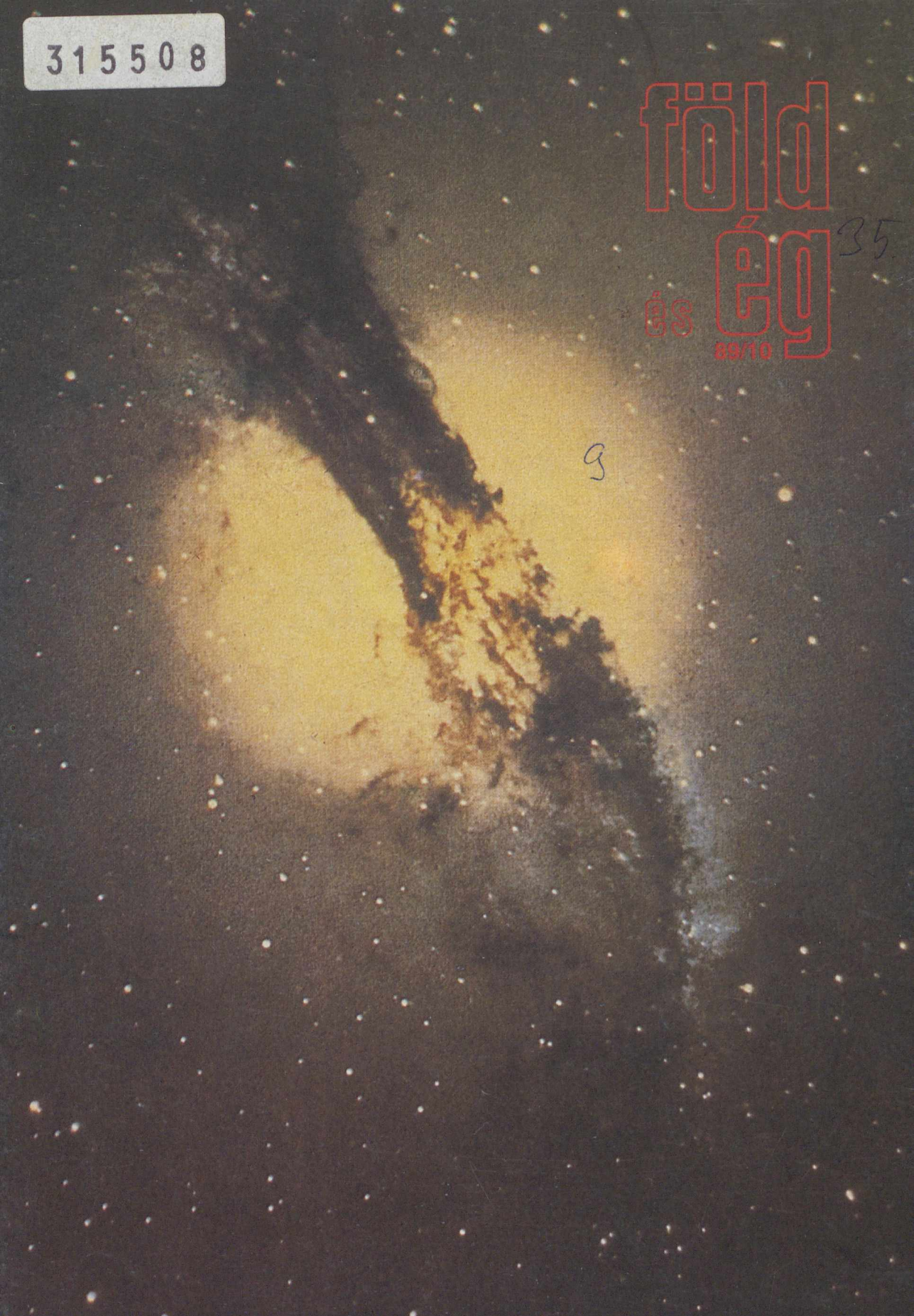
315508

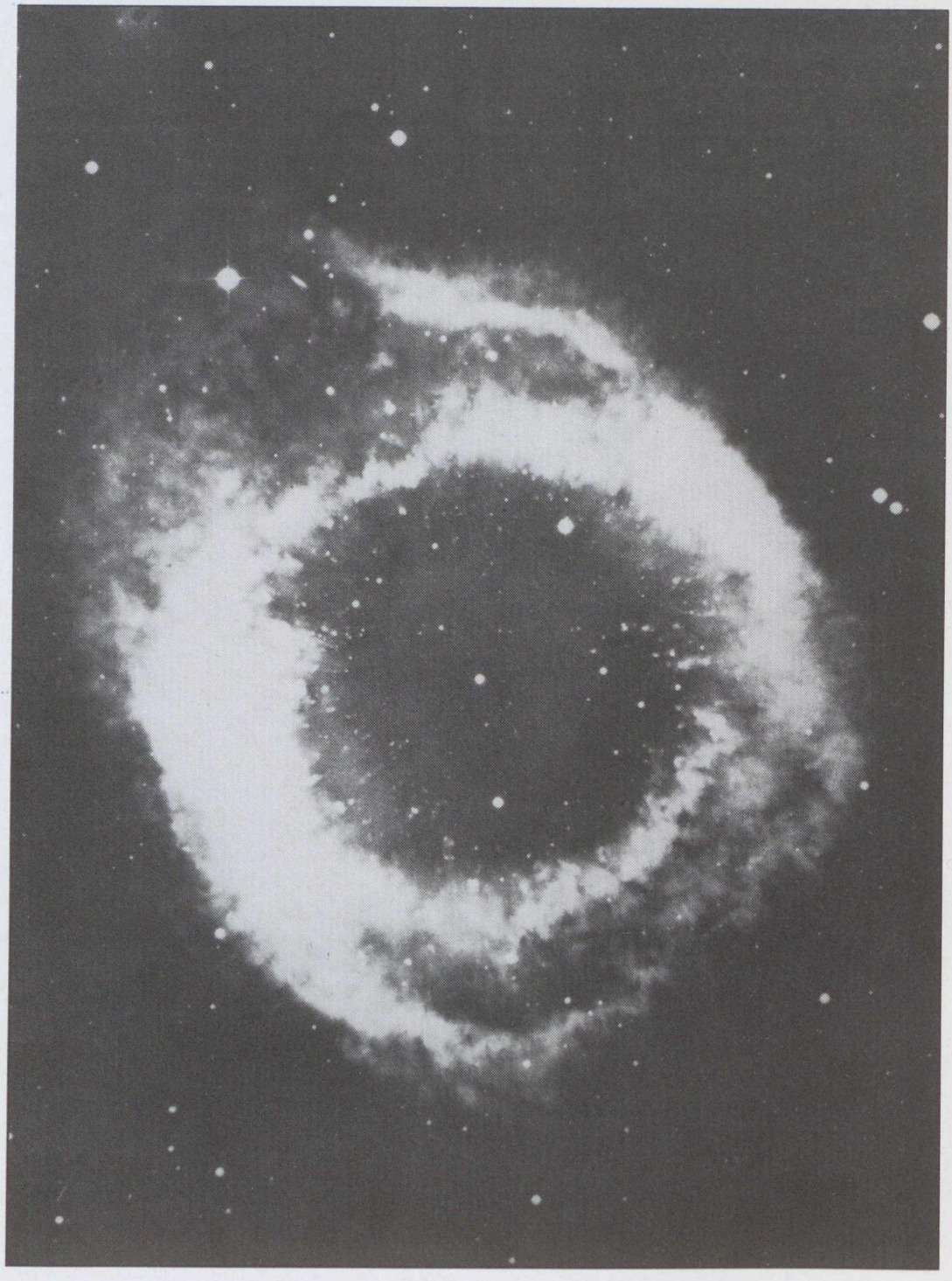
föld és ég

89/10

35.

9





A Helix (Csiga-, Csigavonal-köd) a Vízöntő csillagképben.
A hónap csilagképe című rovatunkhoz (lásd a 304. oldalt!)

föld és ég

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT CSILLAGÁSZATI—ŰRKUTATÁSI, FÖLDTUDOMÁNYI ÉS ORSZÁGJÁRÁS-VEZETŐI FOLYÓIRATA

Megjelenik havonként

XXIV. ÉVFOLYAM 10. SZÁM
1989. OKTÓBER

Főszerkesztő: DR. VASVÁRY ARTÚR
Rovatszerkesztő: ORHA ZOLTÁN
Szerkesztőség:
Budapest, XI., Bocskai út 37. 1113
Telefon: 186-8239

Szerkesztőbizottság:
DR. ALMÁR IVÁN (elnök)
dr. Balázs Lajos, dr. Fejes István,
Hegedüs Tibor, dr. Horváth András,
ifj. dr. Kálmán Béla, dr. Kaszap András,
dr. Marik Miklós, dr. Mérő József,
dr. Meskó Attila, dr. Miczek György,
dr. Nagy Sándor, dr. Papp-Váry Árpád,
dr. Pataki Béla Pál,
Ponori Thewrewk Aurél,
Schalk Gyula, dr. Somogyi Sándor,
dr. Szurovy Géza, dr. Vasváry Artúr,
dr. Végh Sándorné, Zoltai Márta

Felelős kiadó:
VÁGNER FERENC vezérigazgató
Kiadja: a Hírlapkiadó Vállalat
Budapest, VIII., Blaha Lujza tér 3. 1959
Telefon: 138-2399, 138-4300

89 91731 Pannon Nyomda, Veszprém
Felelős vezető:
DANÓCZY BALÁZS igazgató
INDEX: 25 304
HU ISSN 0015—539X

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél és a Posta Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodánál (HELIR, Budapest 1900) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a HELIR 215–96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj egy évre 264 Ft. Egyes szám ára 22 Ft. Külföldön terjeszti a Kultúra Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat (Budapest, 62, Postafiók 149. H–1389) és külföldi bizományosai. Szocialista országokban az ottani postahivatalok útján lehet előfizetni a folyóiratra.
Meg nem rendelt kéziratokat és képeket nem őrzünk meg és nem küldünk vissza!

TARTALOM

CONTENTS – INHALT – СОДЕРЖАНИЕ

Kolláth Zoltán **290**
Kis extragalaxis határozó II.
The extragalactic Zoo II.
Kleines Bestimmungsbuch der Extragalaxien II.
Особые галактики 2.

Fejes István **294**
Konferencia-részvétel
Conference-participation
Konferenzteilnahme
Участие в конференции

Németh György **296**
A gejzírek
The Geysers
Die Geysir
Гейзиры

Holl András **308**
Részecskefizika mindenkinek 1.
Corpuscular Physics for Everybody 1.
Korpuskularphysik für jedermann 1.
Физика частиц для всех 1.

Dr. Fejes István–dr. Horváth András **313**
Doppler-mérések a fáraók földjén
Doppler-Mensuration on the Pharaohs' Land
Doppler-Messungen auf dem Land der Pharaonen
Доплеровские измерения на земле фараонов

A CÍMOLDALON:
Az NGC5128, a Centaurus A rádióforrásnak megfelelő pekuliáris elliptikus galaxis. A rádiógalaxisok sugárzása általában nagy sebességgel kidobódó anyagból ered. A galaxis előtt elhúzódó sötét sáv egy sűrű porköd, ami maga is hasonló aktivitásra utal. (Kis extragalaxis határozó II. című cikkünkhöz)

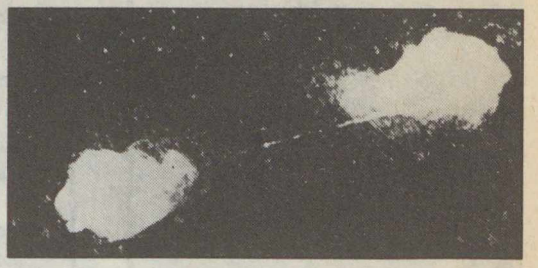
MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

Kis extragalaxis határozó II.

A kvazárok még ma is a csillagászat rejtélyes objektumai. Elnevezésük, mely a „csillagszerű rádióforrások" angol rövidítéséből származik, utal főbb sajátosságaikra: látszó szögméretük rendkívül kicsi, s sugárzásuk jelentős részét (legalábbis az elsőként felfedezett ilyen objektumok) a rádiótartományban bocsátják ki. Az első kvazárt, a 3C 48-at 1960-ban fedezte fel *Allan Sandage* és *Thomas Matthews*, akik akkor még azt hitték, hogy ez az objektum a rádiócsilagok első példánya lehet. Két évvel később *Maarten Schmidt* egy hasonló objektum, a 3C 273 színképét óriási vöröseltolódású *pekuliáris galaxis* spektrumával azonosította.

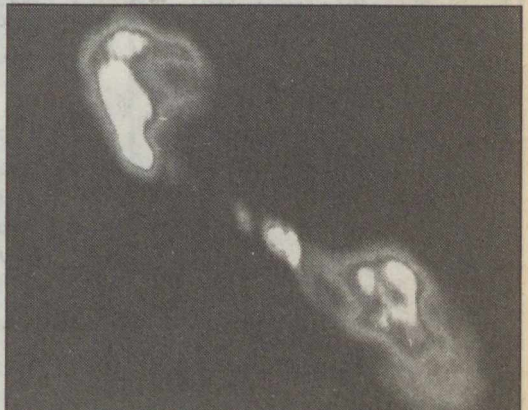
A kvazárok nagy vöröseltolódása miatt a csillagászok többségének az a véleménye, hogy azok óriási távolságban vannak a mi Tejútrendszerünktől. Megfigyelt fényességük alapján ekkora távolságértékek esetén a luminozitásuk is hatalmas kell, hogy legyen. Vannak azonban olyan megfigyelési tények is (pl. eltérő vöröseltolódású kvazár és egy „normális galaxis "fizikailag egymáshoz kötött rendszernek látszik), ami alapján sokan feltételezik, hogy a csillagszerű rádióforrások vöröseltolódása nemcsak távolodási sebességükből származik, hanem például gravitációs hatásból is. A kvazárok óriási energiatermelésére sem született még mindent kielégítő magyarázat. A kvazárok az aktív galaxismagok (AGN-ek) legenergikusabb képviselői: teljes energiakibocsátásuk százszorosa lehet az óriásgalaxisok összegzett fényességének, míg a sugárzást kibocsátó terület rendkívül kicsi, akár csak százmilliomod része az egész galaxisénak. A megfigyelt jellegzetességeket sokan a kvazárok, az AGN-ek centrumában lévő óriási fekete lyukaknak tulajdonítják. A kvazárok rejtélyének megoldása valószínűleg az egész csillagászat szempontjából is jelentős lépés lesz.

Az elsőként talált kvazárok tényleg intenzív rádiósugárzók votak, azonban később nagyon sok, a többi tulajdonságaikban hasonló objektumot figyeltek meg, melyek az elektromágneses színkép rádió tartományában halványak. Így természetesen az elnevezéseken is változtatni kellett: általában csak csillagszerű objektumoknak (azaz QSO=quasi-stellar object) nevezik az ebbe a csoportba tartozó galaxisokat, bár a kvazár elnevezés is megmaradt a rádióban nyugodt QSO-kra is. Érdekes, hogy a csillagszerű objektumok mindössze 1%-a fényes különösen a rádiótartományban (ezeket QSR-rel jelölik). A rádióban halvány QSO-kat sokszor „csillagszerű galaxisoknak" vagy „kék csillagszerű objektumoknak (QBO) is nevezik.



A Cygnus A rádióképe szép példa a súlyzóhoz hasonló kettős szerkezetre, mely a széle felé fényesedik

A kvazárok néhány százaléka színképében széles abszorpciós vonalakat mutat, s ezeket megkülönböztetésül BAL QSO-val (=széles abszorpciós vonalú QSO) jelölik. Ezeket a színképvonalakat a központi magjuk körül nagy sebességgel mozgó anyag hozza létre. A színképvonalak nagy része erősen ionizált atomokból származik, tehát különösen magas hőmérsékletű anyagból, s a vonalak (a kvazár emissziós vonalaihoz viszonyított) kék eltolódásából arra következtethetünk, hogy a mozgó felhő sebessége elérheti a fénysebesség egy



A Centaurus A, a legközelebbi, viszonylag fényes rádióforrás, egyben példa a „keskeny, a szélük felé sötétedő" forrásokra. A látszólagos mérete 10 szögperc, egy kicsivel nagyobb, mint a hozzá tartozó elliptikus galaxis a látható fényben



A 3C31 (NGC383) 2 szögperces területen helyezkedik el a Halak csillagképben, vizuálisan egy 14 magnitúdós S0 galaxis. A rádiómag fölötti jet sokkal fényesebb, mint a többi terület

tizedét a galaxishoz képest. A BAL QSO-k általában a rádióban halvány QSO-k közé tartoznak, első képviselőjük az 1966-ban felfedezett 18 magnitúdós PHL 5200 volt.

A csillagszerű források között is találunk olyanokat, melyek luminozitása változik, ezek az „optikailag hevesen változó" (OVV) kvazárok. Sok tulajdonságukban hasonlítanak a BL Lacertae objektumokhoz, melyekkel együttesen, a két elnevezés összevonásából, blazároknak nevezik őket. Mindkét csoportot gyors fényváltozása és sugárzásuk polarizáltsága jellemzi. Olyan kompakt rádióforrások, melyek egyformán fényesek az elektromágneses sugárzás jelentős frekvenciatartományában, és sima, folytonos színképük van a látható és a közeli infravörös sávban. Ezek az objektumok nagyon fontosak az AGN-ek megismerésében: változásuk periódusa felső határt ad a sugárzó terület méretére, az nem lehet nagyobb, mint amekkora utat a fény a változás ideje alatt megtesz. Ellenkező esetben a különböző idő alatt hozzánk érkező fénysugarak elkennék a fényváltozást.

A BL Lacertae objektumok elnevezése onnan ered, hogy először változócsillagnak hitték az ilyen fényforrást. *John L. Schmitt* 1968-ban azonosította a feltételezett változót a VRO 42.22.01 jelű rádióforrással. A BL Lacertae objektumok színképében nincsenek, vagy csak nagyon gyenge vonalak vannak (ez is arra utalt, hogy a BL Lac nem lehet csillag). Fényességük gyorsan változik mind a látható, mind az infravörös és a rádiótartományban, sugárzásuk polarizált, s ennek a mértéke is ingadozik.

Az OVV-k látható fényüket körülbelül egy magnitúdós, vagy még annál is nagyobb mértékben változtatják pár hetes, vagy néha néhány napos időskálán. Fényük lehet változóan polarizált, s gyakran erős rádiósugázók. Az OVV-k nagyon ritkák, s jelenleg a kvazár jelenségek között az egyik legnagyobb kihívás megértésük. Tipikus példák erre a csoportra a 3C 279 és 3C 345, melyek látszólagosan óriási sebességgel tágulnak, és a 3C 446, egy a leggyorsabban változó kvazárok közül.

Már az eddigiekben is sok olyan extragalaktikus objektummal találkoztunk, melyek erős rádiósugárzók. Érdemes tehát egy kicsit rádiócsillagász szemmel is körülnéznünk a Tejútrendszeren kívüli világban.

A rádiócsillagászat egyébként is egy nagyon fontos eszköz a galaxisok megismerésében, hiszen a nagy bázisvonalú interferencián (VLBI) alapuló eszközök felbontóképessége messze felülmúlja az optikai távcsövekét.

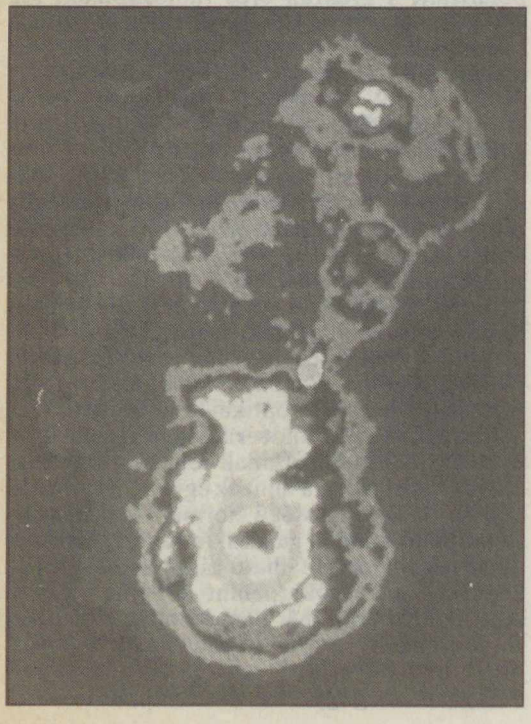
Minden objektumot **rádiógalaxisnak** hívnak, ha rádiósugárzásának teljesítménye legalább tízszer akkora mint az egyébként vizuálisan hasonló fényességű normális galaxisoké. (Korábban minden galaktikát rádiógalaxisnak neveztek, ha detektálható rádiótávcsővel. Ma a normál galaxisokat, mint a Tejút vagy az Androméda-köd, már nem sorolják közéjük.) Ez egyébként azt is jelenti, hogy a távoli objektumokat sokkal egyszerűbb rádiótartományban megfigyelni, mint láthatóban. A

Cygnus A az egész égbolt egyik legfényesebb rádióforrása, míg optikai tartományban az ötméteres távcsővel készült felvételeken is csupán egy halvány fényfolt!

