

# Fizikai Szemle

## MAGYAR FIZIKAI FOLYÓIRAT

A Matematikai és Természettudományi Értesítőt az Akadémia 1882-ben indította  
A Matematikai és Physikai Lapokat Eötvös Loránd 1891-ben alapította

XLIV. évfolyam

5. szám

1994. május

## EÖTVÖS LORÁNDTÓL A SÖTÉT ANYAGIG

Marx György

Eötvös Egyetem Atomfizikai Tanszéke

### Gravitáció

Két ló által húzott kocsi sebesebben halad, mintha egyetlen ló húzná ugyanazt a kocsit. Az Ókor felfogása szerint a mozgathoz szükséges erő az elért *sebességgel* arányos. A Nap körbejár az égen, minden bizonynal azért, mert Apolló isteni (ezért láthatatlan) paripái húzzák.

Galilei ismerte föl, hogy erő alkalmazása a sebesség *megváltoztatásához* szükséges. A Föld a Nap körül kering, érintőleges sebességének változása a *Nap felé* mutat. A körmozgást a Napra mutató gravitációs erő létesíti. Szemmel láthatóvá vált, hogy a gravitációs erő forrása a Nap.

Newton igazolta, hogy az eső alma  $g$  gyorsulása és a keringő Hold  $R(2\pi/T)^2$  centripetális gyorsulása ugyanannak az  $M$  tömegű Földnek a vonzására vezethető vissza:

$$g = \frac{GM}{r^2}, \quad R\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{GM}{R^2},$$

ha  $r$  a Föld sugara,  $R$  a Hold pályasugara. A mért  $g$  nehézségi gyorsulás és  $T$  keringési idő lehetővé tette a  $GM$  szorzat meghatározását:

$$GM = r^2 g, \quad \text{illetve} \quad GM = R^3 \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2.$$

A két érték ugyanakkorának adódott.

Április 8-án emlékeztünk meg Eötvös Loránd halálának 75. évfordulójáról. Az itt közölt előadás ezen a napon hangzott el Debrecenben, az Eötvös Társulat Középiskolai Fizikatanári Ankétján, és előtte a Magyar Tudományos Akadémia Fizikai Tudományok Osztálya, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, az Eötvös Loránd Tudományegyetem és a Magyar Geofizikusok Egyesülete közös szervezésében tartott budapesti Eötvös-emlékülésen. Eötvös sírját a Kerepesi Temetőben az Akadémia nevében Nagy Károly koszorúzza meg. Emléktáblájára az egyetemi Fizikai Intézetben (Puskin utca 5.) a fizikai tanszékek nevében Marx György helyezett el koszorút.

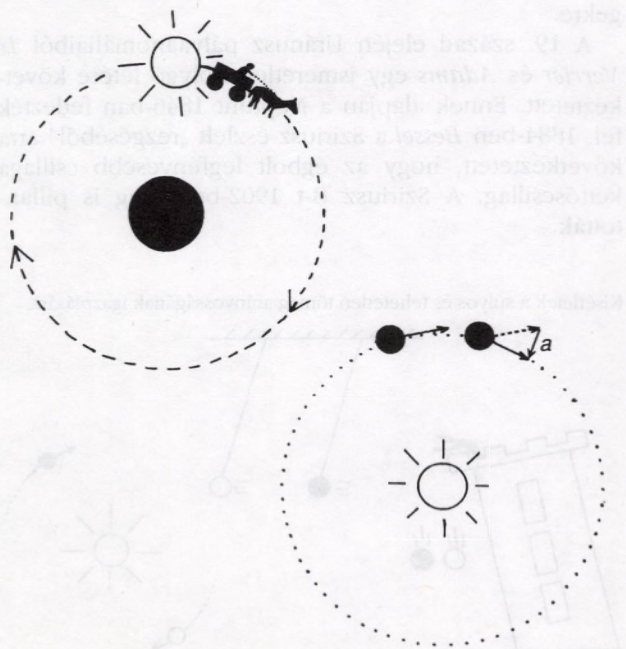
Hogy a Föld  $M$  tömegét megtudjuk, ismernünk kell az egyetemes gravitáció  $G$  állandóját is. Ezt *Cavendish* határozta meg laboratóriumban, torziós mérlegével. Merve a két ismert  $m_1$  és  $m_2$  tömegű test közt ható  $F$  erőt,

