

CSILLAGÁSZAT • ŰRKUTATÁS

319607

ANDROMEDA

10/12

1993. I. évf. 10. szám

Ára: 118 Ft



KETTŐS CEFEIDÁK
MAGYAR FELFEDEZÉS
GRAVITÁCIÓS HULLÁMOK
FÖLDÖNKÍVÜLI TANÁCSKOZÁS

HU-ISSN 1216-8297



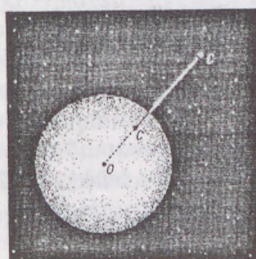
CSILLAGÁSZAT • ŰRKUTATÁS
ANDROMEDA
KÉPEK DEPLASZÁN
7-8
ÁR: 230 Ft

TÜLÉLESI STRATÉGIA
A TŰZVÉDELMI ÉS A TŰZVÉDELMI SZERZŐK ÉRTELMEZÉSE
A TŰZVÉDELMI SZERZŐK ÉRTELMEZÉSE
A TŰZVÉDELMI SZERZŐK ÉRTELMEZÉSE

- ÉGI VÍZTORNYOK
- SZIGORÚAN TITKOS TŰZ
- METEORZÁPOR
REGGELTŐS-ÉLŐ FÉNY
- NAPHÁZAK MAGYARORSZÁGON

ÓZON

TARTALOM



Almár Iván	Élet és értelem az Univerzumban	<u>3</u>
Németh Csaba	Az űrvtorlásoktól az űrreklámokig	<u>8</u>
Németh Csaba	Meghalt egy űrhajós	<u>9</u>
Mizser Attila	Amatőr csillagász találkozó Kiskunhalason	<u>10</u>
Marik Miklós	A csillagászat alapjai	<u>12</u>
Trupka Zoltán	Kulin György emlékverseny Székesfehérváron	<u>15</u>
	Levél Olvasóinkhoz	<u>16</u>
Szabados László	Kettőscsillagok a cefeida változócsillagok között	<u>20</u>
Tóth L. Viktor	Az első „magyar” galaktikus H ₂ O mézer	<u>25</u>
Kereszturi Ákos	Perseida tanulságok	<u>27</u>
Szatmári Károly	Fizikai Nobel-díj 1993: Egy különleges kettőscsillag és a gravitációs hullámok	<u>29</u>
Csaba György Gábor	A hónap égboltja	<u>32</u>
Csaba György Gábor	Évfordulónaptár	<u>35</u>
	Azstro-totó	<u>36</u>

A borítón:

Az Effelsbergi 100m-es rádiótávcső. Jelenleg ez a legnagyobb átmérőjű, mozgatható tányérú rádióteleszkóp.
(Fotó: G. Hutschenreiter, copyright: Max Planck Institute für Radioastronomie.)

A borítólapon belső oldalán:

Edward White űrhajós. Az eredeti felvételt a NASA, a montázst Taracsák Gábor készítette. Illusztrációnk Az űrvtorlásoktól az űrreklámokig című cikkünkhöz készült

A poszteren:

A Tejút. A felvételt Mizser Attila 5 perces expozícióval, Praktica MTL-3 géppel, 1,8/50 mm-es optikával, Fujichrom 1600 D nyersanyagra, Ráktanyán készítette

A poszter hátoldalán:

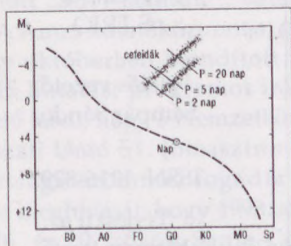
Az M 31. A felvételt Bödők Zsigmond 200mm-es teleobjektívvel, Praktica MTL-5 géppel 10 perces expozícióval, a Lomnici Obszervatóriumban készítette

A hátsó borító belső oldalán:

Perseida bolida. Fényessége -4^m. A felvételen három robbanás figyelhető meg. A fotó adatai: 1993. 08. 12. 1:47:20 – 1:52:00 (UT), Praktica MTL-3, 2,8/29mm, Kodak 400 negatív, Dél-Olaszország. Fotó: Lantos Zsolt

A hátsó borítón:

A déli égbolt egy részlete. Jól láthatók a jellegzetes nyári csillagképek és a Tejút. Fotó: Bödők Zsigmond (Lomnici Obszervatórium). Adatai: 10 perces expozíció, 20mm-es Flektogon objektív



E SZÁMUNK SZERZŐI

dr. Almár Iván a fizikai tudományok doktora
Csaba György Gábor tanár, csillagász
Kereszturi Ákos amatőr csillagász
dr. Marik Miklós tanszékvezető egyetemi docens
Mizser Attila
Németh Csaba főiskolai hallgató
dr. Szabados László tudományos kutató
dr. Szatmári Károly tudományos munkatárs
Tóth L. Viktor csillagász
Trupka Zoltán amatőr csillagász