A legtöbb rádiógalaxis óriás elliptikus rendszer, s tipikus rádióképük a központi rádiómagból s az amellett elhelyezkedő „szárnyakból" áll. A rádiógalaxisok egyik „prototípusa" a pekuliáris elliptikusnak, az NGC5128-nak megfelelő Centaurus A (lásd címlap), mely „csupán" 15 millió fényévre van tőlünk, míg az első valóban hatalmas energiát kibocsátó forrás a már föntebb is említett Cygnus A volt.

A rádiógalaxisok rendkívül sokféle alakkal fordulnak elő, melyek között nagyon sok a kettős forrás. Ez először nagyon meglepő eredmény volt, hiszen az optikai tartományban egyszerű „pontforrásokhoz" rendkívül összetett rádióstruktúrákat találtak. Mielőtt az egyes csoportok sajátságaira térnénk, érdemes megvizsgálnunk, hogy egyáltalában miből is származik a rádiógalaxisok sugárzása. Az a tény, hogy a galaxisok rádióképe sokkal nagyobb optikai megfelelőjüknél már önmagában is arra utal, hogy a rádióhullámok heves kitörések közben kidobódott anyagból erednek. A rádiógalaxisok méretét legjobban úgy képzelhetjük el, ha a Tejútrendszer átmérőjéhez hasonlítjuk, ami körülbelül százezer fényév. A már említett Cygnus A hatszorosa a Tejútnak, de ez még törpének számít óriási társai mellett: a DA 240 jelű forrás körülbelül 6–7 millió, a 3C 236 pedig 18 millió fényév méretű. Ezek a források általában súlyzó formájúak, a központi magból hatalmas sebességgel, szimmetrikusan kidobott anyag világít a rádiótartományban. A relativisztikus sebességű részecskék szinkrotron sugárzást bocsátanak ki, s ezt figyelhetjük meg, mint évmilliós folyamatok eredményét. A Cygnus A-ról először azt gondolták, hogy két galaxis ütközése okozza jellegzetes megjelenését. Azonban később, ahogy egyre több, ehhez hasonló heves viselkedésű objektumot találtak, el kellett vetni ezt a hipotézist, mivel az ütközések nem tartoznak az ennyire hétköznapi események közé. A napjainkban népszerű magyarázat mégis közel áll ehhez az elképzeléshez: a Cygnus A egy nagy elliptikus galaxis, amely egy korábbi, „galaktikus kannibalizmusnak" is nevezett jelenségből (ez az ütközések egyik fajtája, amikor az egyik galaxis szinte teljesen bekebelezi a másikat) visszamaradt port nyel el.

Egy „széles, kettős forrás", a 3C 310. A rádió mag egy elliptikus galaxis centrumának feleltethető meg

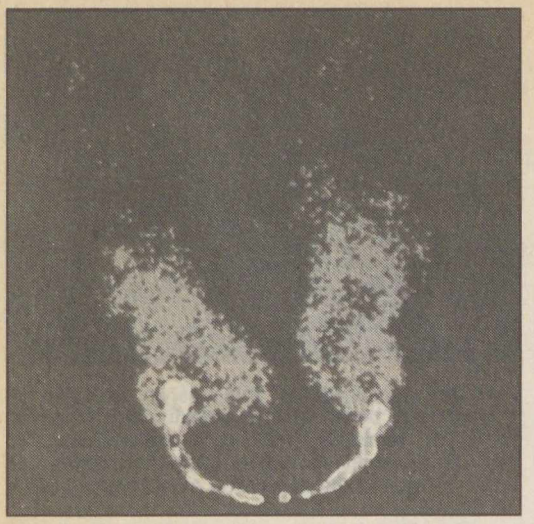


A rádiógalaxisok szerkezete általában az alábbi öt csoportba sorolható be: „Cygnus A típusú kettős", vagy „I. típusu kettős". Egy rádiósugárzó, súlyzóhoz hasonló szárny-pár, melyek a külső szélükön fényesek és erősen sugárzó „forró foltot" tartalmaznak. Mindez egy elliptikus galaxis, vagy egy kvazár két oldalán helyezkedik el, melynek szintén lehet rádiómagja is, s ezért gyakran tripletnek (hármasnak) is nevezik ezeket az objektumokat. Gyakran található rádióemittáló összeköttetés („jetek", „szigetek", vagy „farkak") a központi mag és a szárnyak között. Néhány esetben (úgynevezett D2 kettősök, vagy C-források) csak a mag egyik oldalán található határozottabb szerkezet.

A „keskeny, a szélük felé sötétedő kettős források" az előző csoporthoz hasonlítanak, de azzal ellentétben a szárnyak a külső szélükön sötétebbek. Egy jó példa erre a csoportra a legközelebbi rádióforrás a Centaurus A. Az ebbe a kategóriába tartozó forrásoknak is gyakran van rádiómagjuk, amiket megkülönböztetésül 3C 31-típusú objektumoknak is neveznek. Sokszor találhatunk a rádiómagból eredő keskeny jeteket is.

Néhány objektum, mint például a 3C 310 viszonylag rövid és kövér szárnyakat tartalmaz, amiket „széles kettős forrásoknak" jelölnek.

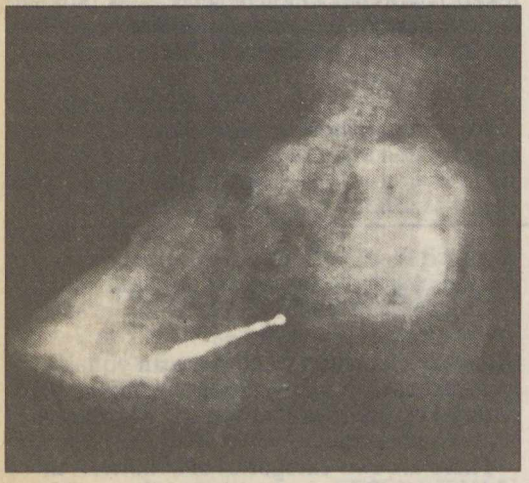
A „keskeny farkú források" rádióképe egy fényes fejből (mely egy elliptikus galaxis magjának felel meg) és az ebből kiinduló hosszú, diffúz farokból áll. Ilyen forrás például az NGC1265. Használatos még a „keskeny szögű



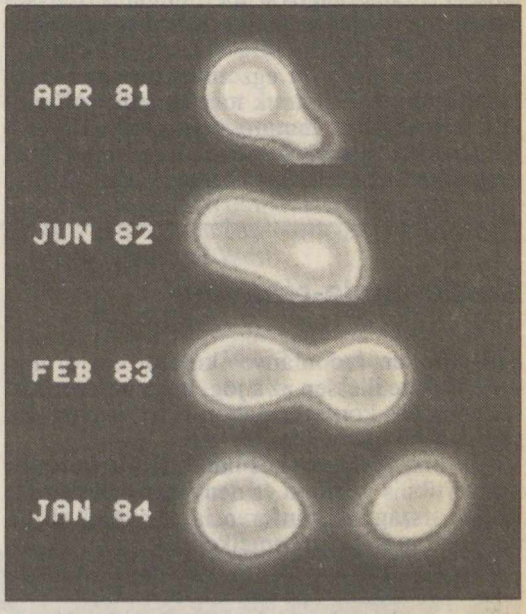
A Perzeuszban található NGC1265 a „keskeny szögű farkú" források prototípusa. A magból származó kettős plazmanyaláb erősen elgörbült, valószínűleg az intergalaktikus gáz, melyen az objektum áthalad, nyomása deformálta el



Az IC708 egy „széles farkú" forrás, mely egy galaxishalmazban helyezkedik el. A rádióforrás alakját valószínűleg a szomszédos galaxisok gravitációs hatása torzítja el. A felvétel 6 cm-es hullámhosszon készült



Az M87 jelű óriási elliptikus galaxishoz kapcsolódik a Virgo A jelű forrás. A hatalmas kitörést (jetet) először 70 éve figyelték meg, vizuálisan. A forrás egy szögperces területet foglal el, jól látható a finomabb, filamentáris szerkezete is



A 3C345 jelű kvazár központi részéről, 1,35 cm-es rádiótartományban készült felvétel. Az utolsó képen körülbelül 0,002 szögmásodpercre távolodott egymástól a két folt, amelynek sebessége látszólag nagyobb a fényénél

farkú" (NAT) forrás elnevezés. Vannak olyan esetek, amikor dupla fejet és farkat figyelhetünk meg, általában rádió maggal együtt, s gyakran találhatunk jeteket a fejrésznél. Az előző csoport párja a „széles farkú" vagy más néven a „nagy szögű farkú" (WAT) forrás. Az IC708 jelű galaxis rádióképe tipikus péla erre a típusra.

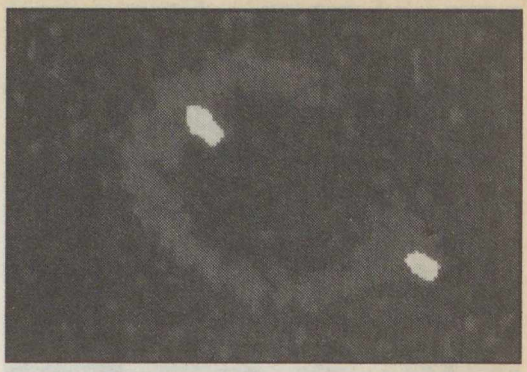
Hasonlóan, mint az optikai tartományban, a rádió színképük alapján is osztályozhatjuk a galaxisokat, keskeny, vagy széles emissziós vonalú csoportba. Az elnevezés egyértelműen jelzi a jellemző sajátságokat.

A rádiógalaxisokhoz sok más érdekes jelenség is tartozik. Ha egy távoli rádióforrás és a

megfigyelő között egy nagy tömegű galaxis helyezkedik el, akkor az meggörbítve a rádióhullámok útját gravitációs lencseként működik. Ha a Föld és a két galaxis pontosan egy vonalba esik, akkor a távolabbi képe gyűrű formájúvá torzul, s ezt Einstein-gyűrűnek nevezik, első megfigyelt példánya ennek az MG1131+0456 jelű objektum. Ha nincsenek teljesen egy irányban ezek az objektumok, akkor nem alakul ki gyűrű, csak megkettőződik a távoli galaxis képe. Ilyen jelenséget már több esetben is megfigyeltek, ilyen például a Q0967+561 jelű kettős kvazár.

Sokáig tanácstalanul álltak a csillagászok néhány különleges megfigyelés előtt: nagyfelbontású rádióképeken figyelemmel követhetjük a forrás szerkezetében létrejövő változásokat. Néhány esetben a rádióemisszió helye látszólag a fény sebességénél is gyorsabban mozgott! Mivel anyagi természetű dolgok nem mozoghatnak ilyen sebességgel, az ezt létrehozó jelenségeknek valamilyen „optikai csalódásnak" kell lennie. Ez igazolódott is, a közel fénysebességgel pontosan a mi irányunkba mozgó anyagcsomók létrehozhatnak ilyen jelenséget. Látszólagos szuperluminális (fénysebesség feletti) mozgást figyeltek meg például a 3C 273, a 3C 279 és a 3C 345 jelű forrásokban.

Az eddig felsorolt egzotikus teremtményeken kívül is találhatunk még egyedi, különleges jelenségeket mutató extragalaktikus objektumokat, s a jövő még sok meglepetéssel szolgálhat. Az elméleti csillagászok várják,



A „gravitációs gyűrűk" létét Einstein már ötven éve megjósolta, de az első ilyen objektumot az ábránkon látható MG 1131+0456 jelűt csak az utóbbi években fedezték fel. A kép több rádiótávcső együttműködésével, VLA rendszerrel készült

hogy megtalálják és megfigyeljék az általuk megjósolt jelenségeket. Ilyenek például a szuper nagytömegű fekete lyukak, melyek a galaxisok centrumai lehetnek. A gyorsan forgó, erős mágneses térrel rendelkező nagy tömegű fekete lyukaknak külön nevet is adtak „spinar" címszó alatt hivatkoznak rájuk, s talán az aktív galaxismagok sajátságaiért lehetnek felelősek.

A Sky and Telescope 1988 áprilisi, júliusi és októberi számainak felhasználásával fordította:

KOLLÁTH ZOLTÁN

Konferencia-részvétel

SIR–Minden tudományos kutatót egyformán meg kellene illessen az a jog, hogy nemzetközi tudományos konferenciákon részt vegyen. Ez sajnos több okból nem így van.

Az országoknak két kategóriája létezik: konvertibilis valutájú és nem konvertibilis valutájú ország. A konferencia részvételi díjak nagyobb mértékben emelkednek, mint az infláció és kivétel nélkül USA dollárban vagy más konvertibilis valutában fizetendők.

Ez a gyakorlat erőteljes diszkriminációt jelent azokkal a tudományos kutatókkal szemben, akik nem konvertibilis valutájú országokban laknak. Ezek az országok pedig a világ nagyobb és szegényebb felét teszik ki. Nyugati konferencia szervezők túlságosan is hajlanak arra, hogy elfeledjék, hogy sokunk számára igen nehéz, ha nem teljesen lehetetlen konvertibilis valutában előteremteni a részvételi díjat, még akkor is, ha esetleg nemzeti forrásból biztosított az összeg. Arra sem gondolnak,

Conference-participation

SIR–All scientists should have an equal right to participate in international scientific conferences but unfortunately this is not the case, for several reasons.

There are two-categories of countries: those with convertible currencies and those without them. Conference fees are rising more than inflation and they invariably have to be paid in US dollars or other convertible currencies.

This practice discriminates strongly against scientists from countries with no convertible currencies, and that is the larger and poorer part of the world. Western organizers of conferences forget too easily that for many of us – even when local funds are available – it is difficult if not impossible to obtain them in convertible form. They also forget that delivery of letters may take weeks rather than days in those countries and that the transfer of $10 may be as hard a task as the transfer of $10 000. I regularly receive conference circu-

hogy a levelek ezekbe az országokba inkább hetekig mint napokig mennek, és, hogy 10$ átutalása legalább olyan nehéz feladat lehet, mint 10 000 dolláré. Rendszeresen kapok konferenciára meghívásokat azzal a kéréssel, hogy mielőbb fizessek és olyan jelentkezési határidővel, amit lehetetlen betartani.

Stresszt és rossz közérzetet vált ki belőlem az a tény, hogy mint magyar kutató valutáris problémák miatt számos jelentős nemzetközi konferencián való részvételtől meg vagyok fosztva. Biztos vagyok benne, hogy nem én vagyok az egyedüli. Ez a helyzet tovább mélyíti a fejlett és „nem olyan fejlett" országok tudományos eredményei közötti szakadékot, ami pedig senkinek sem áll érdekében. Az olyan nemzetközi tudományos szervezetek képviselőinek mint a COSPAR, IAU és IUGG, megoldást kellene keresniük erre a helyzetre.

A következő javaslatot tenném a konferencia szervezőknek:

(1) Fogadják el a részvételi díjat a mindenkori (nem konvertibilis) valutában és az így befolyt összeget használják fel a kérdéses országban. Nemzeti tudományos bizottságok vagy képviselőik kezelhetnék az ilyen pénzeket.

(2) A konferenciákból befolyt pénz egy részét a nem konvertibilis valutájú országok kutatóinak támogatására fordítsák.

(3) Ha a konferenciát nem konvertibilis valutájú országban szervezik, akkor a helyi szervezőket kötelezzék arra, hogy a konvertibilis valutájú országokból érkező kutatókat támogassák.

(4) A jelentkezési határidők és a fizetések vonatkozásában ne legyenek merevek, hanem minden egyes esetet egyedileg bíráljanak el.

Ezek az intézkedések ugyan bonyolultabbá tennék a konferenciák szervezését, de ugyanakkor lehetőséget nyújtanának arra, hogy keleti és nyugati kutatók sokkal arányosabb mértékben vehessenek részt a tudományos konferenciákon.

FEJES ISTVÁN
FÖMI Kozmikus Geodéziai Obszervatórium

lars with requests for advance payments and with deadlines that are impossible to meet.

As a Hungarian scientist, I am under stress and feel miserable at being prevented from participating in important international conferences because of the convertible currency problem, and I am sure I am not alone in this respect. This situation will further widen the gap between the scientific achievements of developed and „not so developed" countries, which is nobody's interest. Representatives of international scientific organizations such as COSPAR, IAU and IUGG should seek a solution to this problem.

I should like to make the following suggestions to conference organizers:

(1) They should accept participation fees in local (non-convertible) currencies and use them on other occasions within that particular country. National scientific committees or representatives could take care of the account.

(2) They should set aside part of conference income to support the participation of scientists from countries without convertible currencies.

(3) If the conference is organized in such a country, the local organizers should be obliged to support scientists with convertible currency at other conferences.

(4) They should not be rigid about closing dates for advance payments and deposits but should deal with each case indivudually.

Such arrangements would make organizing a conference more complicated but they would allow a more balanced participation of scientists from East and West.

ISTVÁN FEJES
FÖMI Satellite Geodetic Observatory
H-1373, Budapest, Pf. 546.
Hungary

(Ez a levél a Nature folyóirat 1989. május 25-i számában jelent meg.)

A 38. csillagászati hét rendezvényei október 22–28. között lesznek a Kossuth Klubban (Bp. VIII., Múzeum u. 7.). (Rendezi a TIT Budapesti Szervezete.)

A teremtés napjai címmel tartandó előadás-sorozat részletes programja:

X. 22. 10.30-kor: *Az idők kezdetei*, előadó: dr. Lukács Béla;

X. 23. 18 órakor: *Fellobbannak a csillagtüzek*, előadó: dr. Balázs Béla;

X. 24. 18 órakor: *A gravitáció bolygóbölcsői*, előadó: Illés Erzsébet;

X. 25. 18 órakor: *Az élet megjelenése az Univerzumban*, előadó: dr. Gánti Tibor;

X. 26. 18 órakor: *Szűknek bizonyul a Paradicsom*, előadó: dr. Horváth András;

X. 27. 18 órakor: *Sorsunk és jövőnk az Univerzumban*, előadó: dr. Almár Iván;

X. 28. 18 órakor: *Teremtésmondák – vallások – szentírások*, előadó: Ponori Thewrewk Aurél.

Az 1989. évi pályázatunkon második díjat nyert cikk

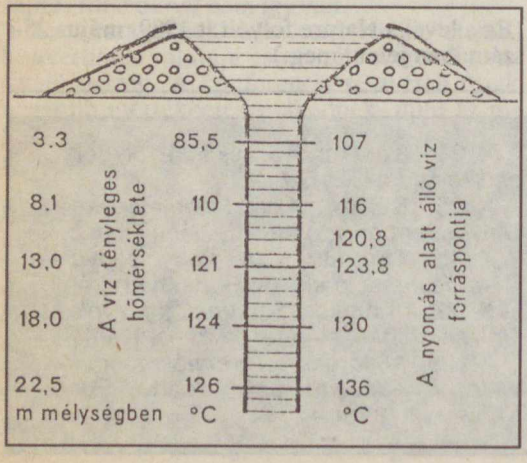
A gejzírek

„Lábunk alatt mély, távoli mennydörgésre emlékeztető robaj kél, apró lökésekkel rázkódik a föld, majd hirtelen néhány fürdőkádnyi forró víz loccsan ki a gejzír méteres száján. Ez csak amolyan beköszöntő. Erősödik a föld alatti dörgés, és szabályos ritmusban egyre magasabbra hág a forró víz és gőz fehér oszlopa, amely csodálatosan csillog a reggeli napfényben. Már vagy 30 méter magasban jár a gőzoszlop teteje, és még mindig emelkedik, a teteje gombához hasonlóan szétterül, a belsejéből forró permet hull a domb oldalára. Vagy négy perc elmúltával csökkenni kezd a gejzír ereje: nem lövöldözi víztömegeit csak 20, azután 10 méter magasra, később már erre sem futja a mérgéből, s néhány perc múlva már ismét csak a békésen pipáló gőzfelhő tekint szét a völgyben". Szalay-Marzsó és Sz. Juhász: Grizzlymedvék, mammutfenyők, gejzírek világában című könyvből idézve a személyes hangon, szépírói stílusban, érzékletesen elénk tárt látványélmény által kedvet kaphatunk a gejzírek most már szaktudományi-fogalmi meghatározásához.