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

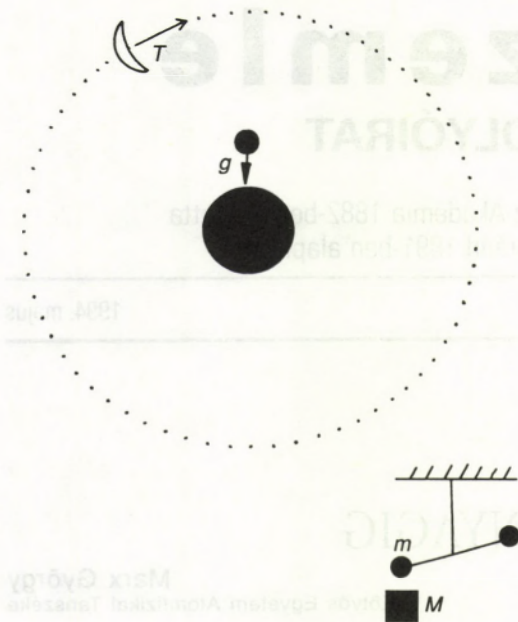
alapján  $G$  kiszámítható. Mai értéke

$$G = 0,6672 \cdot 10^{-10} \text{ m}^3/\text{kg s}^2.$$

A természetnek eme fundamentális állandóját négy jegyre ismerjük. Ugyanilyen pontosan tudható a Föld tömege is:  $M = 5,976 \cdot 10^{24}$  kg.







Ezek után a Nap tömege is megtudható a Föld keringési idejéből:

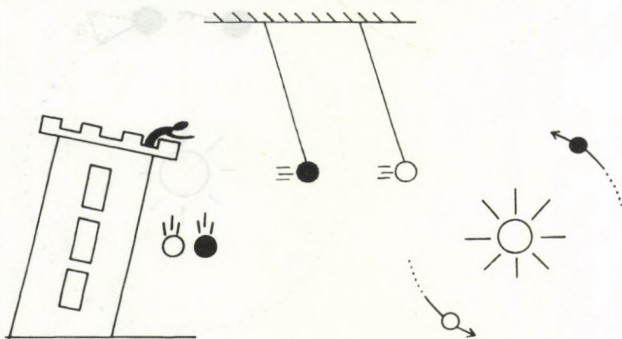
$$M = \frac{4 \pi^2 R^3}{G T^2},$$

vagy a Jupiter tömege a Jupiter holdjainak keringési idejéből. A holdutazás előkészítésekor fontossá vált a Hold tömegének ismerete is, ezt a Hold köré telepített mesterséges égitestek keringési ideje tette kiszámíthatóvá.

A Newton-féle egyetemes gravitációs törvény ismerete lehetővé tette, hogy a gravitációs erőt, a  $\Phi$  gravitációs potenciál  $F = -m \nabla \Phi$  változásait kimérve következtessünk a gravitációt keltő, esetleg nem látott ismeretlen tömegekre.

A 19. század elején Uránusz pályaanomáliáiból *Le Verrier* és *Adams* egy ismeretlen bolygó létrehozását javasolták. Ennek alapján a Neptunt 1846-ban fedezték fel. 1884-ben *Bessel* a Szíriusz észlelt „rezgéséből” arra következtetett, hogy az égbolt legfényesebb csillaga kettőscsillag. A Szíriusz B-t 1902-ben meg is pillantották.

Kísérletek a súlyos és tehetetlen tömeg arányosságának igazolására.



