



Cserti József

ELTE TTK
Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék
Budapest



Eötvös Loránd, a fizikus



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

Egyesült Nemzetek
Nevelésügyi, Tudományos és
Kulturális Szervezete

100th anniversary of Roland Eötvös
(1848-1919), physicist, geophysicist,
and innovator of higher education

Commemorated in association with UNESCO

Eötvös Loránd (1848-1919) fizikus,
geofizikus és a felsőoktatás
megújítójának 100. évfordulója

Az UNESCO-val közösen emlékezve

1EÖTVÖS

www.eotvos100.hu

Eötvös Loránd Ágoston

(1848-1919)

a tudós, egyetemi oktató és közéleti ember



Rosty Ágnes (1825-1913)

Báró **Eötvös Loránd** Budán született **1848**-ban.

Édesapja báró **Eötvös József** fró, politikus, édesanyja **Rosty Ágnes**.

Középiskoláit 1857-től a pesti piaristáknál, illetve magántanulóként végezte.



Eötvös József (1813-1871)

Év	életkor	események
1870	22	summa cum laude doktorál (tanárai: <i>Kirchhoff, Helmholtz és Bunsen</i>)
1871	23	Budapesti Tudományegyetem magántanára
1872	24	Budapesti Tudományegyetem rendes tanára
1873	25	akadémiai levelező tag
1883	35	akadémiai rendes tag
1889-1905	41	akadémia elnöke (16 éven át!)
1891	43	a Budapesti Tudományegyetem rektora
1894-1895	46	miniszter
1895	47	újra tanít
1906	57	visszavonul a közéletől az "ingákhoz".

Körmendi Alpár: *Eötvös gravitációs vizsgálatokhoz vezető útja*, Fizikai Szemle 1998/6. 183.o.

Tudományos eredmények:

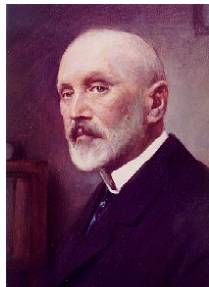
Eötvös-törvény (kapillaritás)

Eötvös-féle mágneses transzlatométer (Eötvös-ingához hasonlít)

Eötvös-effektus (Eötvös-hatás)

Eötvös-inga (torziós inga)

A súlyos és tehetetlen tömeg ekvivalenciája

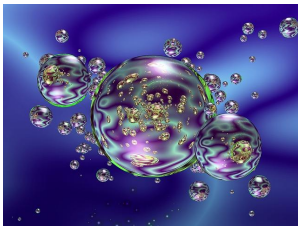


Eötvös kezdeti kutatási témája a *felületi feszültség*

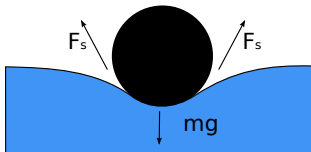
darázs a víz felületén



szappanbuborékok

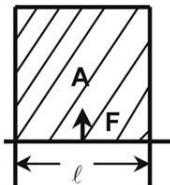


pénz úszik a vízben



szabandon
mozoghat

drótkeret



$$\gamma = \frac{F}{l}$$

felületi feszültség

Eötvös-törvény

Folyadékok felületi feszültségének hőmérsékletfüggése

felületi feszültség

Eötvös-állandó $k = 2.1 \times 10^7 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}^{2/3})$

$$\gamma v^{2/3} = k(T_k - T)$$

a folyadék moláris térfogata

a folyadék kritikus hőmérséklete

hőmérséklet

The diagram shows the Eötvös equation $\gamma v^{2/3} = k(T_k - T)$ enclosed in a rectangular box. Arrows point from external labels to specific parts of the equation: 'felületi feszültség' (red text) points to the Greek letter gamma; 'a folyadék moláris térfogata' points to the 'v' term; 'Eötvös-állandó' (blue text) points to the 'k' term; 'a folyadék kritikus hőmérséklete' points to the 'T_k' term; and 'hőmérséklet' points to the 'T' term. To the right of the box, the value of the constant is given as $k = 2.1 \times 10^7 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}^{2/3})$.