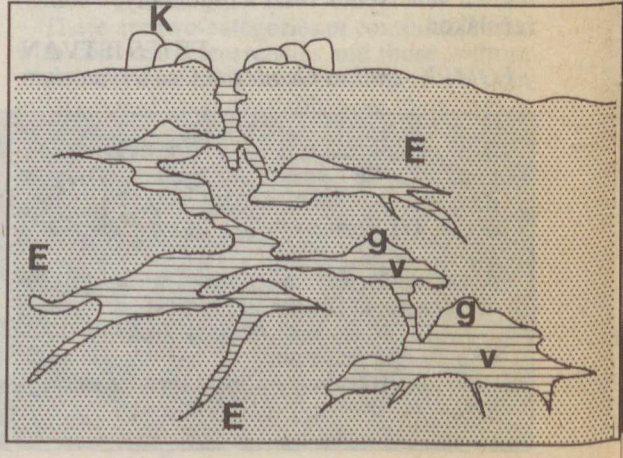
Egy kis fizika

Robert Wilhelm Bunsen (1811-99) német kémikus tanulmányozta először a gejzírek működését. Hőmérőket bocsátott az izlandi Nagy Gejzír kürtőjébe, megállapítva, hogy a benne levő víz alulról melegszik fel (1. ábra). A Föld felszínéről származó, az általános nagy körforgásban már résztvevő ún. vadózus talajvíz a mélybe szivárogva forró vulkáni kőzetekkel közvetlenül érintkezik vagy azok hőjét a hővezetés útján felveszi. Kialakul egy szabálytalan alakú forróvíz oszlop, amelyben az alsó vízrétegekre a felsők erős nyomást gyakorolnak. A víz 100 °C-nál magasabbra is felhevül. Később eléri a forráspontot, s belőle egyre növekvő hőbuborékok indulnak felfelé. A vízoszlop legfelső részén ezek a kiutat kereső hőbuborékok kisebb mennyiségű vizet kilocscsantanak a kürtőből. Mivel ezáltal a vízmennyiség kevesebb lesz, így a nyomás is csökken, ami láncreakciót idéz elő. Az alsó vízrétegek forráspontja is csökken, a forrás sebessége viszont megnő. A legfelső vízréteg könnyebben eléri a forráspontot. A teljes, túlhevített víztömeg gyorsabban tágul ki, robbanásszerűen gőzállapotba megy át és erőteljes lökéssel vízsugár formájában a kürtőből kilövell. Két kitörés közötti nyugalmi időszak hosszúsága a kürtő mélységén és szélességén kívül annak függvénye, mennyi idő alatt szivárog vissza a kürtőt kitöltve a kihűlő talajvíz, hogy azután ismételt felmelegedésével a folyamat elölről kezdődjék. Ha több forróvizet bocsát ki a gejzír, mint amennyi kürtőjében látszólag elférne, azzal

1. ábra. Az izlandi Nagy Gejzír működésének magyarázata R. W. Bunsen szerint



2. ábra. Az izlandi Nagy Gejzír metszete Vendl A. és Barth nyomán



magyarázható, hogy kitöréskor a távolabbi mellékjáratokból is összegyűlik a víz.

Mik tehát a gejzírek?

A leírt folyamatból mindenekelőtt megállapítható, hogy a gejzírek szökőforrások. Kizárólag meleg vizűek, amelyben a magas hőmérséklet vulkáni eredetű, a víz viszont talajvízutánpótlású. Működésük ritmusos és időszakos. Ha a felsorolt követelményekből egy hiányzik, más utóvulkáni jelenségről beszélhetünk. (Kétségtelen, hogy a fumarolák és a hévforrások léte is a magmából származó hőforrástól és a talajvíztől függ, ám ún. fokozatbeli eltérések vannak ezen három utóvulkáni tevékenység között. Hévforrások ugyanis már akkor kialakulnak, ha a feltörő víz hőmérséklete csak túlszárnyalja az adott terület évi középhőmérsékletét. A fumarolák létrejöttének pedig feltétele, hogy a kivezető csatornák mindig nyitottak legyenek, így tehát működésük nem szakaszos.) Gejzírkitörés csak olyan kürtőből történhet, melyben felül, de jóval a felszín alatt még a kürtő összeszűkül, esetleg kanyarodik (2. ábra). A vulkáni kőzet hasadékait üregrendszer-rezervoároknak is nevezik, melynek részei: az összekötő járatok, a gejzírcsatorna és a gejzírmedence. Ismeretesek szabályos vagy szabálytalan időközökben működő gejzírek.

1. kép. A Nagy-Pohutu gejzír Új-Zélandban, mely napjainkban is működik (Natural Wonders of the World. National Geografic Society Engagement Calender 1988. alapján)



A gejzírek és a fiatal vulkanikus területek

Ha a legjelentősebb gejzíreket elterjedésük szempontjából csoportosítjuk, látható, hogy legtöbb belőlük az ún. pacifikus (kelet-ázsiai, illetve amerikai) vulkáni övre jut. A kelet-ázsiai pacifikus vulkáni övből kiemelendők Új-Zéland, Japán és Kamcsatka, az amerikaiból pedig Chile, Alaszka, elsősorban pedig a Yellowstone Nemzeti Park (USA) gejzírei. Az eurázsiai vulkáni övbe sorolható Olaszország és Indonézia, az Atlanti-hátság részeként pedig Izland gejzírvidéke.

Földünk leghatalmasabb, ám napjainkban már nem működő szökőhévforrása az új-zélandi *Waimangu*, amely olykor 300-460 m magasra is fellövelte kb. 8000 hektoliter, sötét színű, iszapos vizét. (Innen a Waimangu: „Fekete víz" elnevezés). Az itt található Tarawera-tó víztükrének a közeli vulkáni működés hatására történő megsüllyedése szüntette meg tevékenységét. A *Tetarata-gejzír* nem messzire feküdt az előbb említetthez. Színpompás terasszerű gejzírkúpokat épített 1886-ig, amikor azonban a Tarawera-vulkán (jelentése: izzó hegy) azokat teljesen szétrombolta. Új-Zéland napjainkban is működő híres gejzírrel is büszkélkedhet: a *Nagy-Pohutuval* (1. kép), amely szintén az ún. Tarawera környéki termális övezet része, ahol a magma közelsége nagymérvű utóvulkáni aktivitással jár (3. ábra).

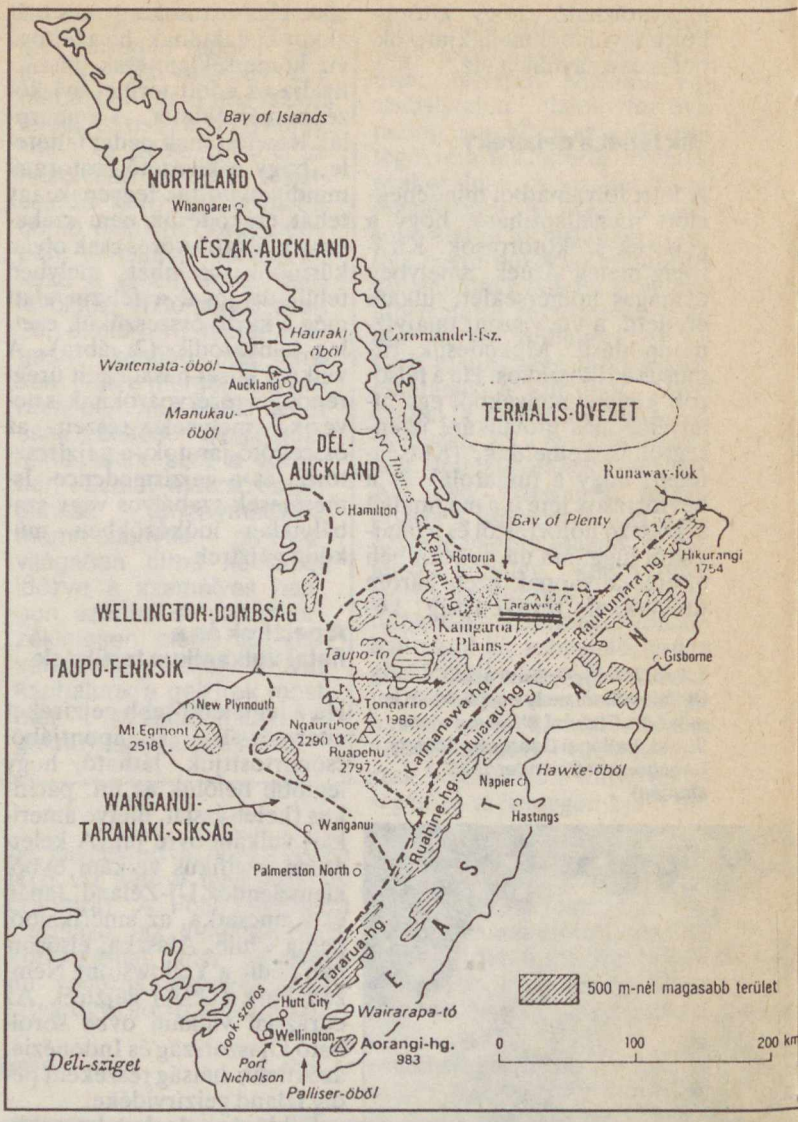
A Kamcsatka-félsziget 1941-ben felfedezett szökőhévforrásai az ún. Gejzírek völgyében találhatók, ahol egyéb utóvulkáni tevékenységek, pl. a sárvulkánok is mindennaposak. A *Nagy Gejzír* (Velikán) három óránként négy perc leforgása alatt 30-50 m magasra nagy mennyiségű forró vizet, valamint 300 m magasra vízgőzt bocsát ki (2. kép). A 22 működő gejzír közül a Velikánon kívül nevezetes a Gyöngyszem és a Szökőkút nevű is.

Az Alaszka-félszigeten a Parti-hegységben levő Katmai Nemzeti Parkban a „Tízezer füst völgye" nevű gejzírvidéknek egyre jelentősebb az idegenforgalmi vonzereje, ám nem vetekedhet a pacifikus amerikai ág legjelentősebb szökőhévforrás-területével, a Yellowstone Nemzeti Parkéval. Itt a kb. 3500 hőforrás közül több mint száz gejzír létezik, melyek 3-4 napig, esetleg 2-3 hétig is szüneteltetik tevékenységüket. Legnagyobb szökőhévforrások az ún. Alsó- és Felső-Gejzír-medencében találhatók (4. ábra). Az *Old Faithful* (Öreg Hűséges) 65-70 percenként 4-5 percig általában 45 m magasra lövelli ki a forróvizet. Speciális működését F. Geis magyarázta meg. A szabályos aktivitást ő a nagyjából állandó hő- és folyamatos vízellátásban látta (5. ábra). Nyugalmi helyzetben az alsó üreg U alakú része lassan, állandó forrásban levő vízzel telítődik, mely előbb-utóbb elzárja ezt az üreget. A magasabban fekvő oldalüregből a gőz egy darabig még képes átjutni a vízrétegen. E jelenséget a földfelszínen a kitörés előtti

percekben a látogatók földrengésszerű vibrációként élik át. Ha a víz szintje tovább emelkedik és bizonyos hányada átkerül a száraz és forró belső kamrába (oldalüreg), nagynyomású gőz jön létre, mely a teljes vízmennyiséget most már a kürtőn keresztül a földfelszínre bocsátja.

A nemzeti park területén méretét tekintve a legtekintélyesebb a *Castle* (Kastély) nevű gejzír, amely 80 méterre lövelli a hófehér gőz- és vízoszlopot. A *Minute man* (Percember) nevű gejzír nevéhez híven percenként bocsát forró vizet a magasba. A *Beehive* (Méhkas) nyolc óránként 70 m magasra szökik fel, míg a *Giant* (Óriás) működése viszont már több évtizede szünetel, ám szép látvány a kürtőjét körülvevő tekintélyes nagyságú gejzírépítmény (3. kép). A *Grotto* (Barlang) is pihen, sajátos formáját a gejziritbe ágyazott fatörzsektől kapta (4. kép).

De honnan került a földrajzi és földtani irodalomba a gejzír szakkifejezés? Izland leghíresebb forróvíz- és gőzszökőkútjától, a *Stóri-Geysir i Haukadalurttól* (Nagy Gejzír). A geyse izlandi szó, azt jelenti: dühöngeni, vadul áramlani. A Nagy Gejzír a híres Hekla vulkántól északnyugatra, Reykjavíktól pedig keletre található. Az 1294-ben bekövetkezett izlandi földrengés óta ismeretes, legintenzívebb működése az 1770-es évekre tehető. A XX. század elejére megszűnt aktivitása, ám 1935-ben mesterséges módszerekkel (árokmélyítés, vízszintcsökkentés) sikerült szabálytalan és gyenge tevékenységűvé felpiszkálni. A 24-30 óránként bekövetkező fő kitörés a másfél óránként kilökött 3-4 m-es vízoszlopot 25-30 m magasra lövelli, hogy az fenséges zuhatagként visszahulljon. A képződött 10 m magas gejzírkúp medencéje 2 m mély és 5 m átmérőjű, a tölcsér pedig 22 m mélységű. Az izlandi főváros környéki „gejzírparadi-

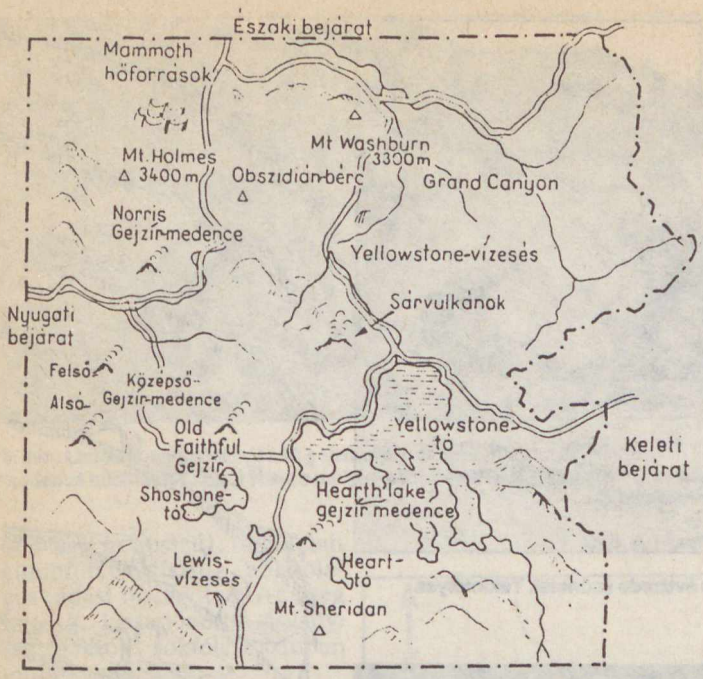


3. ábra. Új-Zéland északi szigetének termális övezete

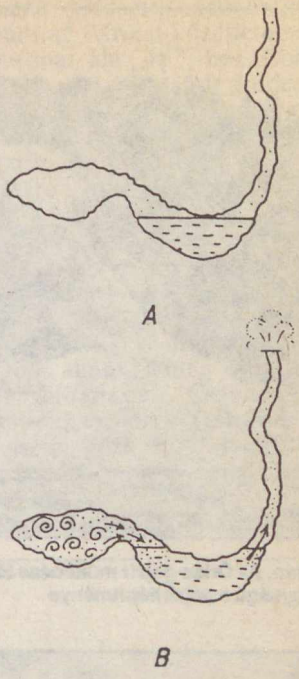
csom" egyébként 136 szökőhévforrásával a világranglista élén áll. A Nagy Gejzíren kívül itt kell még megemlíteni a Heklától délkeletre található Torfajökull jégmező tövében feltörő gejzíreket, amelyeknek tavában fürdeni is lehet.

A gejzírek képződményei

A gejzír működésének szünetében a kürtőt megtölti a kovasavat, meszet és más ásványi anyagokat tartalmazó forró víz. Lehűléskor a földfelszínen a kicsapódó kovaanyagokból forrásüledékek jönnek létre. A kürtőnél például kéregszerű bevonatok formájában víztartalmú kovasav (gejzirit vagy forráskvarcit) rakódik le. Ez lyukacsos szerkezetű, opálszerű anyag. Növekedésével lapos kúp képződik, melynek középpontjában tál alakú kis medence található, s ebből ve-



4. ábra. A Yellowstone Nemzeti Park térképe



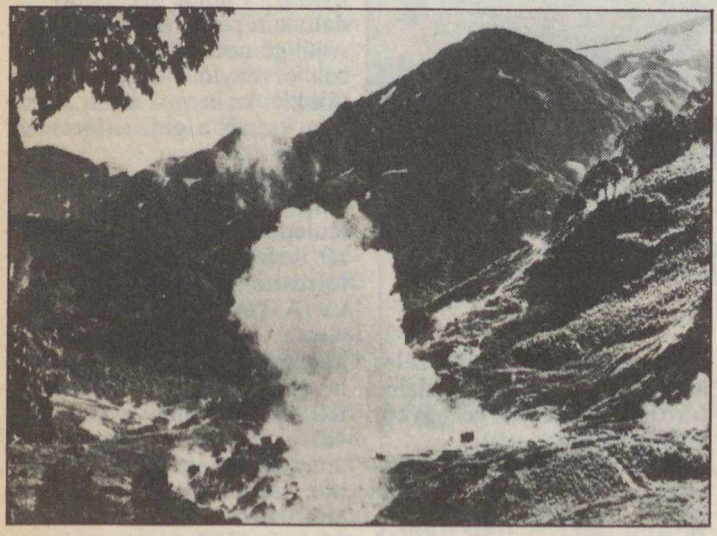
5. ábra. Az Öreg Hűséges működése F. Geis szerint (magyarázat a szövegben)

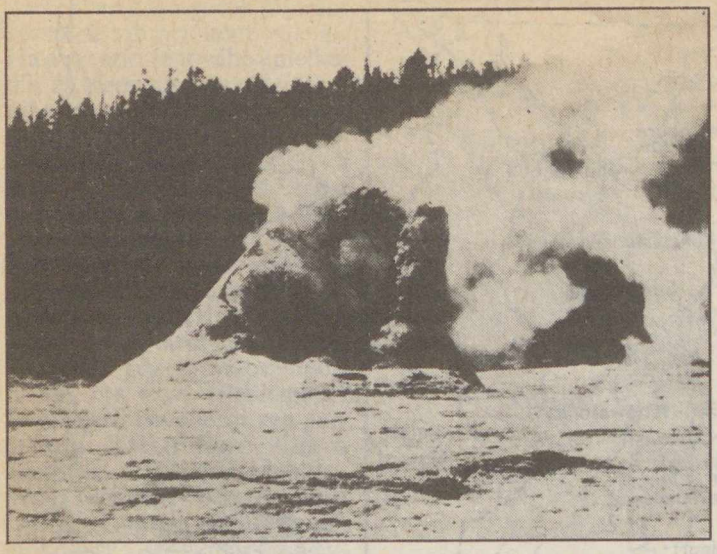
zet a mélybe a kürtő (5. kép). A visszahulló és a lejtőn lassan lefolydogáló vízben kiváló anyagokból – az Új-Zéland kapcsán már említett – lépcsős medencék, ún. tetaraták keletkeznek (6. ábra). A forróvízből kicsapodó mészkőképződmények anyaga az édesvízi mészkő (mésztufa vagy travertino).

Nem kell messzire mennünk, hogy a gejzírek képződményeinek formakincsét megvizsgálhassuk, hiszen a Tihanyi-félsziget kb. 100 hidrokvarcit anyagú gejzírkúpja tanúskodik az egykori utóvulkáni tevékenységekről. A denudációnak (lepusztulás) a gejzírkúpok kemény hidrokvarcit, kalcedon, opál anyaga ellenállt, meghagyva a térszín eredeti formáit, hegyrajzát, s egyúttal őrizve a forróvizes források kürtőit, nyitott vagy részben nyitott járatait és a víz által kioldott üregeket.