## Az Eötvös-kísérlet

*Eötvös Loránd* száz esztendeje, a múlt század végén működött: a klasszikus fizikának talán utolsó nagymestere volt. Lenyűgözte a gravitációs erőtvény egyetemesége, azt minél pontosabban akarta igazolni. Torziós ingájával fokozta a  $G$  gravitációs állandó mért értékének pontosságát. Leghíresebb kísérletsorozatában igazolta, hogy a testekre ható  $F$  súlyerőnek és a test  $m$  tehetetlen tömegének viszonya, a  $g = F/m$  nehézségi gyorsulás független a test anyagától.

$$\frac{F(\text{Pb})/m(\text{Pb})}{F(\text{Cu})/m(\text{Cu})} = \frac{g(\text{Pb})}{g(\text{Cu})} = 1 + \epsilon$$

írható, és Eötvös kimutatta, hogy az eltérés

$$|\epsilon| < 10^{-8}.$$

Jellemző, hogy az Eötvös-kísérlet problematikája ma is él. 1993-ban adta ki az Amerikai Fizikai Társulat *Allan Franklin* könyvét az Eötvös-kísérlet utóéletéről. Az Európai Űrhivatal pedig 2000-re tervezi az Eötvös-kísérlet megismétlését a világűrben (Fizikai Szemle 1994. január). Eötvös ma is az egyik legtöbbet idézett fizikusunk. Mi hát az értelme mind több tizedesre igazolni a súly és tömeg arányosságát?

Vegyünk egyik kezünkbe 1 kg-os ólomgolyót, másik kezünkbe 1 kg-os rézgolyót. Gimnáziumi tankönyvi képlet alapján kiszámíthatjuk, hogy előbbiben az elektronok tömege 0,21 g, utóbbiban 0,24 g. A belső (atomagon belüli) kinetikus energia tömege 22,9 g, illetve 23,4 g. A nukleáris mező tömege 35,4 g, illetve 35,1 g. Az elektromos mező tömege 0,11 g, illetve 0,16 g. A kémiai kötés  $10^{-5}$  g-mal, az antianyag (vákuumpolarizáció)  $10^{-6}$  g-mal, a gravitációs mező  $10^{-17}$  g-mal járul hozzá a tömeghez. Így  $\epsilon$  fokozatos leszorítása mind több „anyagfajtára” igazolja a gravitációs gyorsulás anyagfüggetlenségét, ami – *Bolyai* sejtése, *Einstein* elmélete szerint – annak bizonyítéka, hogy a gravitáció nem anyagi testek közt ható erő, hanem a térgeometria megnyilvánulása.

A súly és tömeg arányának pontossága

	lg $\epsilon$	
	0	
<i>Galilei</i> 1600	-1	neutron/proton
	-2	
<i>Newton</i> 1686	-3	nukleáris mező
	-4	
<i>Bessel</i> 1830	-5	elektronok
	-6	
	-7	elektromos mező
<i>Eötvös</i> 1908	-8	
<i>Renner</i> 1920	-9	antianyag
	-10	
<i>Dicke</i> 1964	-11	
(űr-kísérlet 2000)	-12	gravitációs mező

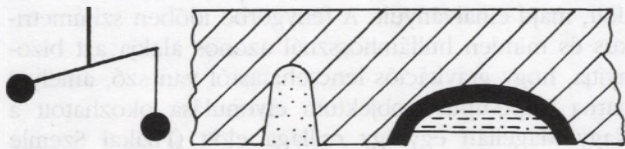


## A Föld mélye

Az Eötvös-ingán a két tömeg vízszintesben különböző helyeken méri a súlyerőt, azaz  $g = \partial\Phi/\partial z$  változását,  $\partial^2\Phi/\partial x\partial z$  értékét. Az aszimmetrikus Eötvös-ingán a két tömeg különböző magasságban méri  $\partial\Phi/\partial z$  értékét, tehát  $\partial^2\Phi/\partial z^2$  nagyságát jelzi.  $\Phi(x, y, z)$ -ből

$$\frac{\partial^2\Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\Phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\Phi}{\partial z^2} = 4\pi G\rho$$