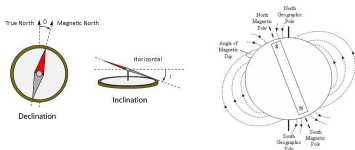
A felületi feszültség lineárisan csökken a hőmérséklet növelésével.

Eötvös-féle mágneses transzlatométer

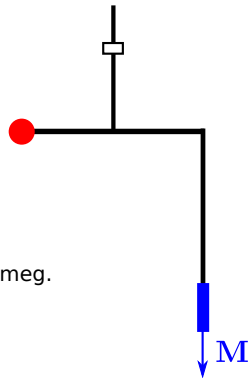
Közetek mágnesezettségének mérése
inhomogén mágneses térben

Agyagedények **mágnesességének mérése:**

az i. e. 8. században az **inklináció** kicsi és a *maival ellentéző irányú volt.*



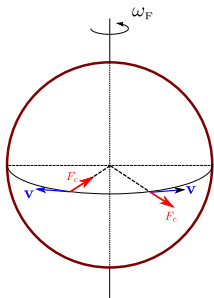
Eötvös-ingához hasonlít



Eötvös az érzékeny **mágneses transzlatométerével**
a közetek *mágneses momentumának* irányát határozta meg.

Eötvös Loránd: A mágnesi inklinációról a múlt időben. A Math. és Phys. Társulatban tartott előadás kivonata. Term. tud. Közlöny 32, 1900, 246 — 247. o. — Német fordításban: Eötvös Loránd összegyűjtött munkái (Roland Eötvös Gesammelte Arbeiten). A MTA m. egzbizásából összeállította Selényi Pál. Budapest, 1953, 265 — 266. o.
Haáz István (Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Budapest): Eötvös és a paleomágnesség, Fizikai Szemle, 2. szám 50. o. 1964.

Eötvös-effektus



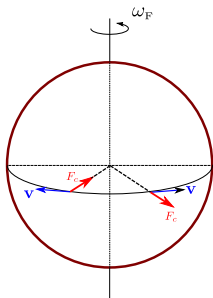
A függőleges irányú **Coriolis-erő** a keletre haladó testeket emeli, súlyukat csökkenti.

Egy 100 kg-os kelet felé gyalogló ember ($v = 1 \text{ m/s}$) súlya Budapesten

Eötvös Loránd: Kísérleti kimutatása annak a nehézségi változásnak, amelyet valamely, a szabályos alakúnak felvett földfelületen keleti vagy nyugati irányban mozgó test e mozgás által szenved, Matematikai és Természettudományi Értesítő, XXXVII., 1., 1-28. **1920.**

Tél Tamás (ELTE TTK), Vízáramlás és örvények az Egyenlítő két oldalán — a Föld forgásának hatása kicsiben és nagyban, Atomoktól a csillagokig, 2013. március 7.
Horváthy Péter, KÖMAL **55**, 297 (2005).

Eötvös-effektus



A függőleges irányú **Coriolis-erő** a keletre haladó testeket emeli, súlyukat csökkenti.

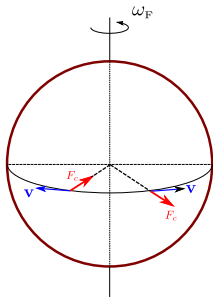
Egy 100 kg-os kelet felé gyalogló ember ($v = 1 \text{ m/s}$) súlya Budapesten

1.5 g-mal csökken!

Eötvös Loránd: Kísérleti kimutatása annak a nehézségi változásnak, amelyet valamely, a szabályos alakúnak felvett földfelületen keleti vagy nyugati irányban mozgó test e mozgás által szenved, Matematikai és Természettudományi Értesítő, XXXVII., 1., 1-28. **1920**.

Tél Tamás (ELTE TTK), Vízáramlás és örvények az Egyenlítő két oldalán — a Föld forgásának hatása kicsiben és nagyban, Atomoktól a csillagokig, 2013. március 7.
Horváthy Péter, KÖMAL **55**, 297 (2005).

Eötvös-effektus



A függőleges irányú **Coriolis-erő** a keletre haladó testeket emeli, súlyukat csökkenti.