A Tihanyi-félszigeten a gejzírműködés kb. 900 000 évvel ezelőtt a közép-pleisztocén Mindel glaciális (eljegesedési fázis) szerkezeti mozgásai hatására indult meg és a kutatók véleménye szerint 10 000 évvel ezelőtt fejeződött be. A gejzírkúpok inkább a félsziget délebbi területein csoportosulnak (7. ábra). Legnevezetesebb a Belső-tótól déli irányban levő

2. kép. Kamcsatkán a Gejzírek völgyében a legnagyobb szökőhévforrás, a Velikán 30-40 m magasra lövelli forró vizét (Foto: TASZSZ)

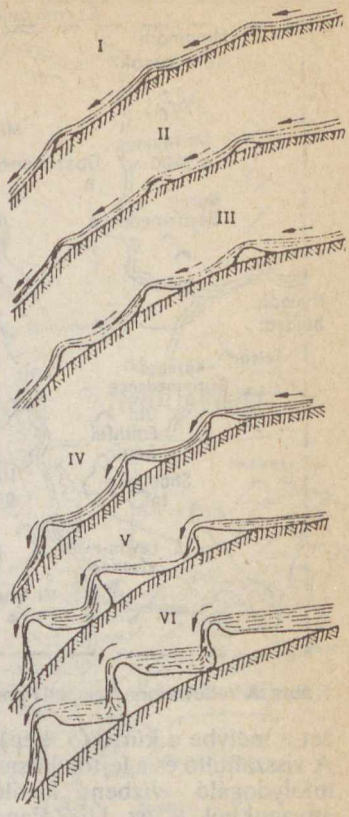




3. kép. Az Óriás-gejzír működése több évtizede szünetel. Tekintélyes nagyságú a gejzirittépítménye



4. kép. A Barlang-gejzír működése napjainkban szünetel. A gejziritbe ágyazódott fatörzsek sajátos alakot kölcsönöznek a szökőhévforrás képződményének



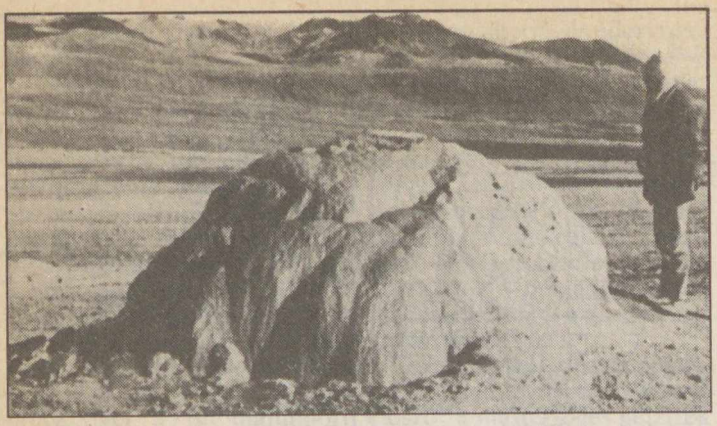
6. ábra. A tetaraták kialakulási menete

gejzírmező az *Aranyház* nevű gejzírkúppal, mely nevét onnan kapta, hogy naplemente után a sziklák a rajtuk levő sárga színű zuzmótól aranyszínben tündökölnek. Függőleges falú és déli oldalán nyitott, három m mély forráskürtője felfelé fokozatosan elkeskenyedik, alja egy m széles, három m hosszú. Oldalfalain a forróvizes oldás üregei egykori kürtők maradványai.

Az Aranyháztól délre fekvő Hármas-hegy, majd Cser-hegy gejzírkúpját összehasonlítva (8. és 9. ábra) megállapítható, hogy az előbbié 7 m mély, felül nyitott, lefelé szűkülő, az utóbbié 5 m mély, keleti oldala nyitott, s lefelé szélesedő, oldalfalain pedig az 50 cm átmérőjű gömbfülkéket a forróvizek örvénylő mozgásai oldották ki. Az üregek alján általában vastag a gejzirittörmelék (álfenék).

Szólni kell még a forrásbarlangokról, melyekben a már leülepedett gejziritet a hévforrás meleg vize kioldotta, tekintélyes nagyságú üregeket kivájva. A Tihanyi-félsziget legmagasabb részének, a Csúcshegynek (235 m) forrásbarlangjában a múltbeli forróvízfeltörések nyomai a fehér kovakövek, vörös kvarcok. Az apátság melletti Kálvária-dombon levő forrásbarlang, az 1951-ben felfedezett *Csokonai-barlang* a félszigeten a legnagyobb méretű (3 m mély, 5 m

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA



5. kép. Lapos kovaüledékből álló gejzírkúp. Középpontjában tál alakú medence található, s ebből vezet a mélybe a forráskürtő (Chile: El Tatio-gejzír)

Siena, Grosetto mentén nyomult az Afrikai-kőzetlemez az európai alá. 1827-ben Count Francesco Lardarelt (innen a város neve) foglalkoztatta először a gőzfelhasználás a vegyiparban. Villamos energia nyerésére 1904-től hasznosítják ezt a vidéket. A gazdaságosságot bizonyítja, hogy a kb. 100 fúrólyukból 230 fokos, 25 atmoszféra nyomású gőzből 370 megawattos termeléssel előállított villamos áram ára egyötöde annak, amit a vízerőművek állítanak elő. Csaknem 200 km-en soffionik (természetes felszíni gőzkürtők) találhatók szétszórtan, melyeknek nincs

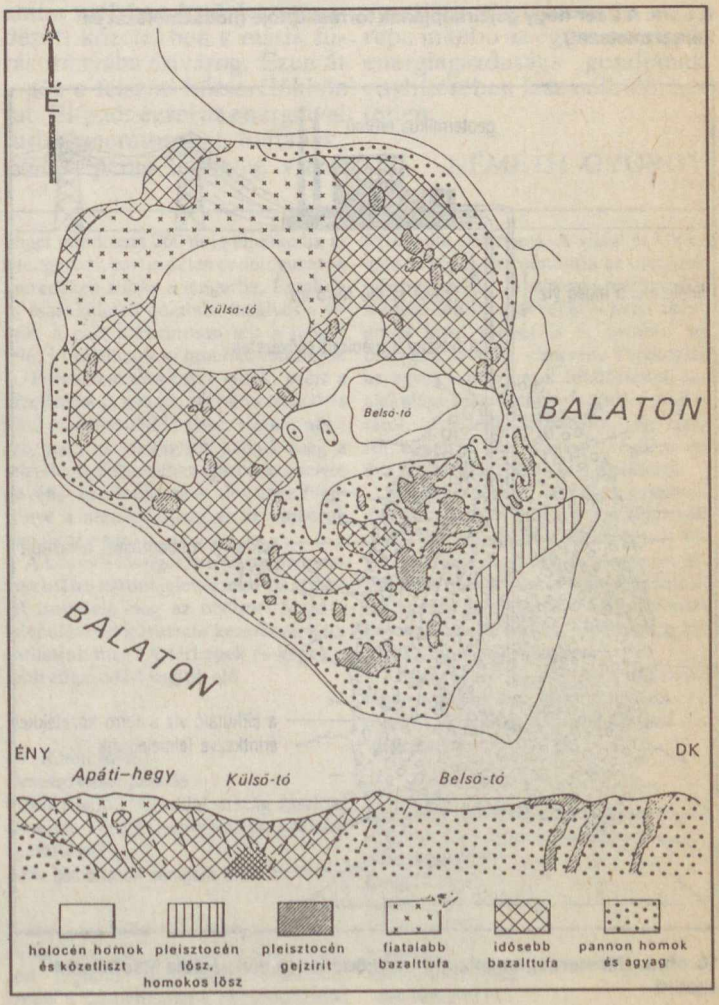
széles, 8 m hosszú), oldalfalait gömbfülkék díszítik, az utólagos oldást bizonyítva. Az üreg fala a kicsapódottt ásványi anyagoktól sokféle színben mutatkozik.

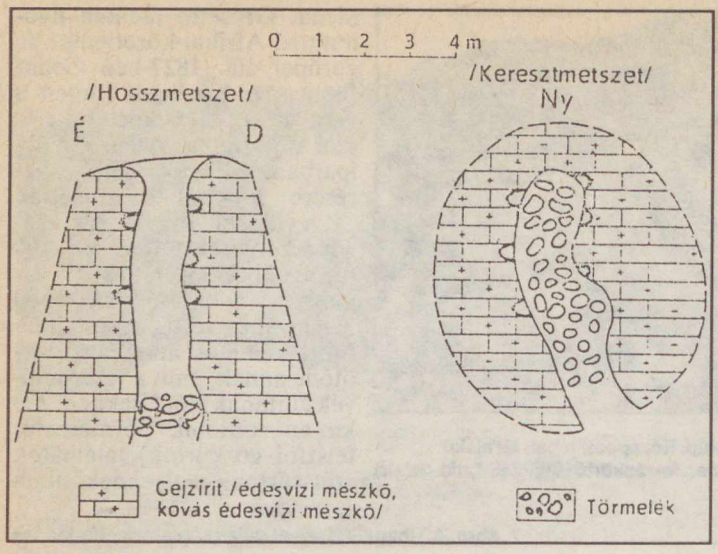
Az energiagondok távlati enyhítése

A szökőhévforrások robbanásszerűen feltörő gőzenergiáját az ún. geotermikus (földhő) erőművek villamos áram előállítására hasznosítják. Bár Földünk felszínének minden területe alatt geotermikus hő található, ám általában olyan mélyen, hogy ipari célból vagy fűtésre nem lehet azt felhasználni. Csak a gejzírvidékek kivételek ez alól. Ha azonban ezek természetvédelmi és idegenforgalmi értékét vesszük figyelembe, az kizárja a gazdasági kiaknázást. Ráadásul a geotermikus energia kitermelésének több feltétele is van: a gőz forró legyen és száraz (tehát nem páraköd), nagy nyomású és tiszta, azaz mentes legyen a korróziót kiváltó savaktól.

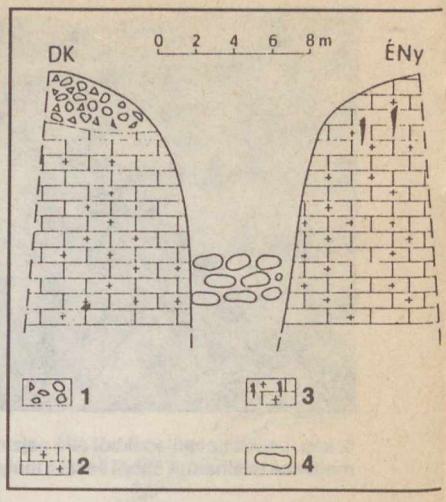
A világ először épített földhőerőműve a *lardarellói*, Olaszországban, a Toscana vidéken. Nem véletlenek itt a vulkanikus és vulkáni utóműködéses előfordulások, hisz ezen a területen Pisa, Livorno,

7. ábra. A Tihanyi-félsziget gejzírkúpjainak elterjedése

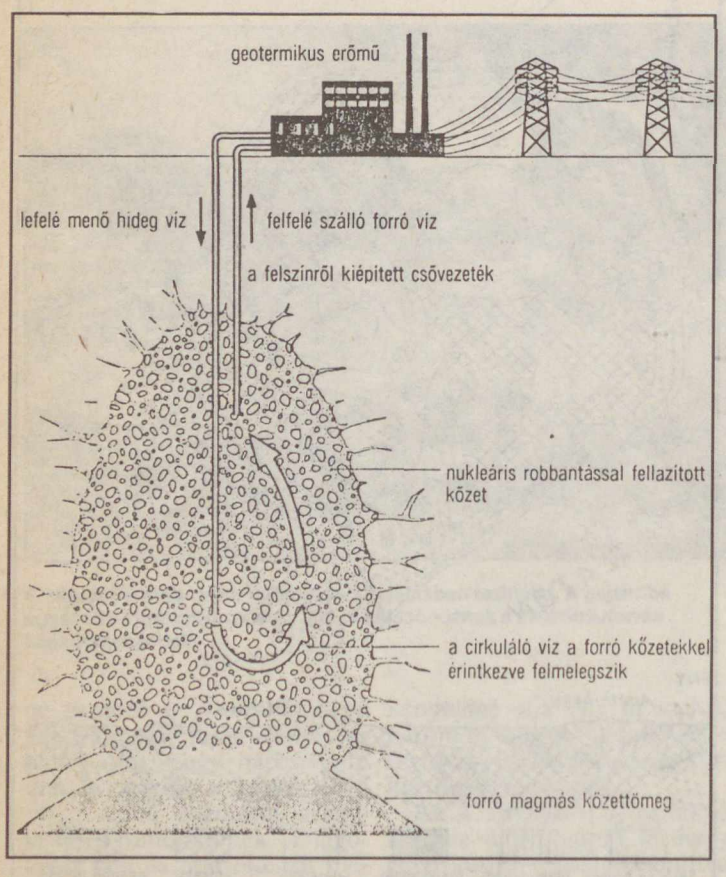




8. ábra. A Cser-hegy gejzírkúpjának forráskürtője (hosszmetszet és keresztmetszet)



9. ábra. A Hármas-hegy gejzírkúpjának forráskürtője (hosszmetszet). Jelmagyarázat: 1=Kovás, meszes kötőanyagú gejzirit breccsa, 2=gejzirit, 3=limonitos, meszes hidrokvarcit, 4=törmelék



10. ábra. „Mesterséges gejzírek" működésének elvi vázlata MacDonald szerint

kapcsolatuk vulkáni kőzetekkel. Közvetlenül a terület alatt 2-6 km-rel ugyanis intruzív (benyomulásos) kőzet, gránit-batolit tömeg húzódik, s ehhez tartoznak távolabbi magmatikus kőzetek.

Ha Földünk legrégibb geotermikus erőművéről említést tettünk, kerüljön szóba a legnagyobb erőműegyüttes is. Ez a kaliforniai *Sonoma-völgyben* található The Geysers nevű gőzmező, San Franciscótól kb. 15 km-re északra. A 205 fokos, 7 atmoszféra nyomású gőzből (2100 m mély kutakból), 450 megawattos termeléssel a villamos energiát itt 20%-al olcsóbban állítják elő, mint a közelben levő egyéb, hagyományos erőművekben. Így San Francisco energiaigényét teljes mértékben ki tudják elégíteni. Kaliforniában még az *Imperiál-völgy*, illetve a *Salton-tó* is a geotermikus erőforrásterület része. Ez utóbbinál a tófenék alatti nagyfokú hőáramlás miatt a vastag üledékekbe kutakat fúrtak, a gőz előállítására. Itt a víz sótartalma 20%! A

kősó pedig közismerten jó hővezető.

1958-tól az új-zélandi *Warakeiben* (az Északi-szigeten, az említett Tarawera gejzírvidék déli részén) is működik geotermikus erőmű. Az ország energiaszükségletének 11%-a származik ilyen forrásból. Izland fővárosában a lakások 90%-át a gejzírek vizével fűtik, de ipari célra is termelik. (Pl. a Myvatn-tó melletti diatomit üzem a tóból diatómaföldet nyer ki). Ez a kis ország e módszerrel a fűtőolajimport tetemes részét megtakarítja. A Petropavlovszk-Kamcsatszkij (Kamcsatka-félsziget) külvárosában épített híres erőmű lakótelepeket és üvegházakat fűt. Érdekességképpen még a chilei Andokban, Antofagosta közelében, 4200 m magasban levő *El Tatio* gejzírmezőt is megemlíthetjük a maga 15 megawattos teljesítményével. A sótalanító üzemek energiáját is szolgáltatja, és édesvízzel látja el ezáltal az Atacama-sivatag településeit. A felsorolás végére kívánkozik a japán Otaki, a mexikói Cerro Prieto és El Salvador geotermikus erőműve is. A geotermikus energia többségének forrása litoszféra-lemezhatárokon található. Bőséges készleteket tartalmaznak a beszakadt árokrendszerek is (pl. a Kelet-Afrikai-árokrendszer).

Gordon MacDonald, amerikai vulkanológus foglalkozott először a mesterséges gejzírek létrehozatalával. Los Alamosban, a kísérleti telepen ezen elv szerint történik az energiaelőállítás (10. ábra). Az egyik mélyfúrásba vizet préselnek, ami a mélyben levő összetöredezett kőzetekben a másik fúrás irányába szivárog. Ezen át a gőz a felszíni hőcserélőkhöz jut. Először ezzel az energiával turbógenerátorokat hajtanak, ezután pedig a meleg vízzel épületeket fűtenek. A turbinatöbbletköltség megtérül, mert kazánokat és vízelőkészítő berendezéseket nem kell üzembe helyezni.

Napjainkban a népességrobbanás idején, mikor a fosszilis energiahordozók, mint pl. a kőszén készlete jelentősen csökken, a környezetszennyezés pedig égető gondokat ruház az egyes országokra, az ún. tiszta energiaforrások ideje érkezett el. Míg a szél-, nap-, hullámzás-, árapály-energia szakszerű és célszerű felhasználásához hosszú kísérleti időre van még szükség, a geotermikus energia előállítása középpontba került. Igaz a jövőben sem lesz egyedüli energiaforrás, szerepe inkább az egyes országok energiagazdasága gondjának enyhítésében lesz nélkülözhetetlen.

NÉMETH GYÖRGY

Moldoványi Ákos:
Málta
Panoráma „mini" útikönyvek sorozat.
150 oldal + 16 oldal melléklet
Ára: 100 Ft

Első alkalommal kerül Máltáról szóló útikönyv az olvasók kezébe. Ez azt is bizonyítja, hogy megnőtt a magyar utazók érdeklődése e szigetország iránt. És, ha valakinek csak felszínes ismerete lenne ezen országról, a könyv elolvasása után bizonyára érdeklődése megjön, csak a lehetőségeket kell megteremtenie az utazáshoz.

Málta – amelyet egykor „Európa védőpajzsának" is neveztek – hat tagból álló szigetcsoport a Földközi-tenger közepén. Stratégiailag kiváló helyen fekszik, a legfontosabb hajóutak metszéspontjában, így nem csoda, ha Málta még ma is abból él, hogy Európa és Afrika között terül el. Szicíliától, északi szomszédjától mindössze 93 km, és a délitől, Tunéziától is csak 300 km választja el. A mellékszigetekkel, Gozóval, Cominottóval és a tengerből kiemelkedő kisebb sziklákkal együtt területe alig 316 km^2. A fő sziget, Málta ebből 247 km^2-t foglal el.

A sziget a jégkorszak után keletkezett, amikor a Földközi-tenger vízszintje megemelkedett és e terület Szicíliától elkülönült. A mészkőből felépülő sziget mindössze 260 m-ig emelkedik ki a tengerből, partja délen és délnyugaton meredeken zuhan a tengerbe. Északon és északkeleten dombos, lapályos a vidék, a part fokozatosan lejt a tenger felé, itt találhatók a homokos strandok is. Folyókban szegény a vidék, ezért a vízellátása is nehéz. Málta tavasszal és késő ősszel zöldül ki kissé, amikor némi eső esik, és növényzet jelenik meg a szirteken. Felszínéhez igazodik a sziget növény- és állatvilága is, de ennek függvénye a mezőgazdaság és az emberek foglalkozása is.

A könyv a fősziget, a főváros bemutatása után a három jelentősebb kis szigettel ismerteti meg az olvasót. Majd a településeket körutazás keretében látogathatjuk meg. A térképek és képek a jobb eligazodást segítik elő.

Dr. Rátóti Benő:
Ország, címer, zászló
Móra Kiadó. 144 oldal ország zászlók, címerek, világ és kontinenstérképek kiegészítéssel
Ára: 78 Ft

E munka a Föld 172 országának társadalmi, gazdasági és természeti jellemzőit foglalja össze olyan mértékig, amely a mindennapunk eligazodásához feltétlenül szükséges. A világ- és kontinenstérképeken bemutatja az országok elhelyezkedését, a szöveges részben előforduló földrajzi neveket – helyenként annál kissé többet is –, továbbá az országok zászlóit, címereit. Tájékoztat az egyes kontinensek földtörténeti kialakulásáról, felszíni formáiról, éghajlatáról, csapadékviszonyairól, vízrajzáról, talajáról, állatvilágáról, végül az ősi és a jelenlegi lakosság kialakulásáról.

Megismerhetjük az egyes országok államformáját, a bruttó nemzeti termék dollárban kimutatott összességét. A fővárosok neveit eredeti és magyaros átírással is olvashatjuk a lakosságadatokkal együtt. Ezen kívül sok egyéb hasznos ismeret birtokába juthatunk e kis munka tanulmányozásával.

Legnagyobb haszna e munkának, hogy mindennapi ismeretanyagot ad minden érdeklődési körbe tartozó olvasó számára.

A *Kartográfiai Vállalat* alábbi térképeit ajánljuk Olvasóink figyelmébe:
Barcelona 74 Ft
Graz 74 Ft
Gyula 25 Ft
Ráckeve 37 Ft
Szekszárd 14 Ft
Zempléni-hegység déli része 49 Ft

A csillagos ég 1989. november hóban

HOLD
Újhold: $28^d\ 10^h\ 41^m$.
Első negyed: $6^d\ 15^h\ 11^m$.
Holdtölte: $13^d\ 06^h\ 51^m$.
Utolsó negyed: $20^d\ 05^h\ 44^m$.

BOLYGÓK
*Merkúr:*E hóban nem látható. Felső együttállásban a Nappal 10-én.
*Vénusz:*Napnyugta után alkonycsillagként látható a délnyugati égen.
*Mars:*Napkelte előtt látható a délkeleti égbolton.
*Jupiter:*Egész éjjel látható az Ikrek csillagképben.
*Szaturnusz:*Napnyugta után látható a délnyugati égbolton a Nyilas csillagképben.
*Uránusz és Neptunusz:*A Nap közelsége miatt e hóban nem figyelhetők meg.