szerint a tömeg  $\rho(x, y, z)$  sűrűségeloszlására következtethetünk. A Puskin-utcai előkísérletek után az Eötvös-ingát a Rudas-fürdő épületébe vitték: kimutatja-e a Gellért-hegy tömegét? Pestlőrincen kipróbálták alkalmazását nyílt téren. Ezt követte a Ság-hegy mellett elvégzett ellenőrzés (1891), amit emlékoszlop örökít meg: a Ság vulkáni kúpja jól számítható geometriájú volt akkoron, így sikerült igazolni: az Eötvös-inga kvantitatív geológiai mérésekre képes. Követte ezt egy romantikus mérésorozat a Balaton jegén. A tó tükre definíció szerint  $g$ -re merőlegesen vízszintes, ezért  $\nabla g$  mélyben rejlő tömegeloszlásokról (a Balatont megteremtő törésvonalról) tudósított (címlapkép). Következett egy geológiailag ambiciózusabb expedíció Horvátországba és Erdélybe, majd az Alföldre, ahol a cél már kimondottan a mélység geológiai föltárása volt. Az 1900-as párizsi fizikai kongresszus és az 1906-os budapesti geodéziai kongresszus meghozta Eötvösnek a nemzetközi elismerést.



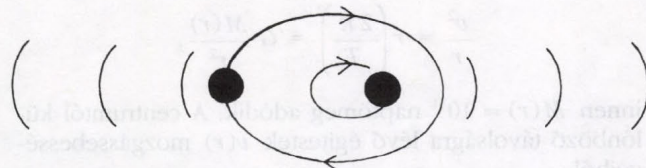
Az Eötvös-inga (baloldalt), sótömb (tömeghiány) és olajmező, a fölötte levő boltozattal (tömegtöbblet) felismerését teszi lehetővé.

A földalatti sótömb kisebb sűrűségű, mint a kőzet, ez *tömeghiányként* árulja el jelenlétét. Kőolaj sziklabiltozat alatt gyűlhet össze, ilyen boltozat pedig lokális *tömegtöbbletként* mutatkozik meg. Morvamezőn a sótömböt, Zalában, Texasban, Venezuelában a kőolajat Eötvös-ingával tárták föl a 20. század első évtizedeiben (Ma hasonló elven, de más eszközzel: rugós graviméterrel dolgoznak.)

## A régi-új gravitáció

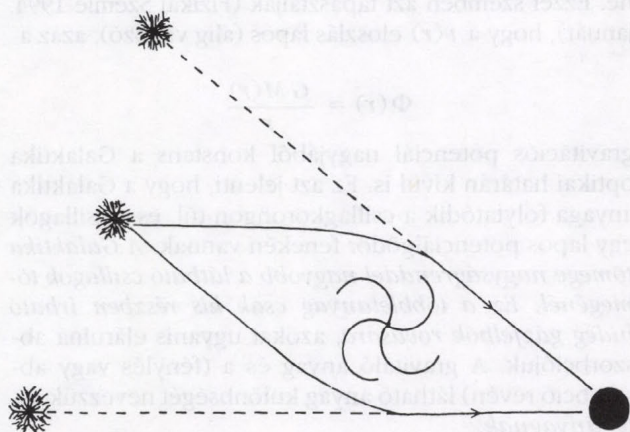
Gravitáció az anyag egyik legkorábban észlelt és megértett tulajdonsága, finomságainak kimérése azonban váratott magára, mert a gravitáció igen halovány a vadabb magerőkhöz, elektromossághoz, radioaktivitáshoz képest. De épp az elmúlt évtizedben éljük át a gravitáció reneszánszát.