Egy 100 kg-os kelet felé gyalogló ember ($v = 1 \text{ m/s}$) súlya Budapesten

1.5 g-mal csökken!

Eötvös-mérleg



Eötvös Loránd: Kísérleti kimutatása annak a nehézségi változásnak, amelyet valamely, a szabályos alakúnak felvett földfelületen keleti vagy nyugati irányban mozgó test e mozgás által szenved, Matematikai és Természettudományi Értesítő, XXXVII., 1., 1-28. **1920.**

Tél Tamás (ELTE TTK), Vízáramlás és örvények az Egyenlítő két oldalán — a Föld forgásának hatása kicsiben és nagyban, Atomoktól a csillagokig, 2013. március 7.
Horváthy Péter, KÖMAL **55**, 297 (2005).

Eötvös-féle torziós inga

A **Cavendish**-féle torziós inga (1798) javított változata



Eötvös-féle torziós inga alkalmazásai:

A gravitációs állandó meghatározása

A gravitációs gyorsulás helyi változásainak
rendkívül pontos mérése (az egyik súly lejjebb van)

A súlyos és a tehetetlen tömeg azonosságának kimutatása

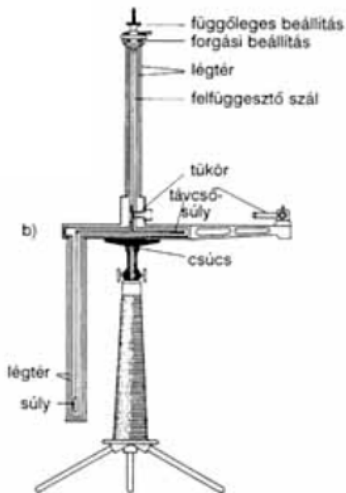
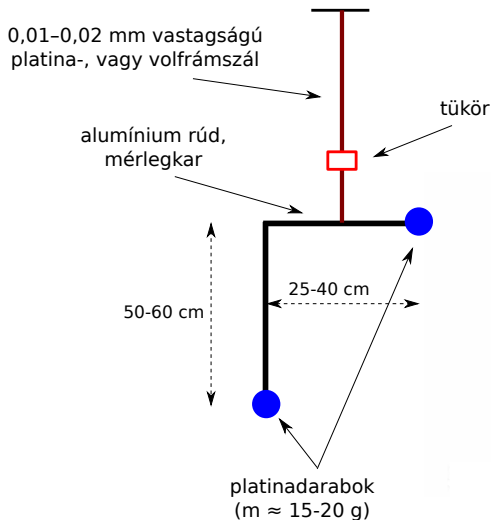
A *gravitáció árnyékolhatatlansága* (változik-e az inga mozgása,
ha az egymást vonzó tárgyak közé egy harmadik testet teszünk).

Eötvös jelentősen növelte az eszköz stabilitását
és érzékenységét.

Zavaró hatások, mint pl. mágneses és elektromos
terek, felmelegedések, légáramlatok kiszűrésére
hármás falú fémszekrénybe zárta az ingát.

**Az 1900-as párizsi világkiállításon
díjat nyert.**

Az Eötvös-féle torziós inga általános elrendezése „horizontális variométer”



Az első kísérleti mérések az Eötvös-féle torziós ingával

földgáz-, olaj-, érc-, szénlelőhelyek keresése



Az első kísérleti mérések:

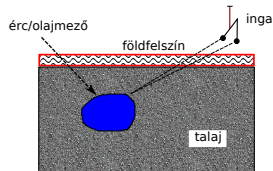
1891-ben a [Ság-hegyen](#),
1901 és 1903 telén a [Balaton jégén](#).