METEORRAJOK
Déli Tauridák (szeptember 15–november 26.) gyakorisága maximuma 3-án. A tűzgömbök gyakoriak.
Leonidák (november 14–20.) gyakorisági maximuma 17-én. Nyomuk maradó.
Északi Tauridák (szeptember 19–december 1.) gyakorisági maximuma 23-án.

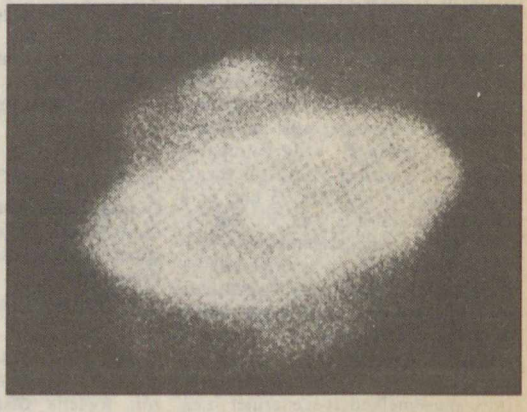
JELENSÉGEK
Vénusz 4°-kal a *Szaturnusztól* $15^d\ 20^h\ 12^m$-kor.

A HÓNAP CSILLAGKÉPE: A VÍZÖNTŐ (AQUARIUS)

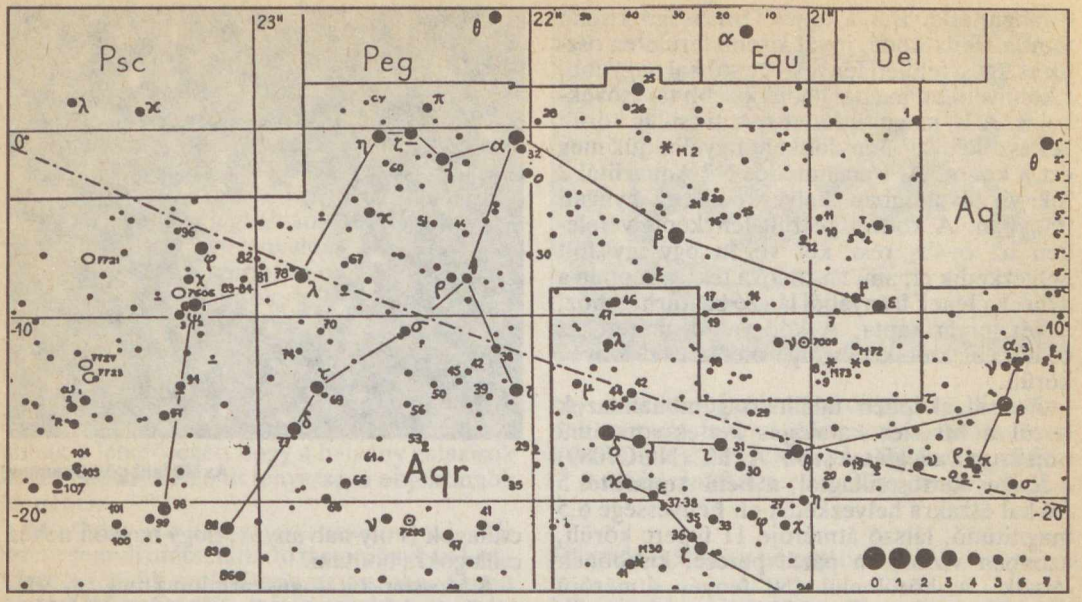
Az állatöv egyik ősszel megfigyelhető csillagképe, a Vízöntő, a Pegazus négyszöge és a Bak között helyezkedik el. Viszonylag halvány csillagkép, a legfényesebb csillaga is mindössze három magnitúdós.

Az Aquarius a Tejútrendszer síkjától távoli irányban helyezkedik el, s ez megmutatkozik a különböző típusú mélyég-objektumok egymáshoz viszonyított számában is. A Galaxis korongjára jellemző ködök és nyílthalmazok szinte teljesen hiányoznak, mindössze két planetáris ködöt találhatunk a csillagképben. A Tejútrendszer külső részére, a halóra jellemző gömbhalmazoknak is viszonylag több képviselőjét találhatjuk meg itt, s mivel a Tejút nem zárja el a „kilátást", pár galaxis is megfigyelhető.

A csillagkép legkülönlegesebb mélyég-objektuma a nagy területet elfoglaló **Helix-(Csiga-, Csigavonal-) köd**, az NGC7923 nevét érdekes alakjáról kapta. Az égbolt legnagyobb látszó méretű planetáris köde közel 13 ívperc átmérőjű, azaz majdnem fél telihold méretű. Ez annak köszönhető, hogy az NGC7293 viszonylag közel, 150 parszeknyi (490 fényév) távolságra van tőlünk. Ha a Csigavonal-köd teljes, integrált fényességét vesszük figyelembe, ez a megfigyelhető legfényesebb köd. Ez azonban megtévesztő: a 6,5 magnitúdós összfényesség hatalmas területen oszlik el, így a felületi fényessége meglehetősen kicsi. A kis felületi fényesség az égi háttérhez képest meglehetősen kis kontrasztot eredményez, ezért nehéz megfigyelni. Mindenképpen fényerős távcsövet kell használni, városi fényektől távol, holdmentes sötét éjszakán érhetünk el eredményt. Próbálkozásunkat nehezíti, hogy ez az objektum az égi egyenlítőtől 21 fokkal délre helyezkedik el, így csak az év egy rövid időszakában emelkedik a horizont felé olyan magasra, hogy egyáltalán lehetőség legyen a megfigyelésére. Kedvező esetben talán már nagyobb binokulárral is megpillanthatjuk a Helix-ködöt, azonban legalább 15 centiméter átmérőjű távcsövet kell ahhoz használnunk, hogy a kékes fénypamacsot, kis nagyítás mellett, biztosan megtaláljuk, de egy 25 centiméteres távcsővel a középső, sötétebb részt is észrevehetjük. A Csigavonal-köd valójában egy gázbuborék, a központi 13 magnitúdós csillag ledobott, állandóan táguló külső burka.



A Szaturnusz-köd



Kettőscsillagok

Név	Fényesség	Szög-távol-ság	PA	Pozíció$_{1950,0}$
12Aqr	$5^m,8–7^m,5$	2″,8	182° (1950)	21014–0601
STF2755	$6^m,5–10^m,0$	23″,4	83° (1931)	21050–0022
STF2787	$7^m,0–8^m,5$	22″,7	20° (1931)	21192–0149
STF2809	$6^m,4–8^m,4$	31″,1	163° (1923)	21350–0037
STF2838	$6^m,2–9^m,6$	17″,6	184° (1959)	21520–0333
29Aqr	$7^m,2–7^m,4$	3″,7	245° (1951)	21597–1713
41Aqr	$5^m,7–7^m,2$	4″,9	115° (1961)	22115–2219
53Aqr	$6^m,4–6^m,6$	4″,1	322° (1958)	22238–1700
ZetaAqr	$4^m,4–4^m,6$	1″,8	241° (1970)	22262–0017
STF2913	$7^m,0–8^m,0$	8″,2	329° (1930)	22279–0823
STF2936	$7^m,0–10^m,0$	4″,7	49° (1946)	22403+0057
STF2935	$6^m,8–8^m,0$	2″,4	310° (1962)	22404–0834
69Aqr	$5^m,7–9^m,6$	25″,3	119° (1930)	22450–1419
STF2944	$7^m,4–7^m,7$	2″,5	276° (1961)	22453–0429
STF2988	$7^m,8–7^m,8$	3″,5	101° (1961)	29094–1213
STF2993	$7^m,8–8^m,0$	25″,5	177° (1950)	23114–1912
Psi–1Agr	$4^m,5–9^m,4$	49″,6	312° (1938)	23133–0922
94Aqr	$5^m,4–7^m,4$	13″,0	350° (1958)	23164–1344
HJ3184	$7^m,0–9^m,0$	5″,4	283° (1953)	23183–1849
STF3008	$7^m,3–7^m,9$	4″,0	175° (1961)	23212–0844
107Aqr	$5^m,8–6^m,8$	6″,6	137° (1962)	23434–1857

A planetáris köd elnevezés onnan ered, hogy kisebb távcsövekben, korong formája miatt halvány bolygóhoz hasonlónak látszanak az ilyen objektumok.

A Vízöntő másik planetáris köde a **Szaturnusz-köd** (NGC7009) kisebb méretű, mindösszesze 25x45 ívmásodperc, s integrált fényessége

Változócsillagok

H-szám	Név	Típus	Fényesség	Periódus (nap)	Térkép
Eruptív és kataklizmikus					
2034–01	AEAqr	XP	$10^m,4–12^m,6$		E1
2106–09	VYAqr	UG	$6^m,0–16^m,6$		VA7
2125–03	VZAqr	UGSS	$11^m,3–17^m,2$	40,6	VA7
2157–17	UAqr	RCB	$10^m,5–14^m,4$		E1
Mirák					
2039–05	VAqr		$8^m,4–15^m,0$	382,3	VA5
2041–04	WAqr		$8^m,4–14^m,9$	381,1	VA5
2044–05	TAqr		$7^m,2–14^m,2$	202,1	VA5
2251–20	SAqr		$7^m,6–15^m,0$	279,3	
2338–15	RAqr		$5^m,8–12^m,4$	387,0	M82/8
Félszabályos változók					
204102	VAqr	SRA	$7^m,6–9^m,4$	244,0	VA9

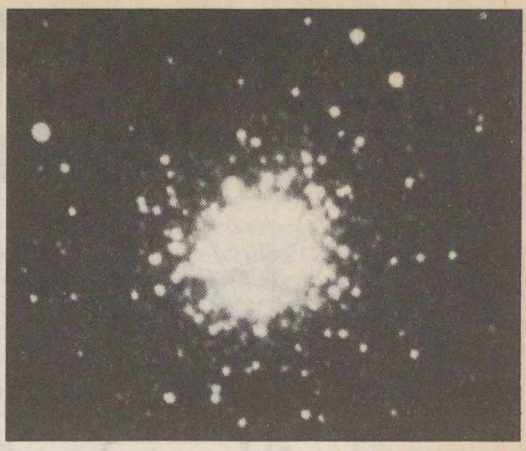
Mélyég-objektumok

Név	Típus	Fényesség	Méret	Pozíció$_{1950,0}$
NGC6981=M72	GH	$9^m,4$	3′,0	20508–1244
NGC6994=M73	–	$9^m,0$	–	20562–1251
NGC7089=M2	GH	$6^m,3$	7′,0	21309–0104
NGC7293=Helix	PL	$6^m,5$	900″,0x720″,0	22270–2106
NGC7009=Szaturnusz	PL	$8^m,4$	44″,0x26″,0	21014–1134
NGC7492	GH	$10^m,8$	3′,0	23057–1554
NGC7606	GX	$11^m,5$	6′,0x1,6	23165–0846
NGC7723	GX	$11^m,1$	3′,0x2′,0	23364–1314
NGC7727	GX	$10^m,7$	2′,7	23373–1234

8 magnitúdó. Bár a teljes fényessége kisebb mint a Helix-ködé, jóval kisebb területen oszlik el, így a felületi fényessége sokkal nagyobb, s könnyebben megtalálható kisebb távcsövekkel is. A 12 magnitúdós központi csillag körüli kékeszöld ovális fényfoltként figyelhetjük meg ezt a ködöt. A 4 magnitúdós **Nű Aquariitól** 2 foknyi távolságban helyezkedik el nyugati irányban. A ködről készült fényképfelvételeken az ovális rész két végén egy-egy folt helyezkedik el, ami hasonlóvá teszi az éppen a gyűrűk élének irányából látszó Szaturnuszhoz, nevét innen kapta. A köd valódi mérete az ovális nagyobbik tengelye mentén fél fényév körüli.

A csillagképben található gömbhalmazok közül a Messier katalógus kettes sorszámú objektuma a legfényesebb. Az **M2** (NGC7089) a fényes kettőscsillagtól, a **Béta Aquariitól** 5 fokkal északra helyezkedik el. Fényessége 6,5 magnitúdó, látszó átmérője 11 ívperc körüli, azonban vizuálisan pár ívperccel kisebbnek látszik. A körülbelül 150 fényév átmérőjű gömbben valószínűleg több mint százezer csillag tömörül, s mindez 50 000 fényév távolságban van tőlünk. A gömbhalmaz foltját már kisebb távcsövekkel is megpillanthatjuk, s egy 15 centiméteres már kezdi csillagokra bontani a külső területet. A gömbhalmaz egyik érdekessége, hogy északkeleti negyedében egy sötétebb csík húzódik keresztül. Egy kis szerencsével már egy 10 centiméteres távcsővel is megpillantható.

Az **M72**jelzésű gömbhalmaz már halványabb, 9,4 magnitúdó fényes, kisebb távcsövekben 4 ívperc méretű korongként látszik, úgy, mint egy csillag elkent fénye. Jó légköri körülmények között, nyugodt ég esetén 15-20 centiméteres távcsővel már megpillanthatók a különálló csillagok is a halmaz szélénél. A csillagkép harmadik gömbhalmaza (**NGC7492**) mindössze 11.5 magnitúdós, s a fényesebb



Az M2 jelű gömbhalmaz

csillagok is oly halványak, hogy nagyon nehéz csillagokra bontani.

A Messier-katalógus tartalmaz még egy Vízöntőbeli objektumot. Mindössze másfél fokkal van keletre az M72-től. *Charles Messier* leírása szerint „három-négy kis csillag, mely első ránézésre ködnek tűnik, s egy kis ködösséget tartalmaz". A fényképek később megcáfolták az előbbi állítást, az M73 nem tartalmaz semmilyen köd jellegű dolgot. Mint kiderült, a négy halvány csillag sincs egymással fizikai kapcsolatban. Tőlünk eltérő távolságban vannak, s csak látszólag figyelhetjük meg őket egy irányban.

Az Aquariusban sok galaxis található, azonban a fényesebbek is csak 11 magnitúdósak. Az **NGC7723** egy 3 ívperces Sb típusú, az **NGC7727** pedig egy 4 szögperc méretű horgas spirális galaxis. A harmadik 11 magnitúdós spirálköd az **NGC 7606**.

Kolláth Zoltán

A Világegyetem pereme

Valamely új megfigyelési módszer vagy technika bevezetése eddig általában azt jelentette, hogy a csillagászok egyre mélyebbre hatolhattak a Világegyetem mélységeibe. Most úgy tűnik, hogy ez a folyamat – legalábbis az optikai tartományban – véget ért.

J. Anthony Tyson (Bell Laboratóriumok) és munkatársai arról számolnak most be, hogy nagyon halvány, kék színű galaxisok egy csoportját fedezték fel. A galaxisok olyan fiatalok, hogy a Világegyetemben a legelsőként keletkezett ilyen objektumok lehetnek. Ez azt jelenti, hogy ha valóban ezek a már régóta keresett legősibb galaxisok, akkor ezeknél távolabbra nézve néhány kósza kvazáron kívül más egyebet nemigen láthatunk.

Tyson és az Űrtávcső Tudományos Intézetben dolgozó *Patrick Seitzer* az új galaxiscsoportot a Cerro Tololo-i (Chile) 4 m-es távcsővel készített CCD felvételeken fedezte fel. A kutatók 12, a Tejútrendszer síkjától távoleső, véletlenszerűen kiválasztott égboltrészről hosszú expozíciós idejű felvételeket készítettek. Az egyes felvételeken leképezett 2,5 × 5 ívperc nagyságú területek a Palomar Sky Survey és annak déli kiterjesztése szerint szinte egyáltalán nem tartalmaznak csillagokat. Az új felvételek ezzel szemben rengeteg halvány, 28 magnitúdó körüli objektumot mutatnak, minden egyes felvételen ezernél is többet.

Amikor kék, vörös és közeli infravörös felvételeket egymásra másolva hamisszínes képeket állítottak elő, kiderült, hogy az objektumok jellegzetesen kékes színűek.

A legfényesebbekről, a 23 magnitúdó körüliekről a két kutatónak 5,5, órás expozícióval sikerült színképet készíteniük. Eszerint a galaxisok vöröseltolódása legalább 0,8. Tyson becslése szerint a leghalványabb objektumok vöröseltolódása nyilvánvalóan három körüli lehet. Véleménye szerint az objektumok valóban a legősibb galaxisok, kékes színük annak tudható be, hogy nemrégiben ment végbe bennük a csillagok kialakulásának első hulláma. A fiatal, forró csillagok erős ibolyántúli sugárzását látjuk a vöröseltolódás miatt a látható tartományban. Tyson egyébként kizárja annak a lehetőségét, hogy a halvány galaxisok közeli, de kis abszolút fényességű objektumok lennének.

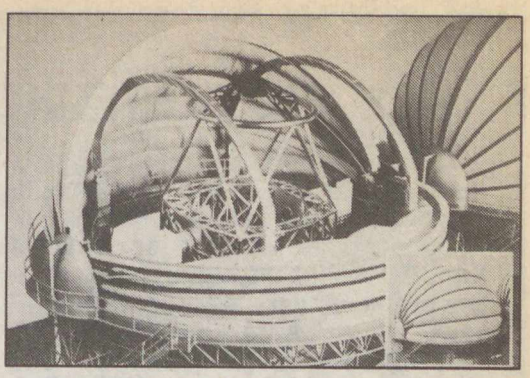
Minthogy ezeken a galaxisokon túl már szinte semmi nincs, látható tartományban kisugárzott fényük szolgáltatja az éjszakai égbolt háttérfényességének legnagyobb részét. Ugyanakkor a számuk éppen megfelelő ahhoz, hogy magyarázatot adjanak a kvazárok 10–15%-a színképében látható abszorpciós vonalak jelenlétére, mivel azt már régebbóta feltételezték, hogy ezek a vonalak azért keletkeznek, mert a távoli kvazárok fénye közelebbi, de nagyon halvány galaxisokon halad keresztül.

A Sky and Telescope 1988. októberi száma alapján – B. E.

Változás a VLT tervekben

Az Európai Déli Obszervatórium (ESO) néhány fontos változtatást végzett a 16 m-es VLT (Very Large Telescope = Nagyon Nagy Teleszkóp) nevű négy hatalmas (8 m-es) reflektorból álló műszeregyüttesén, amelyet az eredeti tervek szerint egy közös, téglalap alaprajzú platformra építettek volna. A közelmúltban a chilei La Sillán (a VLT számára kijelölt sziklákon) végzett vizsgálatok azt mutatták, hogy nincs szükség közös állványzatra, ezért a négy 30 m-es kupolát külön-külön helyezik el, egy-egy hengeres vázon. Az eredeti tervekben szerepelt egy hatalmas rácsos falnak a terve is, mely „szélárnyékolóként" szolgált volna. Most úgy tűnik ennek megépítésére sem lesz szükség, ugyanis zárt kupola esetében a kupola ellenáll a szélnyomásnak, nyitott kupola esetében pedig sokkal „gazdaságosabb" a távcső megfelelő irányba állítása.

Az új terv leglátványosabb változása talán mégis az új kupola kialakítása (lásd a képet), ugyanis a korábbi merev borítással szemben



egy sátorszerű burkolatot dolgoztak ki, melynek már egy felére kicsinyített változatát el is készítették, és azt jelenleg La Sillán vizsgálják.

Sky and Telescope, 1989. január – Sz. L.

Pillantás a Merkúr belsejébe

Már tíz év is eltelt azóta, hogy a Mariner-10 közelebről vizsgálta a Merkúrt, s a szakemberek szeretnének újabb adatokat szerezni a bolygóról, ami a Nap közelsége miatt nem is egyszerű feladat. Szerencsére ezek a problémák, csak a látható fény tartományára korlátozódnak, a többi hullámhosszon észlelhetünk.

A *Jack O. Burns* (University of New Mexico) által vezetett kutatócsoport a VLA-val végzett ötórás észleléssorozat után elkészítette a Merkúr első mikrohullámú térképét. A 30 centiméteres hullámhosszon a sugárzást a felszínközeli kőzetekből vagy a regolitból észleljük, maximum 70 cm mélységig. Így tulajdonképpen azt mondhatjuk, hogy a kutatók a Merkúr felszíne alá pillantottak. Az adatok alapján elkészítették a bolygó előzetes hő-, elektromos és polarizációs modelljét.

Megfigyeléseiket akkor végezték, amikor a Földről nézve a bolygó kevesebb, mint egynegyed részét világította meg a Nap. Ekkor Burns és kollégái a bolygókorong közepén egy „forró-pontot" találtak. Ez az a „forró-pont", melyet az elméletek már korábban jeleztek, de még sohasem sikerült megpillantani, az intenzív Nap-fűtés eredménye. Mivel a Merkúr három tengely körüli fordulatot végez két Nap körüli keringés alatt, ezért a bolygón két „forró-pontnak" kell léteznie. (A Merkúr rotációs periódusa kb. 59 nap, míg keringési periódusa kb. 88 nap, így az utóbbi kétszerese durván az előbbi háromszorosa. Ezt a jelenséget nevezzük 2:3 arányú rezonanciának).