A newtoni gravitációs erőtvény a (geometriai jelleget) gravitációs mező sztatikus megnyilvánulása. Kompakt kettőscsillag (neutroncsillagok, fekete lyukak) keringése viszont gravitációs antennaként működhet, gravitá-



Gravitációs hullámokat kibocsátó kompakt kettőscsillag.

ciós sugárzást bocsáthat ki. E miatt a kettőscsillag energiája csökken, közelednek egymáshoz, keringésük fögyorsul. Hogy ez valóban bekövetkezik, azt pulzárök rádiójeleinek Doppler-elcsúszásaiból lehetett bizonyítani. Ezt ismerte el az 1993. évi fizikai Nobel-díj: *Joseph Taylor*, az MIT professzora és doktorandusza, *Russell Hulse* kapta két egymás körül keringő pulzár megfigyeléséből levont következtetésükért. (Ma Princetonban dolgoznak) – Gravitációs hullámok *érkezésének* földi detektálására is folynak kísérletek.



Gravitációs lencsejelenség.

Egyes kompakt galaxisok két oldalán egy-egy kvazár figyelhető meg, amelyek színképe és fényessége teljesen megegyezik, ezért a két fényfoltnak ugyanabból a forrásból kell származnia. A messzi égitest különböző irányokba indult fényét a közbeeső galaxis tömegvonzása maga felé térítette, így a Földről nézve *különböző* irányokból látjuk *ugyanazt* az objektumot. Ez a megfigyelt gravitációs lencsehatás egyrészt az elmélet (Einstein) számára bizonyítja, hogy *a fénynek súlya van*. Másrészt gyakorlatilag lehetővé teszi a közbeeső galaxis gravitáló *tömegének empirikus mérését*; mintegy mérlegre tettük a galaxist.

## Hideg sötét anyag

Nyárvégi éjszakákon elgyönyörködtünk a Tejút fény-sávjában, és megtanultuk: a Galaktika korong a világtérben, amelynek mintegy tízmilliárd csillaga közül egyik a Napunk. A Nap  $v = 220$  km/s sebességgel kering a Galaktika Sagittarius csillagkép irányában  $r = 25000$  fényévre lévő centruma körül. Ezekből az adatokból kiszámítható, hogy keringési ideje  $T = 230$  millió év. A gravitációs törvény lehetővé teszi a Galaktika  $r$  távolságon belül eső  $M(r)$  tömegének megbecslését is:



$$\frac{v^2}{r} = r \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 = G \frac{M(r)}{r^2},$$

innen  $M(r) \approx 10^{11}$  naptömeg adódik. A centrumtól különböző távolságra lévő égitestek  $v(r)$  mozgássebességeiből

$$v(r) = \sqrt{\frac{GM(r)}{r}}$$

szerint kiszámítható az  $M(r)$  tömegeloszlás. Vannak gömbhalmazok, törpegalaxisok a Galaktika optikai peremén, 100 000 fényéven kívül is. Ezek keringési sebessége azt kínálja, hogy meghatározzuk a Galaktika teljes  $M$  gravitáló tömegét. És ekkor kezdtek jönni a meglepetések!

A Galaktikán kívül a keringési sebességeknek növekvő távolsággal  $v(r) \sim 1/\sqrt{r}$  szerint csökkenniük kellene. Ezzel szemben azt tapasztalják (Fizikai Szemle 1994. január), hogy a  $v(r)$  eloszlás lapos (alig változó), azaz a

$$\Phi(r) \approx \frac{GM(r)}{r}$$

gravitációs potenciál nagyjából konstans a Galaktika optikai határán kívül is. Ez azt jelenti, hogy a Galaktika anyaga folytatódik a csillagkorongon túl, és a csillagok egy lapos potenciálgödör felekén vannak. *A Galaktika tömege nagyságrenddel nagyobb a látható csillagok tömegénél. Ez a többletanyag csak kis részben írható hideg gázfelbök rovására, azokat ugyanis elárulná abszorpciójuk. A gravitáló anyag és a (fénylés vagy abszorpció révén) látható anyag különbségét nevezzük sötét anyagnak.*