Galilei tiszteletére:

$$1 \text{ Gal} = 10^{-2} \text{ m/s}^2 = 1 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$$

Árapály okozta változások: $\sim 0,2 \text{ mGal}$

Nap gravitációs hatása: $\sim 0,05 \text{ mGal}$



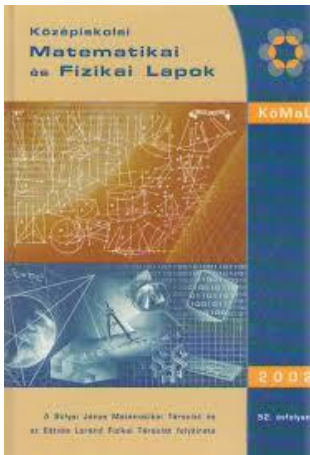
Lehetőség nyílt a **nehézségi erőter helyi változásának** rendkívül **nagy pontosságú** mérésére.

A nehézségi erőter **helyi változásának egysége** az **Eötvös**:

$$1 \text{ E} = 10^{-7} \frac{\text{Gal}}{\text{m}} = 0,1 \frac{\text{mGal}}{\text{km}} = 10^{-9} \frac{1}{\text{s}^2}$$

A Föld felszínén a g változása $\sim 3000 \text{ E} = 0,3 \text{ mGal/m}$.

Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok (KöMaL)



Arany Dániel úgy döntött, hogy egy középiskolásoknak szóló matematikai újságot alapít.

A lap első példánya **1894. január 1-én** jelent meg!

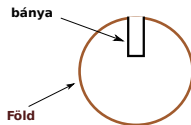
Azóta **matematikusok** és **más tudósok** **több generációja** csiszolta problémamegoldó képességét a KöMaL révén.

A fizika rovat jelenlegi szerkesztője: **Gnädig Péter**

A **KöMaL Magyar Örökség Díjas** (2012. március)
Hungarikum

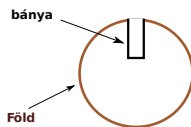
1271. Hol nagyobb a nehézségi gyorsulás:
a Föld felszínén, vagy egy mély bányaknában?
Számítsuk ki az eltérést egy 1000 m-es akna esetén!
(A gömb alakúnak tekintett Föld átlagos sűrűsége
 $5,5 \text{ g/cm}^3$, a kéregé 3 g/cm^3 .
A Föld forgását ne vegyük figyelembe.)

(Egyetemi versenyfeladat)* **BC**



1271. Hol nagyobb a nehézségi gyorsulás:
a Föld felszínén, vagy egy mély bányaknában?
Számítsuk ki az eltérést egy 1000 m-es akna esetén!
(A gömb alakúnak tekintett Föld átlagos sűrűsége
 $5,5 \text{ g/cm}^3$, a kéregé 3 g/cm^3 .
A Föld forgását ne vegyük figyelembe.)

(Egyetemi versenyfeladat)* **BC**



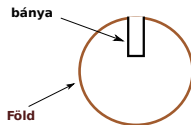
Megoldás (Kömal, 1975/11. szám, 182-183. oldal)

A gravitációs gyorsulás a bányaknában $5,6 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}^2 = 56 \text{ mGal}$
értékkel **nagyobb** a felszíni értékhez képest, és a mai eszközökkel már jól mérhető.

Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok (Kömal), 1975. év, 2. szám

1271. Hol nagyobb a nehézségi gyorsulás: a Föld felszínén, vagy egy mély bányaknában? Számítsuk ki az eltérést egy 1000 m-es akna esetén! (A gömb alakúnak tekintett Föld átlagos sűrűsége $5,5 \text{ g/cm}^3$, a kéregé 3 g/cm^3 . A Föld forgását ne vegyük figyelembe.)

(Egyetemi versenyfeladat)* **BC**



Megoldás (Kömal, 1975/11. szám, 182-183. oldal)

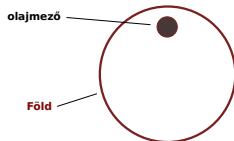
A gravitációs gyorsulás a bányaknában $5,6 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}^2 = 56 \text{ mGal}$ értékkel **nagyobb** a felszíni értékhez képest, és a mai eszközökkel már jól mérhető.

Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok

(Kömal), 2007/4. szám, 251. oldal

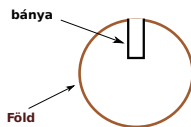
3977. Mennyivel változtatja meg a gravitációs gyorsulás nagyságát a földkéregben lévő gömb alakú olajmező, ha a gömb sugara 10 km, a középpontja pedig 11 km mélyen van a Föld felszíne alatt? Számítsuk ki, hogy mennyi a változás a Föld felszínén pontosan az olajmező fölött, illetve ettől a ponttól 20 km távolságban!

(Kitűző: Cserti József)



1271. Hol nagyobb a nehézségi gyorsulás: a Föld felszínén, vagy egy mély bányaknában? Számítsuk ki az eltérést egy 1000 m-es akna esetén! (A gömb alakúnak tekintett Föld átlagos sűrűsége $5,5 \text{ g/cm}^3$, a kéregé 3 g/cm^3 . A Föld forgását ne vegyük figyelembe.)

(Egyetemi versenyfeladat)* **BC**



Megoldás (Kömal, 1975/11. szám, 182-183. oldal)

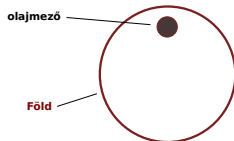
A gravitációs gyorsulás a bányaknában $5,6 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}^2 = 56 \text{ mGal}$ értékkel **nagyobb** a felszíni értékhez képest, és a mai eszközökkel már jól mérhető.

Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok

(Kömal), 2007/4. szám, 251. oldal

3977. Mennyivel változtatja meg a gravitációs gyorsulás nagyságát a földkéregben lévő gömb alakú olajmező, ha a gömb sugara 10 km, a középpontja pedig 11 km mélyen van a Föld felszíne alatt? Számítsuk ki, hogy mennyi a változás a Föld felszínén pontosan az olajmező fölött, illetve ettől a ponttól 20 km távolságban!

(Kitűző: Cserti József)



Megoldás (Kömal 2008/1. szám, 52-53. oldal):

Az olajmező fölött: $0,01 \text{ m/s}^2 = 1 \text{ Gal}$, azaz 1 ezreléssel **kisebb** a gravitációs gyorsulás.

A tehetetlen és a gravitációs (súlyos) tömeg azonossága

A gyenge ekvivalenciaelv

1906-ban a **göttingeni egyetem** Benecke-féle pályázatának kiírása az alábbi célkitűzést tartalmazta:

"... vizsgáltsák meg részletesen a Newton-féle törvény a gravitáció és tehetetlenség arányosságáról".

A pályázat elbírálására 1909-ben került sor. Egy pályamunka érkezett, szerzői:

Ötvös Loránd, Pekár Dezső és Fekete Jenő.

Jeligéjük: "Ars longa, vita brevis" ("A művészet marad, az élet szalad")

Tartalma szerint pedig a kétfajta tömeg **1/200 000 000** pontosságig mérve **egyeznek**.

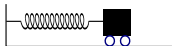
Gyenge ekvivalenciaelv: a gravitációs gyorsulás **független** az anyagi minőségtől

A tehetetlen és a súlyos tömeg Newton törvényei



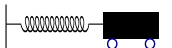
Sir Isaac **Newton**
(1642 - 1726)

Adott idő alatt (pl. 1 sec) milyen messzire gurul a két kiskocsi?
A rugók egyformán vannak összenyomva (azonos erő hat a kocsikra).



etalon tömeg (pl. 1 kg)

$$s = \frac{a}{2} t^2$$



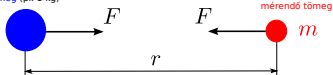
a mérendő tömeg

$$F = m_t a$$

tehetetlen tömeg

Két tömeg vonzza egymást:

etalon tömeg (pl. 1 kg)



A gravitációs erő nagysága:

súlyos tömeg

$$F = G \frac{m_s M}{r^2}$$

Gravitációs állandó

$$G = (6,67427 \pm 0,00067) \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

Szabadesés

Newton "almája"

A test súlya, azaz a ráható gravitációs erő: $F = m_s g$

Newton II. törvénye: $F = m_t a$

szabadesés ideje:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{a}} = \sqrt{\frac{2h}{g} \frac{m_t}{m_s}}$$

$$a = \frac{m_s}{m_t} g$$



Galileo **Galilei**
(1564-1642)