Az eredmények ugyanakkor újbóli bizonyítékai annak is, hogy a bolygónak belső fűtéssel kell rendelkeznie.

Sky and Telescope, 1988. november – Sz. L.

Részecskefizika mindenkinek 1.

Neutrínók az 1987A jelű szupernovából, pozitronok a galaktikus centrumból, mágneses monopólusok, mint a Nagy Bumm (az Ősrobbanás) lehetséges maradványai – és még folytathatnánk a sort. A részecskefizika úgy összefonódott a csillagászattal, hogy az asztrofizikusok nem hagyhatják figyelmen kívül a parányok világának feltáruló titkait.

Sokaknak zűrzavaros ez a világ – hiszen még számontartani is nehéz a rengeteg „elemi" részecskét. Pedig a részecskék könnyebben rendszerezhetők, mint a makrovilág objektumai.

Aligha gondolhatott arra a két görög filozófus, *Leukipposz* és *Démokritosz*, amikor feltételezték, hogy minden parányi, megsemmisíthetetlen részecskékből – atomokból – épül fel, hogy két és fél ezredévvel később az emberiség nagy feladatai közé tartozik majd az anyag végső építőkövei keresése!

Napjainkban a részecskefizika vonzza a legnagyobb koponyákat, és jelentős részt hasít ki a tudományos költségvetésekből. A részecskefizikusok gargantuai méretű részecskegyorsítóikkal atomokat zúznak darabokra, s olyan képet tárnak elénk a szubatomi világról, melyet kísérletekkel ellenőrizhetünk.

Hihetetlen, hogy az atomelmélet még egy évszázaddal ezelőtt is főleg spekulációkra épült. Mikor a századfordulón a rádioaktivitással és az úgynevezett katódsugarakkal folytatott kísérletek végül a jólismert planetáris atommodellhez vezettek – egy apró mag körül keringő elektronok –, nyilvánvalóvá vált, hogy az atomok nem Leukipposz és Démokritosz alapvető építőkövei. Az atomok összetett testek, és a fizikusok hamar megtanulták, hogyan lehet szétszerelni őket.

Mindazonáltal egy rövid időre, a 30-as évek elején, úgy tűnt, mintha az elektronokkal, valamint az atommagot alkotó protonokkal és neutronokkal teljes lenne az elemi alkotórészek listája. De sajnos, az egyszerűség nem tartott sokáig, hamarosan új részecskéket fedeztek fel. Ahogy a fizikusok az egyre nagyobb energiák tartományaiba hatoltak, még több részecskére bukkantak, úgyhogy az 50-es évekre a kutatók kezdtek kifogyni a nevekből. Hamarosan az egész görög ABC-t kimerítették.

Mára a különböző részecskék száma több százra rúg, s a neveiket és jellemző tulajdonságaikat tartalmazó lista egy állathatározóra emlékeztet. De mindeme burjánzás ellenére elegáns egyszerűség rejtőzik a látszólagos bonyolultság mögött. Az elméleti szakemberek egyre biztosabbak abban, hogy 24 évszázad múltán végre rábukkannak az ókori görögök „atom"-jaira.

A nagy kölcsönhatás

Már a 30-as években megfigyelhető volt a részecskefizika csillagászatra és kozmológiára gyakorolt hatása, amikor a Napban termelődő energia nukleáris eredetét felismerték. Ugyanakkor a kozmikus sugárzás a nagyenergiájú részecskék természetes forrásának bizonyult.

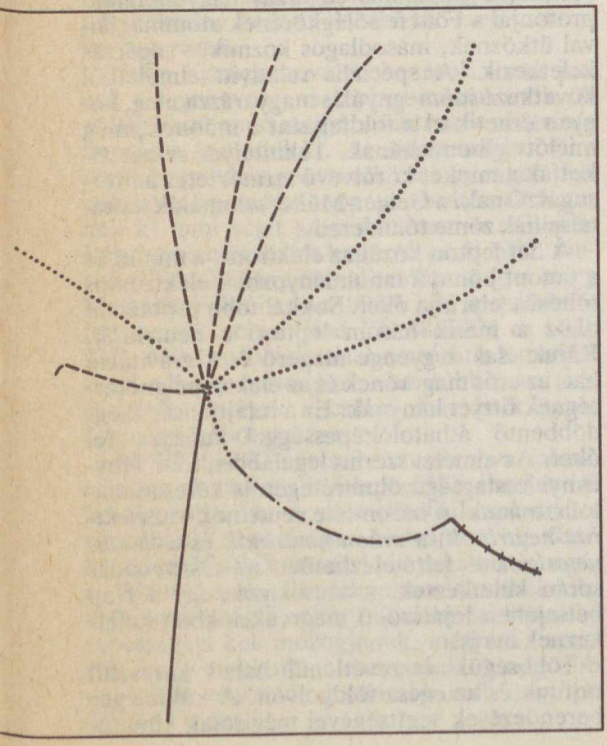
A Nagy Bumm elmélet a második világháború utáni években való fejlődése azt sugallta, hogy a kozmosz kezdetben egzotikus részecskékkel volt tele. Napjaink kozmológusai meg vannak győződve arról, hogy az Univerzum jelenleg megfigyelhető szerkezete nagyrészt olyan részecske-kölcsönhatások következménye, melyek még jóval az első másodperc befejezte előtt zajlottak le. Megnyugtató kapcsolatot teremt ez a következtetés a tudományos kutatás legnagyobb és legkisebb skálái között. A modern részecskegyorsítókat valóban az Ősrobbanást követő állapotok szimulátorainak tekinthetjük.

A szubatomi részecskék tulajdonságait nem vizsgálhatjuk anélkül, hogy a közöttük ható erőket számba ne vennénk. A fizikusok négy alapvető kölcsönhatást ismertek fel a természetben: a köznapi életben is jól ismert *gravitációt* és *elektromágnesességet*, és a laikus számára titokzatosabb *két magerőt*: a „gyengét" és az „erőset". Az erős kölcsönhatás tartja össze az atommagban lévő protonokat és neutronokat, de roppant vonzereje csak nagyjából 10^{-15} méteres hatósugáron belül érvényesül (a hidrogénatom durván 100 000-szer nagyobb ennél!). A gyenge kölcsönhatás leginkább a rádioaktivitás jelenségében mutatkozik meg, s hatása nem terjed 10^{-17} méternél messzebb.

Újabban felmerült egy *ötödik, taszító kölcsönhatás* létezésének gondolata is. Az Eötvös-kísérlet anyagában vélték e kémiai összetételtől függő kölcsönhatás nyomát felfedezni. Jelenleg még ellentmondásos az ötödik erő létezése, s a fizikusok többsége kétkedő álláspontra helyezkedik.

Antianyag

A szubatomi részecskék viselkedését a kvantum- és relativitáselmélet tövényei szabályozzák. Einstein híres képlete, az $E=mc^2$ azt jelenti, hogy létrejöhet egy részecske, ha a tömegének megfelelő energia koncentrálódik – ez történik a részecskegyorsítókban. Amikor új részecskék keletkeznek, velük együtt tükörképeik – antirészecskéik – is megjelennek. Minden ismert részecskének van antirészecskéje, mely ugyanakkora tömegű, de töltése és más alapvető tulajdonságai ellentétesek. Így léteznek antielektronok (pozitronok), antiprotonok és antineutronok. Ha az anyag antianyaggal találkozik, kölcsönösen annihilálnak (megsemmisülnek), s a tömegüknek megfelelő energia – többnyire gammasugárzás formájában – felszabadul. Az első antirészecskét – a pozitront – *Carl Anderson* fedezte fel 1932-ben a kozmikus sugárzásban. A kozmikus sugárzás mindmáig többé-kevésbé misztérikus eredetű antiprotonokat is tartalmaz. Talán nagyenergiájú részecskeütközések során keletkeznek valahol a Tejútrendszerben, talán még egzotikusabb körülmények között – például fekete lyukak felrobbanásakor. A galaktikus centrumból érkező gammasugarak is antianyagról árulkodnak – energiájuk az elektron-pozitron annihilációra jellemző.



Anyag és antianyag annihilációjának nyomai a buborékkamrában – a rajz egy fényképfelvétel után készült. Egy antiproton (folytonos vonal) a kép közepén lévő nyugvó protonnal ütközött. Az annihiláció energiájából négy negatív töltésű pion (szaggatott vonal) és ugyanannyi pozitív töltésű pion (pontozott vonal) keletkezett. A mágneses tér az előbbiek mozgását az óramutató járásával egyező irányba, az utóbbiakét azzal ellentétesen görbítette el. A jobbra lefelé indult pion előbb egy antimüonra bomlott el (pont-vonal), és egy megfigyelhetetlen neutrínóra, majd pozitrionná (tüskés-vonal) és további két neutrínóvá alakult

A részecskék jellegzetes tulajdonsága a *spín*. Ez a tulajdonság némileg a tengelyforgásra hasonlít, csak éppen abban különbözik mondjuk a bolygók forgásától, hogy kvantált. Más szavakkal, csak bizonyos meghatározott értékeket vehet fel, melyeket történelmi okokból 0-val (nincs spín), 1/2-del, 1-el, 3/2-del és 2-vel jelölnek.

Mind az elektronnak, mind a protonnak és a neutronnak 1/2-es spínje van. A 3/2-es spínű részecskékkel együtt fermionoknak nevezzük ezeket, *Enrico Fermi* olasz fizikus után. Az egész spínű részecskék (0, 1 vagy 2-es spínnel) a bozonok, nevüket *Satyendra Bose* indiai fizikusról kapták.

Alapvetően különböző a fermionok és bozonok természete. Az előbbiek alávetik magukat a Pauli-féle kizárási elvnek, mely tiltja, hogy hasonló részecskék egymáshoz túl közel kerülhessenek. A bozonoknál nincs ilyen megkötés.

A kizárási elv hatására népesülnek be az atomok egyre magasabb elektronpályái, ahelyett, hogy mindegyik elektron a legkisebb energiájú állapotba zuhanna. De az elv sokkal

nagyobb mérettartományokban is szerepet kap. Amikor egy csillag kimerítette nukleáris fűtőanyagkészletét, és saját súlya alatt összeroskad, az elektronok közel kerülnek egymáshoz, és a kizárási elv gátat szab a további összehúzódásnak. A Naphoz hasonló csillagoknál az elektronnyomás kerekedik felül, s az eredmény egy tömör, de stabil csillag lesz – egy fehér törpe.

A nagy tömegű csillagok végső összeomlása ennél látványosabb, mint például azé a csillagé, amiből az SN1987A lett. Ha a mag tömege három naptömeget meghalad, a végállapot fekete lyuk lesz. Máskülönben az atomok neutronokká préselődnek össze, s a csillag neutroncsillagként állapodik meg. Az efféle csillagoknál a Pauli-elv elektronok helyett neutronokkal működik, s mivel az utóbbiak sokkal nehezebbek, az összehúzódás sokkal nagyobb sűrűségnél állapodik meg. A neutroncsillagok nagyobb tömegük dacára sokkal kisebbek a fehér törpéknél, esetleg csak néhány kilométer átmérőjűek.

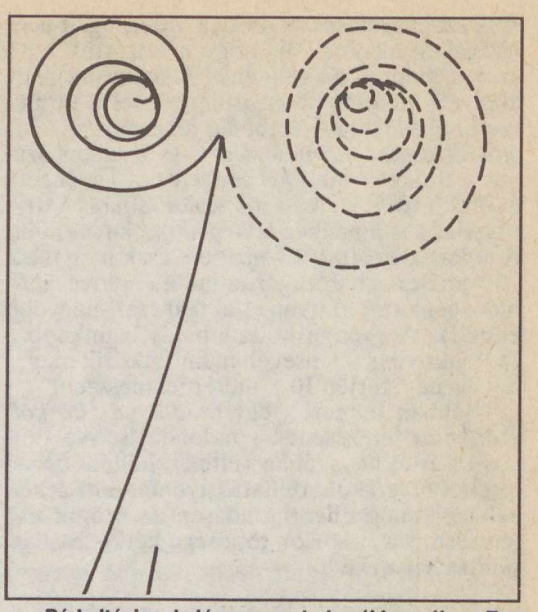
A fermionokkal szemben a bozonok kifejezetten szeretnek csoportosulni. Bizonyos feltételek között Bose-kondenzátumokká állnak össze, melyekben úgy tűnik, a részecskék valahogy együttműködnek egymással. A szupravezetés például Bose-kondenzátumokká összeálló elektronpároknak köszönhető (két elektronnak együtt egy vagy nulla a spínje, így párosan bozonként viselkednek). A szuperfolyékony hélium viselkedése is hasonló okokra vezethető vissza.

A könnyűsúlyúak

A spín szerinti, fermionokra és bozonokra való felosztás mellett három különböző osztály egyikébe is sorolhatók a szubatomi részecskék. A legegyszerűbbek az úgynevezett *leptonok*. Ebbe a csoportba hat fermion tartozik, 1/2-es spínnel. Megkülönböztető sajátosságuk az, hogy mindannyian ki vannak téve a gyenge magerők hatásának, az erősnek azonban nem.

A csoport legismertebb tagja az *elektron*. Két másik lepton, a *müon* és a *tauon* alapjában véve az elektron nehezebb testvérei. Míg az elektron stabil, nagy tömegű bátyjai tiszavirágéletűek. A müon élete átlagosan 2,2 mikroszekundumot tesz ki, a tauoné pedig csak röpke $3{,}4 \times 10^{-13}$ másodpercet. Mindegyiküknek egyforma negatív töltése van, míg antirészecskéik ugyanakkora pozitív töltéssel rendelkeznek.

A pozitronokhoz hasonlóan a müonokat is a kozmikus sugárzásban fedezték fel. Rövidéletűek lévén az elsődleges kozmikus sugárzás részecskéi között nem szerepelnek – ez utóbbiak számtalan fényévet utaznak az űrben. Amikor a kozmikus sugárzás nagyenergiájú protonjai a Föld felsőlégkörének atommagjaival ütköznek, másodlagos kozmikus sugárzás keletkezik. A speciális relativitáselméletből következő időmegnyúlás magyarázza meg, hogyan érhetik el a földfelszínt a müonok, még mielőtt elbomlanának. Tekintélyes részét alkotják a minket körülvevő természetes háttérsugárzásnak, a Geiger-Müller számlálók kattanásainak zöme tőlük ered.



Párkeltési reakció nyoma a buborékkamrában. Egy gamma-foton egy elektront (folytonos vonal) és egy pozitront (szaggatott vonal) hozott létre. A foton maradék energiájával egy elektront lökött ki egy közeli atomból (felülről balra lefelé húzódó folytonos vonal)

A hat lepton közül az elektront, a müont és a tauont könnyű tanulmányozni – elektromos töltésük elárulja őket. Sokkal több problémát okoz a másik három lepton: a neutrínók. Rájuk csak a gyenge magerő és a gravitáció hat, az erős magerőnek és az elektromágnesességnek fittyet hánynak. Ez a tulajdonság megdöbbentő áthatolóképességgel ruházza fel őket. Az elmélet szerint legalábbis, több fényévnyi vastagságú ólomrétegen is keresztülhatolhatnának! A háromféle neutrínók – az *elektron-neutrínók*, a *müon-neutrínók* és a *tauon-neutrínók* – feltételezhetően az Ősrobbanás során keletkeztek, s a csillagok, így a Nap belsejében lejátszódó magreakciókban keletkeznek ma is.

Többségük észrevétlenül halad keresztül rajtunk és az egész földgolyón. A különleges berendezések segítségével mégiscsak kimuta-

tott Nap-neutrínók kulcsfontosságúak csillagunk belső részének megértéséhez. Nemúgy, mint a csak lassacskán felszínre szívárgó fénysugarak, a neutrínók nyomban kijutnak a Nap belsejéből, s helyzetjelentést adnak a mag pillanatnyi állapotáról.

Tünékeny természetük ellenére a neutrínók a Világegyetem legközönségesebb objektumai, az atomokkal szemben milliárdszoros létszámfölényben vannak. Az Univerzumot egy olyan neutrínótengernek tekinthetjük, melyben csak itt-ott van egy sziget, mondjuk egy atom. Ha szinte megfigyelhetetlenek is a neutrínók, tömegvonzásuk azért van, s járulékot adnak a kozmosz összsűrűségéhez. Néhány kutató még azt is felvetette, hogy túlsúlyban vannak a csillagokhoz képest.

A kérdés abban áll, vajon van-e nyugalmi tömegük, vagy csak kinetikus energiájuk hordoz tömeget. A közvetlen mérések arra utalnak, ha van is nyugalmi tömegük, csak nagyon kicsi lehet. Az elektron-neutrínó tömege például nem lehet nagyobb az elektron tömegének tízezredrészénél. A fizikusok hagyományosan nyugalmi tömeg nélkülinek tekintették a neutrínókat, és mint ilyet, a relativitáselmélet szerint mindig fénysebességgel mozgónak.

Az utóbbi időkben végzett kísérletek kétségeket támasztottak ebben a tekintetben. Ily nagy gyakoriság esetén még az egészen parányi tömeg is, összesítve figyelemre méltó gravitációs hatást fejthet ki. Mint látni fogjuk, talán a jelentéktelen neutrínók szabják meg az Univerzum sorsát.

Talán a szupernova-robbanások során jutnak a legnagyobb szerephez a neutrínók. A csillag összeomló magjából intenzív neutrínóimpulzus szabadul ki. A csillag magja olyan sűrű, hogy bár a neutrínók csak gyengén hatnak kölcsön, mégis roppant feszítőerőt fejtenek ki, ami segít szétrobbantani a csillagot. Látványos bemutatót kaptunk erről 1987. február 23-án, néhány órával azelőtt, hogy a Nagy Magellán Felhőben az 1987A jelű szupernovát felfedezték volna (lásd FÉ 88/7/194 és 88/8/232). Néhány földalatti laboratórium berendezései néhány másodperc alatt több neutrínót észleltek, melyek a csillag magjának gyors összeomlásából származtak.

Az SN 1987A nemcsak a szupernova-robbanásokra vonatkozó legalapvetőbb elméleteinket igazolta, de a részecskefizikusoknak is egyedülálló lehetőséget biztosított: új felső határt szabhattak a neutrínó nyugalmi tömegére. Ha tömegük van ezeknek a részecskéknek, a fénysebességtől eltérő (valamivel lassabb) sebességgel kell mozogjanak, mégpedig aszerint, hogy mekkora az energiájuk. A nagyobb energiájú neutrínók hamarabb kell, hogy elérjék a Földet.

A 19 észlelt neutrínó beérkezési idejének elemzése azt mutatja, hogy tömegük legfeljebb 0,00004-szer akkora, mint az elektroné. Sajnos, bármennyire fontos kozmológiai következményei vannak is ennek az eredménynek, ilyen kevés adat csekély statisztikai jelentőséggel bír csak.

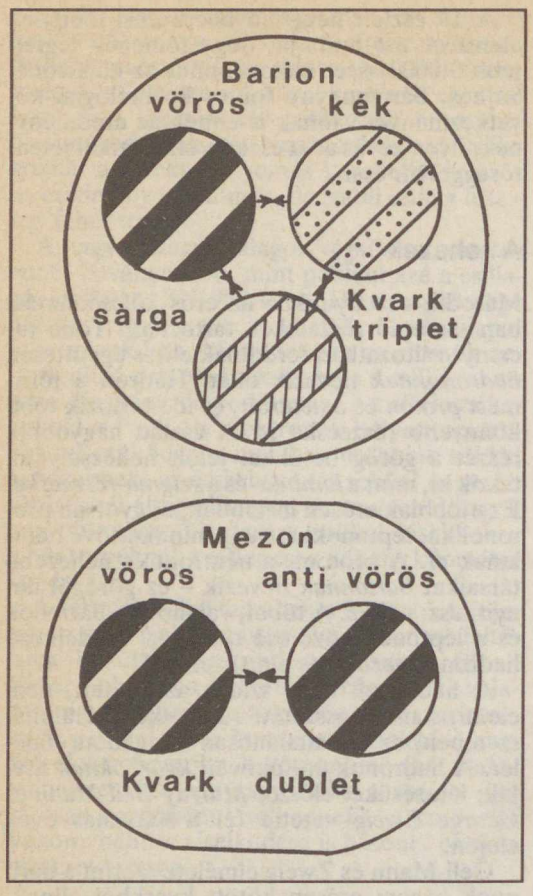
A nehezek

Második osztályunkba az erős kölcsönhatásban szereplő részecskék tartoznak. Több tucatnyi változatban fordulnak elő, s együttesen *hadronoknak* nevezik őket. Hadron a jólismert *proton* és a *neutron*, és ide tartozik több könnyebb részecske is. A család nagyobbik részét a görög betűkkel jelölt nehézsúlyúak teszik ki, mint a *lambda-* és a *szigma-részecske*. Ez utóbbiak erősen instabilak, és gyorsan protonokká, leptonokká, vagy mindkettővé bomlanak el. A protont, a neutront és nehezebb társaikat *barionnak* nevezik – ez görögül annyit tesz: nehéz. A többi, valahova a barionok és a leptonok közé eső tömeggel rendelkező hadron a *mezon* név alatt szerepel.

