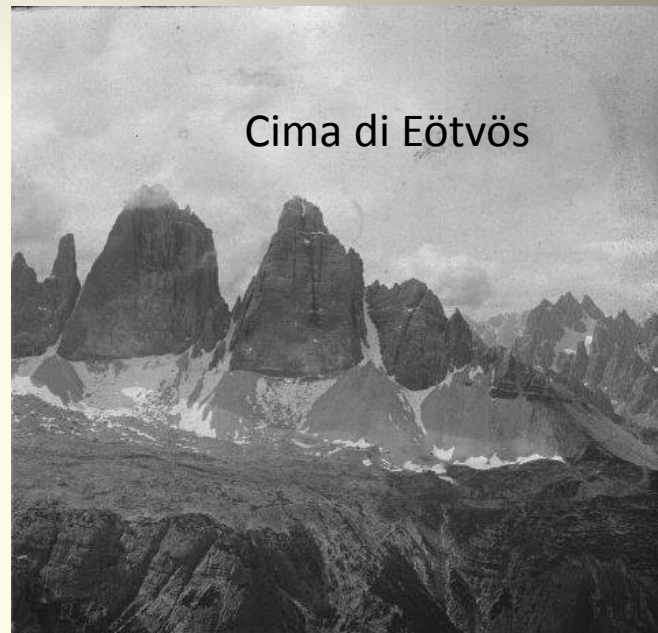


Airborne gravity, 2010, GEOSCIENCE AUSTRALIA RECORD 2010/23, edited by Richard Lane

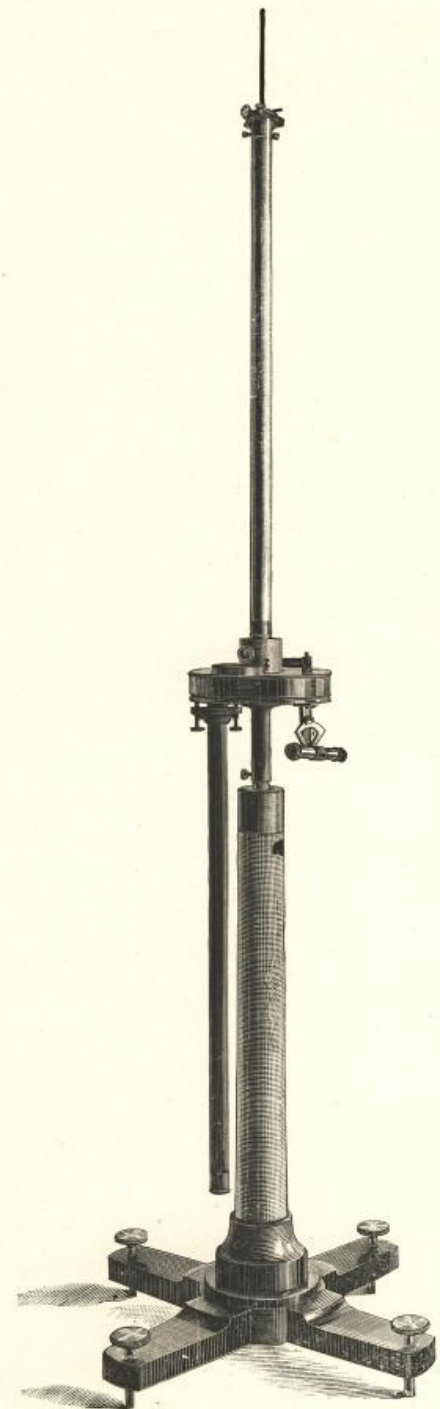
EÖTVÖS A HEGYMÁSZÓ



Eötvös baráti társaságban tréfásan többször is említette, hogy büszkébb hegymászó sikereire, mint a tudományos eredményeire.



KÖSZÖNÖM A FIGYELMET !



62. ORSZÁGOS FIZIKATANÁRI ANKÉT ÉS ESZKÖZBEMUTATÓ,
DEBRECEN, 2019. MÁRCIUS 15.