Friedrich Wilhelm **Bessel**
(1784 - 1846)

Bessel, német természettudós, csillagász, geodéta, matematikus, Carl Friedrich **Gauss** kortársa

Inga-kísérletekkel megmutatta, hogy a **súlyos** és a **tehetetlen tömeg**

$$2 \cdot 10^{-5}$$

pontossággal **egyenlő**.

$$g \rightarrow g \frac{m_s}{m_t}$$
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \rightarrow 2\pi \sqrt{\frac{l}{g} \frac{m_t}{m_s}}$$



Az Apollo-15 program

Három napos tartózkodás a Holdon (1971. július 26- augusztus 7.)

Legénység: **Dave Scott**, **Al Worden** és **Jim Irwin**

Cél: geológiai vizsgálatok, kőzetminták gyűjtése

A Galilei kísérlet modern változata:

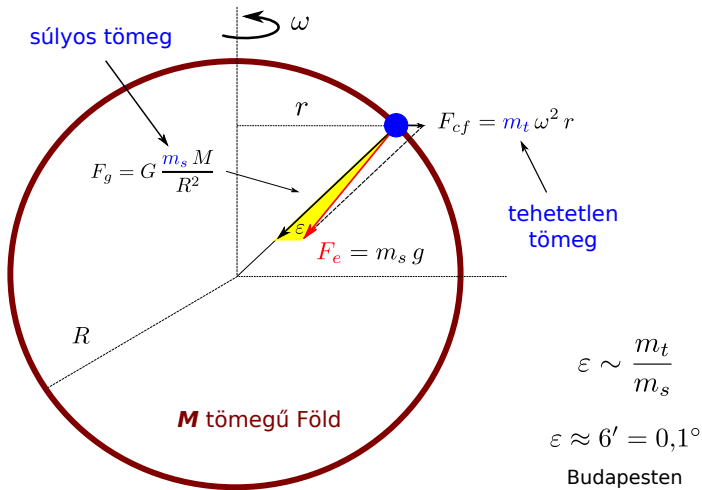
A **madártoll** és a **kalapács egy időben esik le** a Holdon.



balról jobbra: Scott, Worden, Irwin

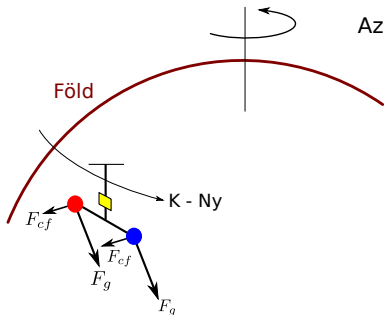


A testek súlya a Földön

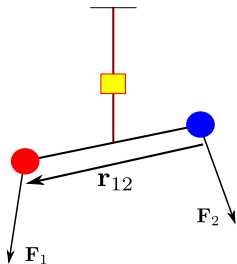


A Földön a testek súlya a **gravitációs** és a **centrifugális erő** eredője.

Az Eötvös-ingára ható erők a forgó Földön



Az inga két végén **különböző** anyagú testek vannak



Az ingára
forgatónyomaték hat:

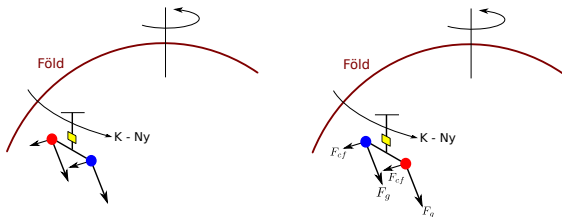
$$M = \frac{\mathbf{r}_{12} \cdot (\mathbf{F}_1 \times \mathbf{F}_2)}{|\mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2|}$$

Ha a **súlyos** és a **tehetetlen** tömeg **különböző**, akkor a torziós szál a **tükörrel** együtt **elfordul**:

$$\varphi \sim \frac{m_{1s}}{m_{1t}} - \frac{m_{2s}}{m_{2t}}$$

A mérés pontossága (Eötvös-paraméter)