A hadronok nagy száma azt sejteti, nem elemi, hanem összetett részecskékkel állunk szemben, ez ma általánosan elfogadott elmélet. A hadronok építőköveit *kvarkoknak* hívják: létezésüket először *Murray Gell-Mann* és *George Zweig* vetette fel a hatvanas évek elején.

Gell-Mann és Zweig elmélete szerint a barionok három erősen kötött kvarkból állnak, míg a mezonok egy kvarkot és egy antikvarkot tartalmaznak. Ahhoz, hogy minden ismert hadront megmagyarázhassanak, hat különböző kvarkváltozatot – „ízet" – kellett feltételezniük, melyek a bizarr fel, le, különös, bájos, felső és alsó neveket kapták. A proton két fel-t és egy le-t tartalmaz, míg a neutron két le-t és egy fel-t. Ahhoz, hogy az elektromos töltés kijöjjön, a kvarkoknak tört töltése kell legyen, az elektron töltésének 1/3-a vagy 2/3-a. A leptonokhoz hasonlóan a kvarkok is fermionok, feles spínjük van. Amikor hármasával állnak össze, az eredmény – egy barion – szintén fermion lesz. Amikor egy kvark és egy antikvark egyesül és egy mezont alkot, a spínek vagy azonos, vagy ellenkező irányba állnak be. Ezért néhány mezonnak, mint például a *pionnak* 0 a spínje, míg mások egységnyi spínnel rendelkeznek. Így vagy úgy, az összes mezon a bozonokhoz tartozik.

A kvarkelmélet jól magyarázza a hadronok bomlását. Azoknál a mezonoknál például, ahol a kvark és az antikvark azonos ízű, könnyen előfordulhat a kölcsönös annihiláció, ami gammasugarakat kelt. A semleges pion így



A kvarkokat összetartó ragasztó az elektromágnesességre emlékeztet: az ellentétek vonzzák egymást, a hasonlóak taszítják. De a kvarkok színe (az elektromágnesességgel való összehasonlításban a töltésnek megfelelő tulajdonság) nem csak kétféle lehet. Három kiegészítő szín van, és három antiszín. Az összetett részecskéknek színteleneknek kell lenniük: vagy három kvark – egy vörös, egy kék és egy sárga – alkot egy színtelen bariont, vagy egy adott színű, és egy másik, a megfelelő antiszínű kvark áll össze egy mezonná; az eredő szín itt is fehér

bomlik el $8{,}3 \times 10^{-17}$ másodperc alatt. Ha az ízek nem egyeznek, a részecske nem bomolhat el.

A gyenge kölcsönhatás megváltoztathatja a kvarkok ízét, és ez bomláshoz vezethet, bár így valamivel hosszabb időbe telik. Például az atommagban lévő neutron így bomolhat el protonná, ha a gyenge kölcsönhatás felkvarkká változtat egy le-t. A gyenge kölcsönhatás annyira erőtlen, hogy a folyamat átlagosan egy negyed óránál is valamivel több időt vesz igénybe.

A kvarkokat egy ultranagy erejű kölcsönhatás tartja össze, – néha „ragasztó"-nak nevezik – melynek csupán halovány visszfénye a protonok, neutronok és más hadronok között érvényesülő erős kölcsönhatás. A ragasztó bizonyos tulajdonságai megegyeznek az elektromágnesességgel. Az elektromos töltés szerepét a „szín"-nek keresztelt mennyiség tölti be. De amíg a töltés csak negatív és pozitív lehet, a kvarkokból háromféle színű van. (Az antikvarkok további három „antiszínt" hoznak a palettára.) A töltéshez hasonlatosan, az egyező színű kvarkok taszítják, a különbözőek vonzzák egymást. Hogy még bonyolultabb legyen a dolog, a kvarkok állandóan változtatják a színüket, ahogy egymással kölcsönhatnak.

A ragasztónak majdnem bizonyosan van egy olyan tulajdonsága, ami minden más erőtől megkülönbözteti: a távolsággal nő az ereje. Ezért aztán a kvarkok sohasem szakadhatnak ki a hadronokból, s nem létezhetnek önnállóan. Mindenesetre sohasem láttak még szabad kvarkot. Bármilyen hatalmas energiával bombázták is a hadronokat, mégsem törtek szét egyedi kvarkokra.

A kvarkoknak ez az úgynevezett „bezártsága" azt jelenti, hogy a hadronok kis energiákon semmi olyan viselkedést nem mutatnak, ami kifejezetten az egyik vagy másik kvarknak lenne tulajdonítható. Nagy energiákon azonban másképp állnak a dolgok. Ha közel fénysebességgel, frontálisan ütközik össze két nehéz atommag, az összepréselt anyag „megolvad", és kvarkgázként vagy kvarkplazmaként viselkedik, melyben az egyes hadronok elvesztik egyéniségüket.

A kozmológusok úgy gondolják, kezdetben lényegében kvarkplazmából állt az anyag, melyet leptonok jártak át. Körülbelül egy mikroszekundumig maradt fenn ez az állapot az Ósrobbanás után. Ekkor egy fázisátmenet következett be, önnálló neutronok, protonok és más hadronok csapódtak ki, melyből végül csillagok és galaxisok lettek, és lettünk mi is.

A Sky and Telescope 1987. decemberi száma alapján – HOLL ANDRÁS

A kecskeméti planetáriumban
a Föld és Ég Klub összejövetelén
október 30-án, 17 órakor
dr. Lukács Béla
Kozmológia
címmel tart előadást.
Minden klubtagunkat és
érdeklődőt szeretettel várunk
a Lánchíd u. 18/A-ban!

Doppler-mérések a fáraók földjén

1988 márciusában az Uránia Csillagvizsgáló szervezésében csillagászattörténeti expedíció indult Egyiptomba. A 38 főből álló társaság Budapestről repülőn érkezett Kairóba, majd autóbusszal végigutaztuk a Nílus völgyét Kairótól délre a szudáni határ közelében Abu Szimbelig, jártunk Alexandriában a Földközi-tenger partján és a Szuezi-öböltől az Akabai-öbölig keresztülvágtunk a Sínai-félszigeten is. Összesen mintegy 4000 km utat tettünk meg Egyiptom földjén.

Eratoszthenész és a JMR-1

Az expedíció célja között talán a legérdekesebb az Erasztoszthenész által az i.e. 3. században Egyiptomban végrehajtott nevezetes „fokmérés" megismétlése volt, egyszerű és korszerű eszközökkel. A görög matematikus és csillagász *Eratoszthenészt* a Föld méretének meghatározásában egyszerű, elvileg helyes elgondolás vezette: ha ismeri a gömb alakúnak feltételezett Föld felszínén egy hosszúsági kör valamely ívének hosszát és a hozzá tartozó központi szöget, akkor kiszámíthatja a hosszúsági kör hosszát, vagyis a *Föld kerületét*.

Expedíciónk hagyományos eszközökkel, természetesen csak a szögmérés megismétlésére vállalkozhatott (lásd FÉ 88/10/294). A mérés és a távolság külső ellenőrzésére azonban egy korszerű műholdgeodéziai technikát, Doppler-méréseket (lásd FÉ 87/7/204) alkalmazhattunk, mivel a Földmérési és Távérzékelési Intézet *pecni Kozmikus Geodézia Obszervatóriuma* rendelkezésre bocsátotta egyik *JMR-1A* típusú *Doppler-vevőjét*, és ezzel támogatta az expedíció sikerét.

A Doppler-mérések során az expedíciós körülmények miatt nem lehetett szélső pontosságra törekedni a helymeghatározásban, de nem is volt rá szükség. Egy helyszínen gyakran csak néhány óra állt rendelkezésre és a mérési körülmények is távol álltak a megfelelőtől. Ugyanakkor az így elérhető néhányszor 10 m-es pontosság a pontok geocentrikus koordinátáiban teljesen megfelelt a célnak.

A nyers mérési adatok a hazatérést követően a penci Kozmikus Geodézia Obszervatóriumban kerültek kiértékelésre.

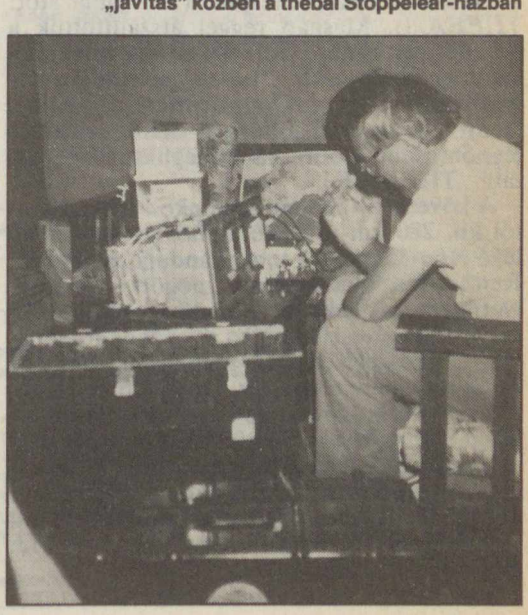
Egy ókori sírnál és a Nasszer-tónál

A Doppleres helymeghatározásokat eredetileg csak Asszuánban, Alexandriában és a piramisok közelében terveztük. Amikor *Thébában* a Nílus nyugati partján megnéztük – a Kákosy László professzor által évek óta vezetett – sír-feltárási munkálatokat elhatároztuk, hogy első mérésünket mégis itt végezzük el.

A fáraók híres temetkezési helyére való megérkezésünk másnapján tehát felállítottuk a Doppler-vevőt és antennáját II. Ramszesz királyi írnokának Dzsehutimesznek a sírjánál.

Fegyelmezett megfigyelők lévén természetesen a mérésre engedélyt kértünk Kákosy professzortól és a terület műemléki felügyelőjétől Talat úrtól. Igenlő válaszuk szerfelett megnyugtatott bennünket (akkor még nem tudtuk, hogy milyen kálvária vár ránk itt, magával a berendezéssel).

1. ábra. A JMR-1 Doppler-vevő szétszerelt állapotban „javítás" közben a thébai Stoppelear-házban



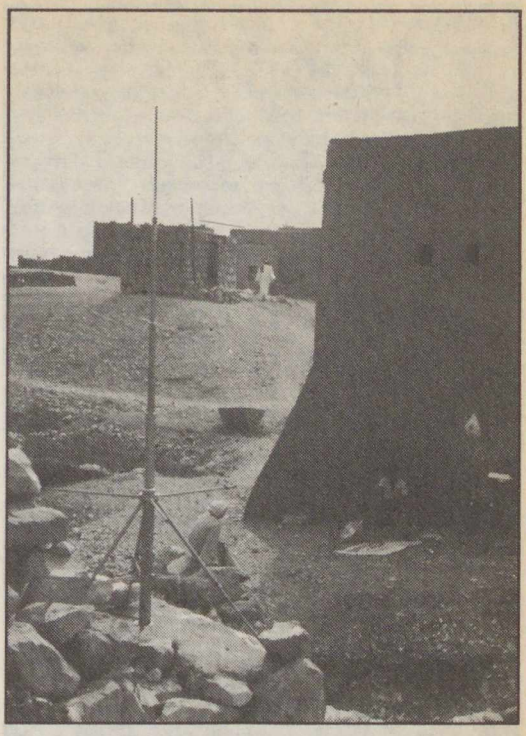
Amikor az itthon számított előrejelzések alapján megérkezett az első mesterséges hold és az átvonulás igen jónak látszott, akkor ért bennünket az első meglepetés. A holdról érkező jeleket és adatokat a vevő kazettás magnetofonja nem rögzítette. Több mint egyórás keresés következett, de a hibát nem találtuk. Ez a hiba az expedíció egyik mérési programjának esetleges kudarcát jelezhette. A Kákosy-feltárás egyik mérnöke *Csáki György* azonban makacs embernek bizonyult. Javaslatára a magyar egyiptológusok öreg Mercédeszével a sírtól néhány kilométerre lévő szállásunkra az ún. Stoppelear-házba vittük a Doppler-vevőt. Itt, a külső 38 fokos meleg ellenére viszonylag hűvösen kezdődött a részletes hibakeresés. A berendezést annyira szétszereltük, mint gyártása óta soha (1.ábra). A háromórás megfeszített munka eredménye az lett, hogy nincs műszaki hiba. Véletlenül merült fel az ötlet (talán végső kétségbeesésünkben), hogy nem a szalaggal van-e a baj.

Tudniillik két kis fotocellás egység vizsgálja azt, hogy van-e szalag a készülékben. Hamar kiderült, hogy azt a szalagtípust, amelyet magunkkal hoztunk korábban még nem próbálták ki a penci kollégák.

És valóban, ez a szalag átlátszónak bizonyult, tehát a berendezés ezért nem rögzítette az adatokat. A javítási módszer aztán hamar megszületett. A fotocellákat megvilágító kis lámpákat sötét szigetelőszalaggal leragasztottuk és máris megindult a vett adatok rögzítése. Nagy örömünkben egész estére és éjszakára (mintegy 15 órára) otthagytuk működni a Doppler-vevőt, így az első adatokat a ház kupolaszobájában mértük (ld. táblázatot: THEBA/S). Másnap reggel átszállítottuk a berendezést ismét a Kákosy-feltáráshoz, ahol aztán egész nap (kb. 10 órán keresztül) automatikusan folyt a Doppler-mérés (2.ábra). Nem véletlen tehát, hogy e sírról sikerült a legpontosabb koordináta meghatározás (ld. tábl.: THEBA/K).

A következő állomáshelyünkön az Asszuántól kb. 280 km-re délre a *Nasszer-tó* partján lévő *Abu-Szimbelbe* tett kirándulásunkkor II. Ramszesz sziklatemplomai mögött – jobb helyet nem találván az expedíció autóbuszán helyeztük mérési állapotba a vevőt és antennáját. Természetesen arra gondoltunk, hogy az egész eredménytelen lesz. De újabb meglepetés: a vevő működött és rögzített valamit. A hazai feldolgozáskor derült csak ki, hogy ez a módszer igen gyenge eredményekre vezetett, mert a Doppler-vevő által hat óra alatt észlelt öt műhold átvonulásából csak hármat lehetett számítógépi feldolgozásnál használni (ld. tábl.: ABU SZIMBEL).

Visszatérve Asszuánba, szállodánk harmadik emeleti erkélyén állítottuk fel a Doppler-antennát. Az itteni majdnem 20 órás műholdfelvétel jó eredményeket adott (ld. tábl.: ASZSZUÁN). A napmagasságmérést is ezen az erkélyen végeztük, tehát pontosan a Doppler-mérés helyén.



2. ábra. Doppler-mérés a thébai Kákosy-feltáráson

A tengerparton és a sivatag szélén

A Doppler-mérésekben tíznapos szünet következett. Mi azonban több mint 2000 km-t utaztunk: vissza Kairóba, át a Sínai-félszigetre az Akabai-öbölhöz és meglátogattuk Afrika legnagyobb csillagászati obszervatóriumát Kottamiában és központját Heluánban.

Alexandriában a Doppler-méréseket ismét az autóbusz belsejében hajtottuk végre mintegy nyolc órán keresztül. A helyet a napmagasság mérésétől mintegy 500 m-rel NY-ra a tengerparttal párhuzamos első utcában választottuk ki, alig 200 m-re az újjáépülő eratoszthenészi könyvtártól (3.ábra). Sajnos a buszos mérés ismét rossznak, valójában a legrosszabbnak bizonyult (ld.tábl.: ALEXANDRIA).

Utolsó Doppler-mérésünket Kairó egyik elővárosi kerületében, *Gizában* már a sivatag szélén lévő piramisoknál terveztük, az egyik



3. ábra. Alexandriában az újjáépülő eratoszthenészi könyvtár (a modern piramis-tetejű épület) közvetlen közelében parkoló autóbuszban végeztük a Doppler-megfigyelést



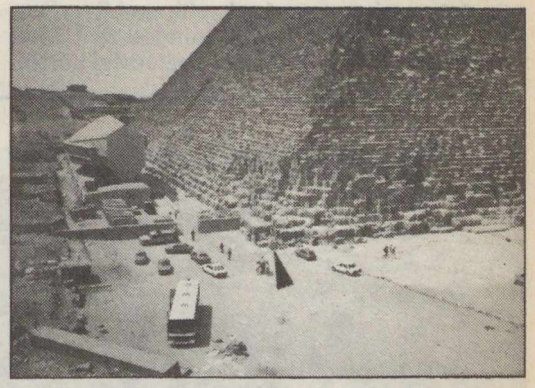
4. ábra. A Kheopsz piramis délkeleti sarkán lévő antennával (fehér nyíl) folyik a Doppler-mérés a Volkswagen kocsiban lévő vevőberendezés segítségével. Háttérben a Khephren piramis látható

heluáni csillagász dr. Szoliman segítségével. Volkswagen Golfjában elhelyeztük a Doppler-vevőt, majd egészen a legnagyobb, a *Kheopsz piramis* délkeleti sarkához álltunk a kocsival (4.ábra). Kitettük a piramis-sarkának egy hatalmas kövére a vevőantennát (5.ábra) és a több mint nyolcórás mérés folyamán ott végeztük a kozmikus műholdmegfigyeléseket (ld. tábl.: KHEOPSZ).

Kiértékelés

A Doppler-mérésekből az alábbi következtetések adódtak az Eratoszthenész féle mérés ismétlésére vonatkozóan. Egyedül Doppler-mérésekből számolva az Alexandria és Asszuán közötti húr hossza 840,3±0,1 km, geocentrikus szögtávolságuk 7°35'01″±3″, ezekből gömbalakot feltételezve a Föld sugara 6353,4 km, és a délkör hossza 39 920 km. A relatív eltérés a ma elfogadott értéktől -0,3%.

A szélességkülönbség Alexandria és Asszuán között Doppler-mérésből 7°06'21″, ami 7',4-el kevesebb a napmagasságmérésből kapott értéknél. Ez utóbbi relatív hibája tehát



5. ábra. A Kheopsz piramis sarkának (fekete nyíl) koordinátáit navigációs műholdak Doppler-mérésével határoztuk meg a kairói Giza kerületben

Az Egyiptom '88 expedíció Doppler-méréseinek helyszínei és eredményei

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Derékszögű koordináták (m)			Ellipszoid koordináták			Műhold száma (Észlelt)	Átvonulások száma (Elfogadott)	Becsült hiba	Dátum 1988.
	X	Y	Z	szélesség	hosszúság	magasság				
THEBA/S	4841735	3099630	2753396	25°44'31″	32°37'37″	139 m	10	6	± 27 m	márc. 11/12.
THEBA/K	4842887	3098654	2752420	25°43'56″	32°36'45″	116 m	7	7	± 12 m	márc. 12.
ABU SZIMBEL	5026139	3094864	2409145	22°20'16″	31°37'22″	216 m	5	3	± 77 m	márc. 17.
ASSZUÁN	4891097	3164402	2588592	24°06'05″	32°54'06″	128 m	13	9	± 33 m	márc. 18/19.
ALEXANDRIA	4733024	2722379	3285563	31°12'26″	29°54'25″	–4 m	5	2	± 87 m	márc. 29.
KHEOPSZ	4733062	2859033	3168332	29°58'41″	31°08'03″	104 m	8	6	± 69 m	márc. 30.

Doppler-vevő: JMR–1A SN 76166 (FŐMI, KGO), Észlelők: Dr. Fejes István, dr. Horváth András, Hudoba György

+1,7%. A Doppler-mérésből Alexandria és Asszuán szélességkülönbséghez tartozó gömbi távolság, amire a napmagasságmérések vonatkoznak 787,9 km. Az Eratoszthenész által használt 5 000 sztadionnak megfeleltetett 787,5 km, a valósághoz meglepően közeli érték. A Doppler-mérésből nyert távolságra alapozva az expedíció napmagasságméréséből a Föld délkörének hosszára (gömbalakot feltételezve) 39 243 km-t kaptunk.

Doppler-mérés segítségével egy másik kérdésre is választ kaphatott az expedíció: milyen távol helyezkedik el a Kheopsz piramis a 30. szélességi körtől?

Sokan vitatják, hogy az ó-birodalom e hatalmas alkotását szándékosan építették-e a 30. szélességi körre. A vitát ugyan az expedíció nem tudta eldönteni, de tény, hogy a piramis pontosan ezen a kitüntetett helyen fekszik.

