



# Csillagászati hírek

## A kozmológiai állandó rejtélye

A részecskefizikusok és a kozmológusok most átélhetik azt, amit Einstein élete legnagyobb melléfogásának nevezett. 1917-ben Einstein az általános relativitáselméletet az egész Világegyetemre alkalmazta. Nagy csalódással vette tudomásul, hogy elmélete szerint a Világegyetem nem lehet sztatikus, vagy tágulnia, vagy pedig összehúzódnia kell. Mit sem sejtve a következő évtizedek csillagászati megfigyeléseiről, a szépséghiba kiküszöbölésére bevezette egyenleteibe az úgynevezett kozmológiai állandót, melynek segítségével sztatikus megoldást tudott kapni.

Az 1920-as évek elején egyre több megfigyelés utalt arra, hogy Einstein sztatikus megoldása hibás. Einstein elsőik között ismerte ezt fel. Már 1923-ban így írt: "ha a világ nem kvázi-sztatikus, akkor ki kell dobni a kozmológiai állandót". A felismerést azonban nem követte tett. A kozmológiai állandó bevezetése ugyanis csupán matematikai fogás, amely kétféleképpen tehető szemléletessé. Einstein a matematikai állandó fizikai megnyilvánulását egyfajta vonzó vagy taszítóerőként képzelte el, amely erő pontosan akkora, hogy sztatikus helyzetben tartja az eredeti egyenletek szerint tágulni vagy összehúzódni szándékozó Világegyetemet. Minthogy ma már túlsúlyban vannak a Világegyetem tágulása mellett szóló megfigyelési bizonyítékok, nem meglepő, hogy a kozmológusok nagy többségének véleménye szerint a kozmológiai állandó értéke nulla.

Van azonban egy másik érvelés is, amit nem hagyhatunk ilyen egyszerűen figyelmen kívül. A jelenlegi felfogás szerint a kozmológiai

tag a vákuum energiasűrűségével áll kapcsolatban. Hogy lehet a vákuumnak energiája? Heisenberg híres kvantummechanikai határozatlansági relációja szerint a vákuum olyan virtuális részecske-antirészecske párok sokaságának tekinthető, amelyek hirtelen keletkeznek, pillanatszerűen ideig léteznek, majd máris annihilálódnak. Mivel a rövid ideig bár, de létező részecskének van tömegük, így energiájuk is, a vákuum egészéhez energiasűrűséget rendelhetünk.

A Reviews of Modern Physics januári számában a Nobel-díjas Steven Weinberg (Texas Egyetem) (Az első három perc szerzője - B. E.) közadja megdöbbentő becsülését, mely szerint a vákuum energiasűrűsége  $10^{11,3}$  GeV köbcéntiméterenként, ami  $10^{89}$  g/cm tömegsűrűségnek felel meg. Mértéktartóbb elemzések szerint ez az érték "csak"  $10^{12}$  g/cm, ami azonban még mindig óriási, a neutroncsillagokéhoz hasonlítható sűrűség. A kozmológusok ugyanakkor azt is tudják, hogy a Világegyetem átlagsűrűségének  $10^{-29}$  g/cm körül kell lennie, ez ugyanis a tágulás megállításához szükséges átlagsűrűség-érték.

Ez az óriási eltérés veti fel ismét a kozmológiai állandó kérdését. Hogy lehet az, hogy a csillagászok és a részecskefizikusok által kapott átlagsűrűségek több mint  $41$ , de esetleg  $118$  nagyságrenddel is eltérnek egymástól? A problémának lenne egy egyszerű megoldása, ez azonban sajnos valószínűleg hibás. Feltételezhetjük, hogy a kozmológiai állandónak két összetevője van. Az egyik a vákuum energiasűrűsége, amelyet a részecskefizikusok meghatároznak, a másik pedig az Einstein által elképzelt valódi kozmológiai tag. Ha a két tényező

ellentétes előjelű, de azonos nagyságú lenne, kiegyenlíthetnék egymást. Ehhez azonban sajnos a két értéknek 41 (vagy esetleg 118) értékes jegy pontossággal egyeznie kellene, ami meglehetősen valószínűtlen.