$$\rho_{\text{sötét}} = \rho_{\text{gravitáló}} - \rho_{\text{látható}}$$

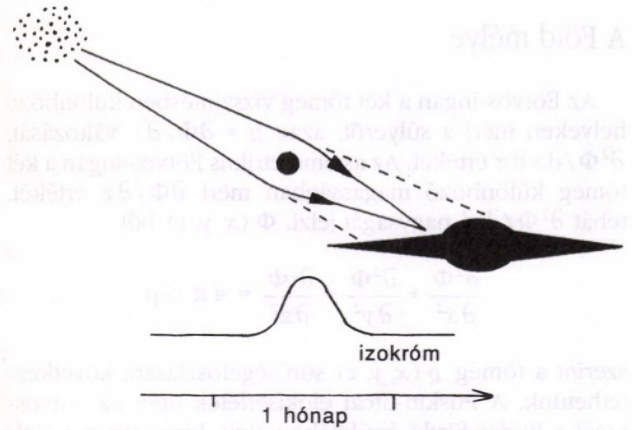
Az elmúlt évek megdöbbentő fölismerése az volt, hogy a sötét anyag jóval több, mint a látható anyag.

Ez a többlet nem csak a mi Galaktikánkra jellemző. A lapos  $v(r)$  rotációs görbe más spirális galaxisoknál is megfigyelhető. A gravitációs lencsehatás is azt mutatja, hogy a galaxisok gravitáló tömege lényegesen nagyobb látható tömegüknél.

Egy galaxishalmaz energiája kinetikus és gravitációs energiáiból adódik:

$$E = \sum_i \frac{1}{2} m_i v_i^2 - G \sum_{i,j} \frac{m_i m_j}{r_{ij}}$$

Ha ez negatív, akkor a halmaz kötött, állandó alakulat. Ha pozitív, akkor időleges képződmény, előbb-utóbb szétszóródhat a végtelenbe. Vannak galaxishalmazok (legismertebb a Coma-halmaz) amelyek gömbölyűek, relaxált Maxwell-jellegű sebességeloszlással, minden bizonnyal stabilak. Ha behelyettesítjük a galaxisok megfigyelt sebességeit és számát,  $E$  mégis pozitívnak adódna. Ez csak úgy magyarázható, hogy a galaxishalmaz gravitáló anyagának zömét sötét anyag alkotja. A sötét anyagnak – mint domináló összetevőnek – elsődleges szerepet



Gravitációs mikrolencse, a barna törpék fölfedezése.

kellett játszania a korai Forró Univerzum fokozatosan hűlő anyagának összecsomósodásában, a galaxisok megszületésében.

A Galaktikában és annak környékén bolyonghatnak olyan égitestek is, amelyek túl kicsinyek ahhoz, hogy összehúzódásuk során végzett gravitációs munka felmelegítse őket a termonukleáris reakciók gyújtási hőmérsékletére. Ezeket a föltételezett (Jupiter méretű) égitesteket nevezték el *barna törpéknek*. Az elmúlt években született a gondolat, hogy ezeket a gravitációjuk árulhatja el. Elkezdtek naponta figyelni a Nagy Magellán Felhő (egy a Galaktikán kívül eső, de gravitációsan Galaktikánkhoz kötött törpegalaxis) csillagait. 1993 őszén bejelentették, hogy három esetben egy csillag fénye pár hétre fölerősödött, majd elhalványult. A fénygörbe időben szimmetrikus és minden hullámhossznál azonos alakja azt bizonyítja, hogy gravitációs lencsehatásról van szó, amelyet barna törpe-típusú objektum elvonulása okozhatott a Nagy Magellán egy-egy csillaga előtt (Fizikai Szemle 1994. január). A Galaktikánkat beburkoló sötét anyag egy részét tehát megtaláltuk. De a számok azt mutatják, hogy a barna törpék a gravitáló sötét anyagnak csak egy kisebb hányadát tehetik ki.