Doppler-méréseinkből a piramis méreteit tekintetbe véve csúcsának ellipszoidi szélessége 29° 58' 45″±2″, tehát mindössze 1',25-el helyezkedik el délebbre a 30. szélességi körtől. Ha ezt szándékosan, és optikai mérések alapján tervezték, akkor bámulatba ejtő a pontosság, különösen ha meggondoljuk, hogy a refrakció hatását az ó-egyiptomiak nem ismerték, ezt figyelembe véve az eltérés a fenti adatnál is csekélyebb.

A Doppler-mérési eredményeket táblázatban foglaltuk össze. A táblázat 1, 2, 3, számmal jelzett oszlopai az antenna helyének X,Y,Z koordinátáit adják, méter egységben. A 4.az 5. és a 6. oszlopok a Föld alakját jól megközelítő (WGS 72 rendszerű) ellipszoidi szélesség, hosszúság és magasság adatokat tüntetik fel. A 7. oszlop a megfigyelt és rögzített műholdvonulások számát adja. A 9. oszlopban a pozíció meghatározás valószínű hibája van feltüntetve méterben, míg végül a 10. oszlop az észlelések idejét mutatja. A hibaadatokból láthatjuk, hogy a mérés pontossága a legrosszabb esetben is jobb, mint 100 méter, a legkedvezőbb esetben jobb mint 20 méter.

DR. FEJES ISTVÁN
DR. HORVÁTH ANDRÁS

Megalakul a Planetary Society Magyar Barátainak Klubja

A Planetary Society 1980-ban Kaliforniában alakult. A szervezet azokat az érdeklődőket tömöríti, akik figyelemmel szeretnék kísérni a bolygókutatás és a Földön kívüli élet kutatásának (SETI) fejleményeit. Jelenleg a nemzetközi szervezetnek mintegy 125 000 tagja van. Vezetősége világhírű szakemberekből áll (elnöke a hazánkban is jól ismert Carl Sagan).

A társaság Planetary Report című kéthavonként jelentkező kiadványában közérthető formában tájékoztatja tagjait a téma legújabb eredményeiről és terveiről. Emellett rendszeresen előadásokat, továbbképzéseket szervez, valamint segédanyagokkal látja el a helyi csoportjait (augusztusban például nagyszabású rendezvénysorozat keretében ismertették a Voyager-2 Neptunusz megközelítésének eredményeit).

A Földön kívüli élet kutatása folyamatosan az érdeklődés középpontjában áll. A társaság munkája iránti érdeklődés a kilencvenes években várhatóan fokozódik, hiszen az ismert tervek szerint az Egyesült Államok még ebben az évszázadban állandó holdbázist szeretne létrehozni. Erről kiindulva esetleg a belátható jövőben sor kerülhet egy nemzetközi marsrepülésre is.

A Magyar Asztronautikai Társaság (MANT) és az Uránia Csillagvizsgáló a közelmúltban felvette a kapcsolatot a Planetary Society-vel. Az amerikai szervezet képviselői kinyílvánították, hogy örömmel vennék, ha a társaság munkája iránt érdeklődők – a világ számos országához hasonlóan – hazánkban is szervezett formában, közvetlenül, hiteles tolmácsolásban ismerhetik meg a Naprendszer kutatásának eredményeit és terveit.

Ennek érdekében a MANT és az Uránia Csillagvizsgáló megállapodott, hogy létrehozzák a Planetary Society Magyar Barátainak Klubját. A klub tagjai évi 250 Ft tagsági díj fejében havonta egy alkalommal az Uránia Csillagvizsgálóban összejövetelen vehetnek részt, ahol bemutatjuk a Planetary Society-től kapott szemléltető anyagokat, valamint szakemberek ismertetik a Planetary Report és a társaság által küldött anyagok alapján a legújabb csillagászati érdekességeket.

Jelentkezni lehet az Uránia Csillagvizsgálóban (1016 Budapest I., Sánc u. 3/b., Tel.: 186-9233).



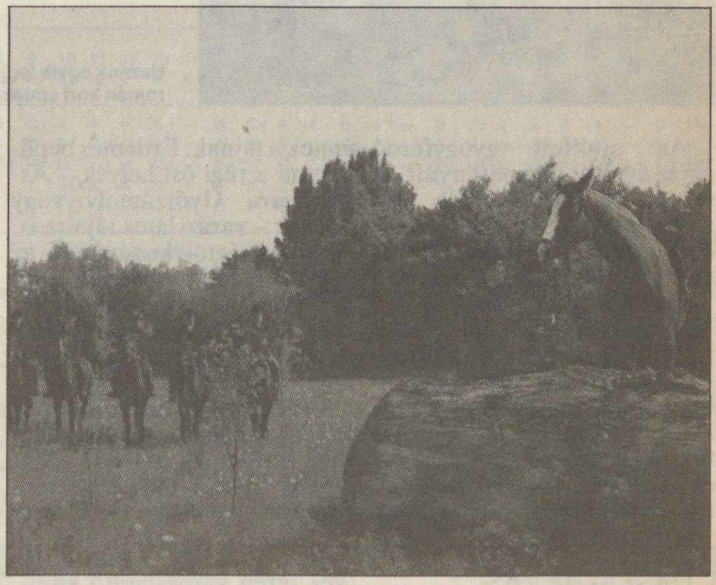
LÁTOGATÁS MOSONMAGYARÓVÁRRA

Mosonmagyaróvár hazánk északnyugati táján, a Szigetközben fekszik. A több mint 30 ezer lakosú város e terület nagyon fontos ipari, mezőgazdasági és idegenforgalmi központja.

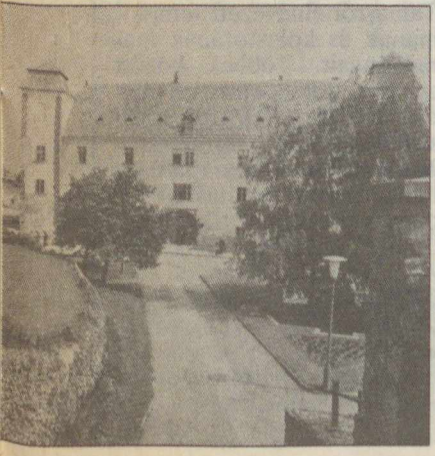
A Mosoni-Duna és a Lajta találkozásánál, a Hanság mocsarai által védett területen a római rabszolgatartó birodalom idején római kolóniák voltak. A római vár Atklepson néven volt ismert. A későbbi ősi várat földsáncok és várárkok veszik ma körül. A hontályt volt a XIX. században. 1847-ben Széchenyi István itt szállt meg, majd egy évvel később a vesztes pákozdi csata után maga Jellasics horvát bán is itt állt meg menekülése során. Az erkélyen egy kedves dombormű emlékeztet arra, hogy Kossuth Lajos erre járt toborzóútján, s erről az erkélyről mondta el beszédét.

Említsük meg a város termálfürdőjét is. 78 °C-os gyógyvizet találtak, amely fürdőket és úszómedencéket is táplál. A hangulatos belvárosban az összevissza kígyózó Lajta, valamint a fellelhető Kis-Duna vonzó és igen szép színfoltja a városnak. Látogatásunk során a Csellei házban akár vissza is varázsolhatjuk a történelmet, amelyet Magyaróvár átélt az évszázadok alatt. Az elmúlt egy-két évtized is jelentősen rányomta bélyegét a város fejlődésére. Az első pillantásra látszanak az Óvárt és Mosont összekötő városrész magas házai, szállodái. A kisalföldi ízekre csábító éttermek, szállodák kellemes pihenést, kellemes időtöltést biztosítanak az idelátogató turistáknak.

Külföldön is ismert a mosonmagyaróvári lovasiskola



A mosonmagyaróvári vár



A Fekete Sas Szálló, előtte áll a Szentháromság-szobor





Hazánk egyik legjelentősebb román kori emléke – a lébényi templom



Az eredetileg gótikus, majd reneszánsz stílusú hédervári kastély mai barokk képét a XVIII. század második felében kapta

Az említett gyógyfürdő egész éven át pihenést nyújt. A fürdők és a lovasiskola adta élvezeteken is túl a kíváncsiskodó turista, ha még többet szeretne látni, látogasson el a város környéki falvakba is. Van mit megtekinteni, hiszen itt terül el a Szigetköz különös varázsokkal teli több mint 50 km hosszú szigetvilága. Változatos tájképével különleges földrajzi egység ez a rész. A víz és az erdők, a megbúvó falvak igazán sajátos hangulatát adják ennek a tájnak. Érdemes bepillantani a régi ősi helyek – Ásványráró, Győrzámoly vagy Mecsér – varázslatos tájaira is. A tájegységtől kissé délre az egyik legszebb műemlék a lébényi templom épülete, mely a XIII. század elején épült, olasz és francia mesterek keze munkáját ismerhetjük fel rajta.

Érdemes említést tenni még egy összefüggő, sajátos földrajzi területről, amelyet Hanságnak hívnak (400 km^2). Lecsapolására már a XVIII. században többféle terv született, igazi megvalósulása azonban csak századunkban következett be. Bár mezőgazdaságilag hasznos terület, jellegét, tájképét és részben növény- és állatvilágát megőrizte.

A Kisalföld területét és a Szigetközt látogató túráikkal kapcsolatban is szívesen állnak rendelkezésükre az ország bármely pontján megtalálható IBUSZ-irodák munkatársai.

MOÓR PÉTER

ORSZÁGJÁRÁS-VEZETŐK FIGYELMÉBE AJÁNLJUK!

Aszód: érdemes időt szakítani a dombtetőn lévő nem közismert evangélikus templom megtekintésére. Ennek 1727-ben készült barokk oltára a legszebb magyar oltárok között is előkelő helyet foglal el;
Cegléd: fennállásának 625. évét ünnepli. Ennek emlékére 1989. május 7-én az Eötvös téren városalapító szobrot avattak, Lantos Györgyi szobrászművész alkotását;
Dunakanyar: a *pilisi parkerdő* 1989. április 1-je óta kb. kétszeresére bővült, ugyanis a Buda-vidéki Vadgazdaság – addig a kormány vadászterülete – megszűnt, és területét ide csatolták;
Pécs: a Munkácsy Mihály utca 8. szám alatt, ahol egy elavult házat bontottak le, több éve kutatás folyik. Folyamatosan tárják fel a domonkosok középkori, Becket Tamásról elnevezett templomának és kolostorának maradványait. Többek között egy festett falú, címerrel ellátott kriptára leltek, azonkívül sírfedőlapra és ossariumra;
Tahitótfalu: 1989. május 6-án ünnepélyesen átadták 61 erdélyi menekültnek a letelepedéshez szükséges telkeket. Az anyagi alapot tanácsi erőből és adományokból teremtették meg. Kijelölték az utcákat is. Háromnak a neve is biztos: Kós Károly, Tamási Áron és Csaba utca.

A TIT planetáriumok műsorából

A Budapesti Planetáriumban kialakult műsorrendben láthatók az utóbbi idők legsikeresebb előadásai. A műsorok fele a fiatalság különféle korosztályai számára készült. A felnőtt látogatók közül azok, akik meg szeretnének ismerkedni az egyes évszakokban látható csillagokkal és csillagképekkel, először a *Hazánk csillagos égboltja* és a *Kalandozás az égbolton* c. műsorokat nézzék meg. Miután betekintést nyertek a legfontosabb égi mozgásokba és jelenségekbe, tekintsék meg a lenyűgöző gazdagságú *Az égbolt csodái* műsort, vagy az *Évek és órák* című, amely a rövidebb és hosszabb időegységek kijelölésének történetével és csillagászati hátterével foglalkozik.

A Planetárium minden szerdán 18 órai kezdettel, a *Skorpió jegyében* című élőszavas műsorral várja az asztrológia iránt érdeklődőket. Megismerhetik az asztrológia történetét, a csillagfejtés alapjait, sőt az aktuális jegyben születettek előrejelzést is kaphatnak. Reméljük a műsor után mindenki eldöntheti, hogy mennyire hihet a „csillagoknak".

- pta -

BUDAPESTI PLANETÁRIUM / NOVEMBER

Előadás	1 sz	2 cs	3 p	4 sz	5 v	6 h	7 k	8 sz	9 cs	10 p	11 sz	12 v	13 h	14 k	15 sz	16 cs	17 p	18 sz	19 v	20 h	21 k	22 sz	23 cs	24 p	25 sz	26 v	27 h	28 k	29 sz	30 cs
(I)	8	Cs	4	4	8	4	–	8	Cs	4	4	8	4	–	8	Cs	4	4	8	4	–	8	Cs	4	4	8	4	–	8	Cs
(II)	4	K	8	Cs	Cs	8	–	4	K	8	Cs	Cs	8	–	4	K	8	Cs	Cs	8	–	4	K	8	Cs	Cs	8	–	4	K
(III)	Ég	H	G	Ég	H	Cs	–	Ég	H	G	Ég	H	Cs	–	Ég	H	G	Ég	H	Ég	–	Ég	H	G	Ég	H	Cs	–	Ég	H
(IV)	K	4	ÉÓ	K	K	K	–	K	4	ÉÓ	K	K	K	–	K	4	ÉÓ	K	K	K	–	K	4	ÉÓ	K	K	K	–	K	4
(V)	H	8	ÉÓ	H	Ég	H	–	H	8	ÉÓ	H	Ég	H	–	H	8	ÉÓ	H	Ég	H	–	H	8	ÉÓ	H	Ég	H	–	H	8

Cs = A Nap családja (gyermekműsor) Ég = Az égbolt csodái ÉÓ = Évek és órák
G = A Galaktika vándorai (gym.) H = Hazánk csillagos égboltja K = Kalandozás az égbolton
4 = Az élet bolygója: a Föld (10–12 éveseknek) 8 = A Földről a csillagokig (13–16 éveseknek)

Kezdés: (I) = 9.30, (II) = 11.00, (III) = 12.30, (IV) = 14.30, (V) = 16.00 órakor.

KECSKEMÉTI PLANETÁRIUM / NOVEMBER

Előadás	1 sz	2 cs	3 p	4 sz	5 v	6 h	7 k	8 sz	9 cs	10 p	11 sz	12 v	13 h	14 k	15 sz	16 cs	17 p	18 sz	19 v	20 h	21 k	22 sz	23 cs	24 p	25 sz	26 v	27 h	28 k	29 sz	30 cs
(I)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	J	+	+	+
(II)	N	+	+	+	+	+	+	F	+	+	+	+	+	+	G	+	+	+	+	+	+	S	+	+	+	+	+	H	+
(III)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	L	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
(IV)	+	+	+	+	+	T	É	Cs	S	N	M	U	+	+	+	+	+	+	+	C	+	+	+	+	+	+	+	+	+
(V)	+	+	+	+	Ű	+	+	+	+	+	+	Cs	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	É	+	+	+
(VI)	+	+	B	B	B	B	B	B	B	B	B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

N = Utazás a Naprendszerben B = Távcsöves bemutatás T = A természet ritmusai
Ű = Élet az űrállomásokon, űrrepülőgépeken (Dr. Horváth András szabadegyetemi előadása)
U = Az Univerzum nagy kérdései É = Hazánk csillagos égboltja Cs = A csillagok világa
S = A Sarkcsillagtól a Dél-Keresztjéig M = Holdraszállás–Marsraszállás G = A galaxisok világa
C = A Földön kívüli élet és civilizáció lehetőségéről J = Játékos gyermekfoglalkozás
H = Találkozás a Halley-üstökössel L = Hololézer-show

Kezdés: (I) = 10, (II) = 15, (III) = 16, (IV) = 17, (V) = 18, (VI) = 19 óra.

Tisztelt Olvasóink! Közeledik az év vége, s lejár lapunk előfizetése. Kérjük, hogy 1990-re már most újítsa meg előfizetését a Posta Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodánál (HELIR, Budapest 1900) vagy a legközelebbi postahivatalban, kézbesítőnél. Ha eddig havonta vásárolta volna lapunkat, **lépjen be előfizetőink táborába,** hiszen így biztosabban hozzájut minden hónapban a Föld és Égh ez! *Köszönjük!*

Bakony, Várpalota, Bántapuszta

A miocén képződményeket feltáró szelvény Várpalota várostól nyugatra található, Bántapuszta nevű mezőgazdasági központ északi előterében. A miocén rétegsor számos felszíni feltárásban tanulmányozható a Bakony Öreg-Futóné és Bérhegy vonulatának lábánál. Megközelíthető a várostól nyugati irányban vezető 8-as műútról nyíló, a már megszűnt bántapusztai szénbánya üzemekhez vezető úton gépkocsival.

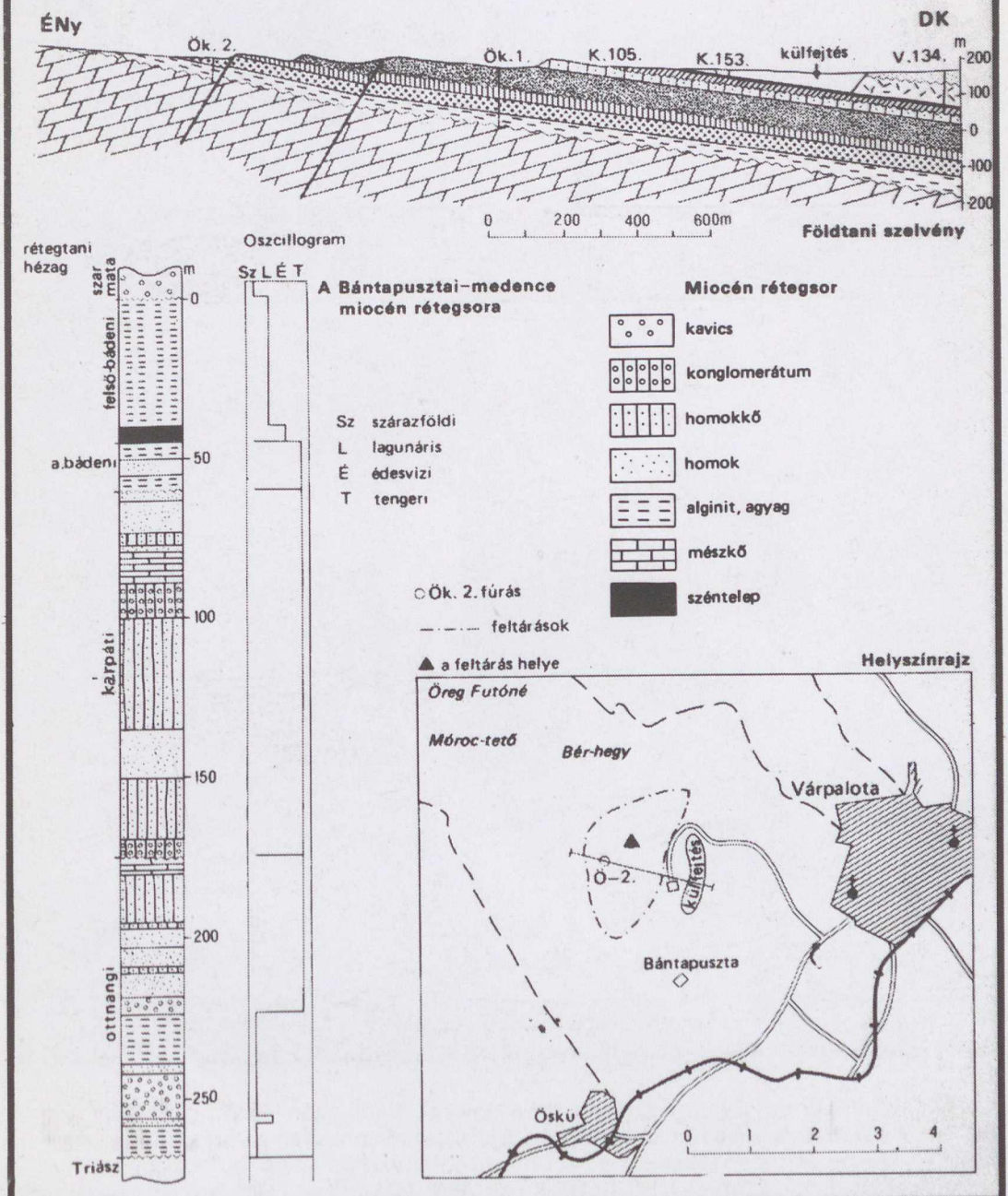
A rétegsor uralkodóan keleties irányban 8-10°-kal dől.



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

MAGYARORSZÁG GEOLÓGIAI ALAPSZELVÉNYEI

Bakony, Várpalota, Bántapuszta



Bántapusztai Formáció Fóti Formáció

Ára: 22 Ft



Iskum József (Budapest) felvétele a Holdról. A kép alján lévő nagy kráter a Petavius, mellette a Wrottesley, a jobb felső sarokban a Vendelinus, alatta a Holden látható. A fotó 1988. szeptember 28-án $04^h\ 00^m$ UT-kor, 4 mp expozícióval, 25 DIN-es KODAK DX-filmre, 100/1000 mm-es Zeiss-refraktorral készült