A két test cseréje --- g helyi változásnak kiküszöbölése



$$\eta = \frac{|a_1 - a_2|}{(a_1 + a_2)/2}$$

$$a = g \frac{m_s}{m_t}$$



$$\eta = 2 \frac{\left| \frac{m_{1s}}{m_{1t}} - \frac{m_{2s}}{m_{2t}} \right|}{\frac{m_{1s}}{m_{1t}} + \frac{m_{2s}}{m_{2t}}}$$

Eötvös, Pekár és Fekete mérései:

platina —
magnalium, kígyófa, vörösréz, víz,
kristályos rézszulfát, rézszulfátoldat,
azbeszt, faggyú, ezüstsulfát és vassulfát

Pontosság:

1889 $\eta = 5 \cdot 10^{-8}$

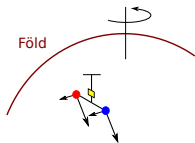
1909 $\eta = 5 \cdot 10^{-9}$

R. v. Eötvös, Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn, 8,65, 1890

R. v. Eötvös, D. Pekár, E. Fekete: Beiträge zum Gesetz der Proportionalität von Trägheit und Gravität;
a Beneke Alapítványhoz benyújtott pályamű, 1909

Dicke mérései az ekvivalenciaelv igazolására (1964)

A Föld helyett a **Nap** gravitációs vonzásából adódó gyorsulások különbségét mérték.



Pontosság: $\eta = 10^{-11}$

Egy a pisai ferde torony magasságú vákuumcsőben való ejtéssel, a másodpercet 10^{-8} pontossággal kellene mérni.

Roll, Peter G.; Krotkov, Robert; Dicke, Robert H.: *The equivalence of inertial and passive gravitational mass*, Annals of Physics, Vol. 26, pp. 442-517 (1964).

év	kísélet	módszer	vizsgált anyag	η
1686	Newton	inga	különféle	10^{-3}
1832	Bessel	inga	különféle	10^{-5}
1922	Eötvös, Pekár és Fekete	torziós inga	különféle	$2 \cdot 10^{-9}$
1935	Renner	torziós inga	különféle	$2 \cdot 10^{-9}$
1964	Roll, Krotkov és Dicke	torziós inga	Au és Al	10^{-11}
1972	Bringinszkij és Panov	torziós inga	Pt és Al	10^{-12}

Perjés Zoltán: *Preciziós gravitációs kísérletek*, Fizikai Szemle, 2005. február, 45. old.

Miért fontos a mérések pontosságának növelése?

1 kilogramm rézgolyó 560,0 g **neutron**, 451,2 g **protont** és 0,24 g **elektront** tartalmaz.

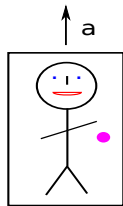
Ha a gravitáció **csak**

a **neutronra** hat **Galileinek** észre kellett volna vennie,
neutron+proton (magerők) **Bessel** mérési pontossága szükséges,
elektronnak is van-e súlya, akkor már **Eötvös** pontossága kell.

Simonyi Károly: A magyarországi fizika kultúrtörténete c. tanulmányából (Természet Világa különszáma, 2001.)

Ekvivalenciaelv:

a lokális gravitáció hatása
= gravitációmentes,
de gyorsuló rendszerrel



gyorsuló rakéta



gravitációs vonzás

Az **ekvivalenciaelv** **érvényes** az **antirészecskékre** is
(pl. pozitron, antiproton, antineutron, ...).

A **gravitációs állandó** az Univerzumban **mindenhol ugyanakkora**

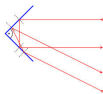
Erős ekvivalenciaelv: **érvényes** a **gravitációs kötési energiára** is $E = mc^2$



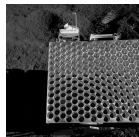
Újabb eredmények

Lézeres Hold-távolság mérés

(Lunar Laser Ranging Experiment)



A Föld-Hold távolságát ma már cm-es pontossággal lehet mérni. Bay Zoltán vezette csoportnak 1945-ben sikerült először a világon radarjelet küldeni a Holdra és a visszavert jelet érzékelni.