## Meleg sötét anyag

Az Univerzum tágul. Tekintsünk egy tőlünk  $R$  távolságban lévő galaxist. Ennek hozzánk képest mért gyorsulását mindaz a tömeg okozza, ami a körénk írt  $R$  sugáron belül van.

$$\frac{d^2 R}{dt^2} = -\frac{G}{R^2} \left( \frac{4\pi}{3} R^3 \rho \right).$$

Innen  $dR/dt$ -vel szorozva és integrálva kapjuk az energiaegyenletet:

$$\frac{1}{2} \left( \frac{dR}{dt} \right)^2 - \frac{G}{R} \left( \frac{4\pi}{3} R^3 \rho \right) = E.$$

$E > 0$  esetén a tágulás minden időn túl tart.  $E < 0$  esetén a tágulás egyszer megszűnik, a galaxisok egymás felé kez-



denek hullani. Ebben az egyenletben  $dR/dt$  ismert (Doppler-eltolódásból),  $\rho$  ismeretlen. Tudjuk azonban az Univerzum életkorát, eddigi történetét, ami mind arra utal, hogy  $E$  a mérési hibán túlmenően nem különbözhet zérustól.

A Hubble-szabály szerint  $R^{-1}(dR/dt) = 15 \text{ km s}^{-1}$  millió fényévenként. Innen  $E = 0$  esetén  $\rho = 10^{-26} \text{ kg/m}^3$  adódik az Univerzum tömegsűrűségére, azaz néhány atomnak megfelelő tömeg köbméterenként. A csillagokban látott tömeg ennek mintegy 1 %-a.

Az Univerzumban található kémiai elemek izotóparányát a korai Forró Univerzum fúziós elemfölpitő lehetőségeivel egybevetve azt kapjuk, hogy az atomos anyag a fenti  $\rho$  értéknek mintegy 5 %-a. Az Univerzum anyagának több, mint 90 %-a nem atomos természetű! (Nem protonokból, neutronokból, elektronokból, fotonokból tevődik össze.)

A sötét anyag kutatása a jelen századvég centrális problémájává vált.

A sötét anyag egy része a galaxisok–galaxishalmazok köré tömörült, ez a *hideg sötét anyag*. Más része nem csomósodott vagy alig, ami magas hőmérsékletének tulajdonítható, ez a *meleg sötét anyag*. Arányuk és eloszlásuk a megfigyelő asztronómia egyik központi feladata. A hideg sötét anyag eloszlását barna törpék, galaxisok mozgása, gravitációs lencsehatás árulhatja el. A meleg sötét anyagról inkább az Univerzum nagyléptékű szerkezete, a kozmikus háttérsugárzás ötödik-hatodik jegyben megnyilvánuló anomáliái tanúskodhatnak.

*Mi alkotja a sötét anyagot?* Ez a 90-es évek nagy kérdése. Az ismert részecskék közül egyedüli jelöltként a neutrínók jöhetnek számításba. A neutrínók a korai sűrű Univerzumban termodinamikai egyensúlyban lehettek a többi részecskével, ezért számukról van fogalmunk: annyi lehet belőlük mint fotonból a kozmikus mikrohullámú háttérsugárzásban:  $\text{cm}^3$ -enként néhány száz. Ha  $m(\nu)c^2 = 30 \text{ eV}$  nyugalmi tömeget tulajdonítunk nekik (Szalay–Marx), neutrínók játszhatják a *meleg sötét anyag* szerepét, nagyléptékű csomósodásuk magyarázhatja a mikrohullámú háttérsugárzás csekély anomáliáját. A  $\beta$ -bomlás megfigyelése azonban kizárja, hogy az elektron-neutrínóknak ekkora nyugalmi tömege legyen, mérés szerint  $m(\nu_e)c^2 < 6 \text{ eV}$ . Tehát a  $\nu_\mu$  müon-neutrínó (esetleg a  $\nu_\tau$  tau-neutrínó) jöhet számításba, mint legpreferáltabb jelölt.

A *hideg sötét anyagot* lomhább, könnyebben csomósodó, nagyobb tömegű részecskéknak kell alkotnia. A tau-neutrínók esetében  $m(\nu_\tau)c^2 \geq 0,5 \text{ MeV}$  nincs kizárva. De nem lehet belőlük túl sok, valami meg kellett, hogy tizedelje őket az Univerzum hajnalán (Sinkovics Annamária, Tavasz Gábor ELTE fizikushallgatók). Vagy valamilyen más, ma még teljesen ismeretlen, gyenge kölcsönhatásuk miatt megfigyeletlen nehéz részecskékről van szó. Aki majd megtalálja őket, repülőjegyet válthat Stockholmba.