Cikkében Weinberg más szerzők által felvetett további megoldási lehetőségeket is szemügyre vesz. Megvizsgálja az ötödik alapvető erő és a szuperszimmetria lehetőségét, a független Világegyetemek közötti mikroszkopikus féreglyukakat és az úgynevezett antropikus elvet, egyik magyarázatot sem tartja azonban teljesen kielégítőnek. Úgy véli, hogy "a kozmológiai állandó rejtélyének végleges megoldása valószínűleg jelentős hatással lesz a fizika és a csillagászat más ágaira is".

John Maddox, a Nature szerkesztője a kérdéssel kapcsolatban megjegyzi, hogy "Einstein sokkal jobban megelőzte korát, mint azt ő maga hitte volna. Nem túl gyakran fordul elő, hogy valakinek az elmélete kritikusan jelentőségű még felállítás után csaknem egy évszázaddal, egy a jelenlegi legkiválóbb elméket is zavarba ejtő probléma megoldásában." (Sky & Tel., 1989. augusztus — B.E.)

### Keresik az SN1987A gamma-sugárzását

Az 1987A szupernóva-maradványt fűrészszó számos módszer közül talán a legizgalmasabb az objektum gamma-sugárzásának kutatása. A szóba jövő energiák tera- és petaelektronvolt nagyságrendűek ( $1\text{TeV}=10^{12}\text{eV}$ ,  $1\text{PeV}=10^{15}\text{eV}$ ), tehát nagyobbak a legnagyobb földi részecskegyorsítókkal elérhető energiáknál. Az ilyen nagy energiájú sugárzás várhatóan kis intenzitású, ezért a detektoroknak egyetlen foton kimutatására is alkalmasnak kell lenniük.

A kisebb energiájúakkal ellentétben az ilyen nagy energiájú gamma sugarak áthatolnak a földi légkörön, miközben látható hullámhosszú (rendszerint kékes színű) ún. Cserenkov-sugárzás keletkezik. Ezt

lehet fotoelektromosan felfogni.

Már az SN 1987A felrobbanása előtt is működött az angliai Durham Egyetem ilyen berendezése Ausztráliában. Két hasonló berendezést működtet az ausztrál Adelaide Egyetem is, közülük az egyik azonban csak a szupernóvarobbanás után készült el. A szupernóva-maradvány közös japán-Ausztrál-új-zélandi kutatásának keretében Új-Zéland déli szigetén építettek ilyen detektort, hasonló berendezés működik Dél-Afrikában is. (A gamma-sugárzás közvetlenül nem kelt Cserenkov-sugárzást. A nagy energiájú gamma-fotonok először a légkör molekuláival ütközve töltött részecskéket keltenek. Ebben a másodlagos részecskezépporban található elektronokat, melyeknek a sebessége meghaladja a fény levegőben mért sebességét, s így Cserenkov-sugárzást keltenek. — Klz)

Eddig egyik berendezéssel sem sikerült a szupernóva-maradványból érkező gamma-sugárzást kimutatni. Az egyetlen gyanús jelet 1988. január 14-én és 15-én a japán-ausztrál-új-zélandi berendezés észlelte, ekkor a TeV-os tartományban a szokásos háttérnél valamivel erősebb volt a sugárzás. Érdekes módon az időpont egybeesik a szupernóva-maradvány nagy röntgenfelvillanásával, amelyet a japán Ginga műhold észlelt. A déli félgömb csillagászai az eddigi sikertelenség ellenére folytatják a megfigyeléseket. (Sky and Tel., 1989. november — B.E.)

### Megoldódik a Vela pulzár-rejtélye

A szupernóva-maradványnak látszó Vela-köd nagyjából 6 fok átmérőjű gázfelhő. Belsejében található a Vela-pulzár, azonban nem pontosan a köd közepén, hanem attól mintegy 1 fokkal DNY-ra. Ez felvetette azt a kérdést, hogy vajon tényleg van-e kapcsolat a köd és a pulzár között, azaz valóban a Vela-pulzárt létrehozó szupernóvarobbanás maradványa-e a Vela-köd. Ehhez magyarázatot kellene találni arra, hogy a pulzár miért nem a köd középpontjá-

ban helyezkedik el.