saroktükrök (macskaszem)
Apollo 11, 1969



Bay Zoltán Lajos
(1900-1992)

Ha a Föld és a Hold esetében nem teljesülne az ekvivalenciaelv, akkor eltérően "esnének" a Nap felé, a köztük lévő távolság változna és lézeres távolságméréssel kimutatható lenne.

$$1990 \quad \eta = 10^{-12}$$

Shapiro, Irwin I.; Counselman III, Charles C.; King, Robert W.: *Verification of the principle of equivalence for massive bodies*, Physical Review Letters **36** 555-558 (1976);
E. G. Adelberger, et al.: *Eötvös experiments, lunar ranging and the strong equivalence principle*, Nature **347**, 261-263 (1990).

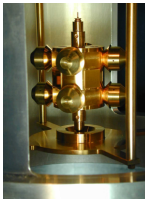
Eöt-Wash csoport

<http://www.npl.washington.edu/eotwash/>

Center for Experimental Nuclear Physics and Astrophysics, University of Washington, Seattle, USA
A torziós-ingát egy egyenletesen forgó ($T \sim 15-20$ perc) asztalra szerelik, és a Föld, a Nap és a Tejút közepe felé történő gyorsulását mérik.

Be-Ti/Be-Al anygpárokra a pontosság:

$$2008 \quad \eta \approx (0,3 \pm 1,8) \times 10^{-13} \quad \text{Laboratóriumi rekord!}$$



S. Schlamminger, K.-Y. Choi, T. A. Wagner, J. H. Gundlach, and E. G. Adelberger: *Test of the Equivalence Principle Using a Rotating Torsion Balance* PRL **100**, 041101 (2008)

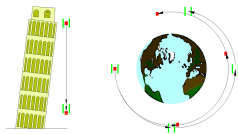
Űrkísérletek

STEP (Satellite Test of the Equivalence Principle) :

<http://einstein.stanford.edu/STEP/>

Stanford Egyetem

cél: $\eta = 10^{-18}$



MICROSCOPE (MICRO-Satellite à traînée Compensée pour l'Observation

du Principe d'Equivalence): <http://smc.cnes.fr/MICROSCOPE/>

Phys. Rev. Letters **119**, 231101 (2017), Phys. Rev. D **98**, 042002 (2018)

cél: $\eta = 10^{-15}$

"GALILEO GALILEI" GG (Olasz project): <http://eotvos.dm.unipi.it/nobili/>

Phys. Rev. D **94**, 124047 (2016)

cél: $\eta = 10^{-17}$

Befejező gondolatok

(összefoglalás helyett)

Eötvös Lorándot három ízben jelölték **Nobel-díjra**
(1911, 1914 és 1917)

Einstein: „A fizika egyik fejedelme halt meg!”

„A nagy példakép, Newton sírkövén
ez olvasható: **Humani generis decus - az emberi nem díszé.**

Mi írjuk ide, hogy **Eötvös Loránd a magyar nemzet ékessége: Hungarae gentis decus.**”

(forrás: Károlyházy Frigyes: *Hungarae gentis decus*, Fizikai Szemle 1998/12. 397.o.)



Az egyetemre lóháton járt be.

Befejező gondolatok

(összefoglalás helyett)



Az egyetemre lóháton járt be.

Eötvös Lorándot három ízben jelölték **Nobel-díjra**
(1911, 1914 és 1917)

Einstein: „A fizika egyik fejedelme halt meg!”

„A nagy példakép, Newton sírkövén
ez olvasható: **Humani generis decus - az emberi nem dísze.**

Mi írjuk ide, hogy **Eötvös Loránd a magyar nemzet ékessége: Hungaræ gentis decus.**”

(forrás: Károlyházy Frigyes: *Hungaræ gentis decus*, Fizikai Szemle 1998/12. 397.o.)

Eötvös két gondolata:

„Két dolgot soha nem értünk meg egészen: a mindenséget és önmagunkat.
Minden tudománynak elérhető tárgya e kettő között fekszik.”

Kései naplójegyzetében írja:

„...csak az válik kitűnővé, ki magas célokat tűz ki
és igen sokat követel magától.”