Száz esztendeje szinte készen állt a klasszikus fizika csodálatos kristálypalotája. *Eötvös Loránd* az egyik utolsó üveglapot kívánta helyére tenni. Akadt ugyan még kisebb igazítani való; föl kellett kutatni az étert, amely-

nek rugalmas feszültségei értelmezik az elektromosságot és mágnességet, amelynek terjedő rezgéseit érzékeljük fény gyanánt. Azután csakhamar jött a 20. század. Nem a mechanikai étert fedezték föl, hanem egy új fizikát.

Most a századvég is lezártágot kínál: relativitás- és kvantumelmélet, az anyagi konsztituensek kodifikált Standard Modellje. Már *csak* a sötét anyag részecskéit kell azonosítani, igaz ugyan, hogy azok formázták az Univerzumot, azok teszik ki az anyag túlnyomó részét. Majd csak megtaláljuk, beillesztjük őket is a Standard Modellbe. És akkor be lesz fejezve a Nagy Mű.

Vagy esetleg tanítványaink merészen lépnek át a 21. századba, és sötét anyag *belyett* megcsinálják a maguk új fizikáját?

## Az élő Eötvös

*Eötvös Lorándot* száz esztendővel ezelőtt, 1894-ben felkérték, hogy vállalja el a kultuszminiszteri tisztséget. (Szükség volt egy arisztokratára, hogy elfogadtassa a parlamenttel a vallásszabadságot következetesen keresztülvívő törvényt.)

Az a pár hónap, amíg Eötvös Loránd miniszter volt, arany betűkkel volt beírva a magyar kultúra történetébe.

1893 decemberében – 1894 januárjában megindult a Középiskolai Matematikai Lapok. Ma a Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok 8000 példányban jut el a magyar diákokhoz az Eötvös Társulat kiadásában.

1894-ben a miniszter létrehozta az Eötvös József Kollégiumot, elsősorban a szegény, de tehetséges (tanárjelölt) hallgatók részére. Ma már Bolyai Kollégiuma is van Budapesten a TTK-soknak.

1894 őszén megrendezték az első Eötvös-versenyt. Ennek fénye azóta sem fakult meg. 1993 őszén az I. díjat az egykori nyertes *Teller Ede* adta át a mai nyertes *Katz Sándornak*. 1994. augusztus 29-én délután az Eötvös Társulat nemzetközi súlyú megemlékezést szervez az Eötvös Verseny centenáriuma alkalmából.

1895-ben rendezte Eötvös Loránd az első matematika-fizika-tanári ankétot. Mostanában évente sokszáz fizikatanár gyűlik össze az Eötvös Társulat ankétjaira: szakmájukban ez az év fő eseménye. A centenáriumról az 1995. évi miskolci Tanári Ankéton fognak megemlékezni a magyar fizikatanárok. *Telegdi Bálint*, a chicagói és zürichi egyetem professzora, *Fermi* tanítványa mondta az Eötvös Társulat 1989. évi Vándorgyűlésén:

– „*Eötvös Loránd legmaradandóbb hatása hazájára nem is az egyetemen volt, hanem a középiskolában. Mindent megtett, hogy a fizikatanárok értsék a fizikát. Amikor a külföldön működő magyar fizikusok hálával szólnak a magyar gimnáziumokról és tanáraikról, akkor ez a dicséret jogos, és ez Eötvös igazi öröksége. Amerikában gyakorlatilag nem létezik középiskola. 18 éves korig alig tanulnak valamit, az iskolába járás kifejezett célja a társadalmi beilleszkedés. Talán nem is a kiváló magyar tudósok csodálatra méltóak. Azon kell meglepődnünk, hogy azért még vannak jó amerikai fizikusok is.*”