Az első lehetséges magyarázat szerint a pulzárnak olyan nagy a sajátmozgása, hogy a robbanás óta eltelt mintegy 10 ezer év alatt egy fokkal elmozdult. 1988-ban két kutatócsoport egymástól függetlenül kimutatta, hogy a pulzár sajátmozgása Ny-DNy-i irányban mindössze évente  $0''04-0''05$ , vagyis egy nagyságrenddel kisebb a szükségesnél.

Ausztrál csillagászok véleménye szerint azonban nagyon kicsi annak a valószínűsége, hogy egy pulzár és egy tőle független, nagyjából gömb-szimmetrikus köd véletlenül a megfigyelt pontossággal egybeessen, ezért további magyarázatokat kerestek. Feltételezték, hogy a köd a szupernóvarobbanás után nem egyenletesen, hanem ÉK-i irányban gyorsabban tágult, ami szintén magyarázhatja a megfigyelt aszimmetriát. Ebben az esetben azonban a maradványnak a korábban feltételezettnél jóval fiatalabbnak, mindössze 4500-8000 évesnek kellene lennie.

Legújabbán azonban Frederick Seward (Harvard-Smithsonian Asztrofizikai Központ) munkatársa megoldotta a rejtélyt. Az Einstein Observatórium röntgenszillagászati és az IRAS infravörös csillagászati mesterséges holdak mérései alapján kimutatta, hogy a köd átmérője nagyobb, mint amekkorának a látható tartományban látszik, mintegy 8 fok. Minthogy legjobban DNy-i irányban nyúlik túl a látható köd határán, a tényleges kiterjedését alapul véve kiderül, hogy a pulzár csaknem pontosan a köd középpontjában helyezkedik el. (Sky and Tel., 1989. november — B.E.)

### Ismét a Hold (hold?) felvillanásairól

Rovatunkban korábban már beszámoltunk arról, hogy G. Kolovos görög csillagász 1985. május 23-án a Proclus C kráter közelében titokzatos felvillanást fényképezett le. Megállapította, hogy a fényfolt nem lehet filmhiba, vulkánkitörés vagy meteorbecsapódás. Ehelyett arra

gondolt, hogy a kőzetek repedéseiből a hőtágulás hatására felszabaduló gázban bekövetkező elektromos kisülések okozták a felvillanást. A Sky and Telescope-ban megjelent első híradást követően azonban felmerült annak a lehetősége is, hogy azt egy a Föld körül keringő mesterséges hold felületén megcsillanó napfény okozta. Ugyanez a jelenség néhány korábbi, nem a Holdon megfigyelt felvillanásra is magyarázatot adhatna.

Richard H. Rast és Paul Maley emberfeletti munkával megállapították, hogy a Kolovos által megjelölt időpontban valóban elhaladt a holdkorong előtt egy nagyméretű katonai meteorológiai mesterséges hold. 10 négyzetméteres napelemtáblája magyarázatot adhat a felvillanás megfigyelt fényességére, sőt, a műhold mozgása magyarázhatja azt is, hogy az 1/8 mp-es felvételen miért látszik É-D-i irányban elnyúlnak a fényfolt.

Rast szerint a magyarázat kielégítő, Maley azonban kételkedik. Szerinte ugyanis a pozícióban mutatkozó 15-18 ívperces eltérés és a 80 mp-es időbeli különbség megengedhetetlenül nagy, emellett vizuális megfigyelései során soha nem vette észre, hogy az említett műhold villogna. Rast úgy véli, hogy a műhold pályaelemei és a felvétel készítésének időpontja megengedi ezt a bizonytalanságot. Kolovos kollégája, John H. Seiradakis azonban ragaszkodik hozzá, hogy a felvétel készítésének időpontja 10 mp pontossággal ismert. Emellett azt állítja, hogy a fényfolt alakja követi a Hold felszíni alakzatait a Proclus térségében, ami azt bizonyítja, hogy a felvillanásnak a Hold felszíne közvetlen közelében kellett történnie.

Akármi okozta is az 1985-ös felvillanást, annyi bizonyos, hogy az első hasonló jelenséget már 1953. november 15-én, tehát 4 évvel a Szputnyik-1 felbocsátása előtt fényképezték le. A felvételt az akkori The Strolling Astronomer nyomán közli a Sky and Telescope. (Ta-

lán nem is a Szputnyik-1 volt az első szovjet műhold? Ismerve a korabeli szovjet viszonyokat és tudva azt, hogy akkor még természetesen nem állt rendelkezésre a NORAD minden műholdat automatikusan követő és nyilvántartó rendszere, a feltevés nem teljesen hihető. — B.E.) (Sky and Tel., 1989. november — B.E.)

### Pótolják az összeomlott rádiótávcsövet

Az amerikai kongresszus 75 millió dollárt szavazott meg a Nemzeti Tudományos Alap részére azzal a céllal, hogy abból pótolják az 1988 novemberében összeomlott Green Bank-i rádiótávcsövet. Az új távcső legalább 100 méter átmérőjű lesz, így ez lesz a világ legnagyobb, minden irányban mozgatható rádiótávcsöve. A széles hullámhossztartományban (mm-től több m-ig) működő műszer a gyenge források megfigyelésére éppúgy alkalmas lesz, mint az égbolt nagy területeinek átvizsgálására.

Az előzetes tervek 1989 végére, a részletes tervek pedig 1990 végére készülnek el. A kivitelezés 1991—1994 között lesz, a próbaészleléseket 1994-ben végzik el. A tervek szerint 1995-ben áll teljes kapacitással munkába a már a 21. század igényeinek megfelelően épülő új rádiótávcső. (Astronomy, 1989. november — B.E.)

### Szárazföldek a Titánon?

Először sikerült radarjelekkel letapogatni a Titán átlátszatlan légköre alatt rejtőzködő felszínét. Az eredmények szerint a feltételezett etán óceán valóban létezik a Szaturnusz legnagyobb holdján, ám az óceánban szárazföldek is vannak.

A Kaliforniai Műegyetem kutatói Duane O. Muhleman vezetésével 360 kW teljesítményű radarjelet küldtek a NASA 70 m-es Goldstone-i rádiótávcsövével az égitest irányába. 2,5 óra múlva az új-mexikói VLA rádiótávcső-rendszerrel minden idők

leggyengébb radarjelét sikerült felfogni. A kísérleteket 1989. június 3-án, 4-én és 5-én végezték. Mivel a Titán földi naponként 23 fokot fordul a tengelye körül, a három napon a felszín más-más részletét figyelhették meg. 3-án és 5-én a visszaérkező jelek alig detektálhatóak voltak, 4-én viszont sokkal erősebb jelet tudtak felfogni. A kutatók szerint ennek az a magyarázata, hogy a Titán egyik részén kb. 500 km átmérőjű szárazföld található. Ennek vízjégből, szárazjégből és kőzetekből álló felszíne verte vissza az erős jelet, míg a sokkal simább felszíni óceánok a beeső jel nagyobb részét tükrözték vissza, de nyilván nem a Föld irányában verték vissza.

Az eredmény roppant fontos a jövő században a Titánt kutató Cassini űrszonda tervezése szempontjából. A szakemberek ugyanis felvetették annak a lehetőségét, hogy a képalakító radart ki lehetne hagyni a szonda felszereléséből. E megfigyelést követően azonban nyilvánvaló, hogy ennek a műszernek fontos szerepe lesz a felszín feltérképezésében. (Astronomy, 1989. november — B.E.)

### HIBÁSOK A HOLDFÁZISOK AZ 1990-ES NAPTÁRAKBAN!

Kérek minden ismeretterjesztő munkát végző szak- és amatőrcsillagász kollégát, hogy előadásaiokon hirdessék ki azt a sajnálatos dolgot, hogy a papírboltokban kapható zsebnaptárak tévesen közlik a holdfázisokat. Pontosan egy fázissal vannak eltolódva, és nem nyomdahiiba miatt! Január 4-én már holdtöltét írnak a naptárak, pedig akkor még csak első negyed lesz. (E sorok írásakor még nem jelent meg a Csillagászati évkönyv, de kíváncsian várjuk, hogy ott milyen adatokat közölnek. A Meteor évkönyv 1990 helyes adatokat tartalmaz.)

SZOBOSZLAY ENDRE  
csillagász-ismeretterjesztő