MTA Csillagászati Kutatóintézet, Budapest
Veres Péter Gimnázium, Budapest
Budapest
ELTE TTK Csillagászati Tanszék, Budapest
Magyar Csillagászati Egyesület, Budapest
a MANT tagja, Miskolc
MTA Csillagászati Kutatóintézet, Budapest
JATE Kísérleti Fizika Tanszék, Szeged
ELTE TTK Csillagászati Tanszék, Budapest
Terkán Lajos Bemutató Csillagvizsgáló, Székesfehérvár

REVIEW CONTENTS

Iván Almár	Life and Intelligence in the Universe	<u>3</u>
Attila Mizser	Amateur Astronomer Meeting in Kiskunhalas	<u>10</u>
Miklós Marik	Coordinate Systems I.	<u>12</u>
László Szabados	Binary Stars among Cepheid Variables	<u>20</u>
Viktor Tóth	New H ₂ O Maser in L1251 – Effelsberg 100 m	<u>26</u>



Az Idő által ragadtatva, egy célpont felé hajtván, mely folyvást fut előle, gyorsan gördül tova a Föld a térségben

ANDROMEDA

Csillagászat • Űrkutatás

Megjelenik havonta
I. évfolyam 10-12. szám
1993 október

A szerkesztőség vezetője:
Surek György

Főszerkesztő:
Orha Zoltán

Művészeti vezető:
Golovics Lajos

Tördelő:
Berkes Tibor, Hajdu Judit

A szerkesztőség címe:
1147 Budapest
Gyarmat u. 74/a
Telefon és telefax: 252-1775

Kiadja a Tertia Kiadói Bt.

Felelős kiadó:
Tamás Zsuzsanna

Nyomda:
S TRIÓ

Felelős vezető:
Sámpár Sándor

ISSN: 1216-8297

Terjeszti a
Magyar Posta
és az
Extra Hír Kft.

Megrendelhető a
Szerkesztőség címére
eljuttatott levelezőlapon,
előfizethető postai
utalványon.

Előfizetési díj:
negyedévre 354 forint,
fél évre 708 forint,
egy évre 1416 forint.

A kéziratokat megőrizzük és
kérésre visszaküldjük.

A hirdetési feltételekről
levélben vagy telefonon
készséggel adunk
felvilágosítást.

Az ANDROMEDA támogatói:
József Attila Alapítvány,
Művelődési és Közoktatási
Minisztérium,
PRIMER RT.





ÉLET ÉS ÉRTELEM AZ UNIVERZUMBAN

A kaliforniai „Bioasztronómia” szimpóziumról

ALMÁR IVÁN

Santa Cruz kisváros Kaliforniaiában, San Francisco közelében, a Csendes-óceán partján. A hatalmas kiterjedésű egyetemi központ a város határában, fenyvesek között húzódik meg. Itt tanít Frank Drake professzor, aki 33 évvel ezelőtt az OZMA-programmal megindította idegen civilizációk tudományos rendszerű keresését, és egyúttal a híres Drake-formulával meghatározta az új tudományág, a bioasztronómia máig érvényes kutatási programját. A közelben található a világ egyetlen idegen civilizációk keresésére létrehozott intézete, az 1984-ben alapított „SETI Institute”, valamint a NASA Ames kutatóközpontja, amely a tavaly októberben beindított NASA HRMS kutatási programot irányítja. Érthető tehát, hogy a Nemzetközi Csillagászati Unió 51. (bioasztronómiai) bizottsága örömmel fogadta Frank Drake meghívását, hogy 1993. augusztus 16. és 20. között Santa Cruzban rendezze meg a következő bioasztronómiai szimpóziumot, amelynek címe: „Haladás a földönkívüli élet kutatásában”. A bizottság háromévente rendez ilyen konferenciákat, ez immár a negyedik volt. (A második szimpóziumra Marx György meghívására, 1987-ben Balatonfüreden került sor.) Az a megtiszteltetés ért, hogy meghívottként részt vehettem, és előadhattam ezen az érdekes kaliforniai szimpóziumon, az ott hallottakról kívánok most beszámolni az Andromeda olvasóinak.

Összesen 120 kutató gyűlt össze Santa Cruzban, természetesen főképp amerikaiak; bár képviselve volt minden olyan ország, ahol SETI kutatás folyik Argentínától Japánig és Ausztráliától Franciaországig. Az öt nap alatt 75 előadás hagzott el a „Föld zászlójával” díszített előadóteremben mindarról, amit a bioasztronómia jelent, vagyis bolygórendszerek keresése, az élet keletkezése és fejlődése, az értelem

LIFE AND INTELLIGENCE IN THE UNIVERSE

Report of participant on the results of the 4th Bioastronomy Symposium (Santa Cruz, California, August 1993). The topics discussed included discovery of other planetary systems, evolution of life and intelligence, present and future of SETI programs.

és a technikai civilizáció kifejlődése, kutatás földönkívüli civilizációk jelei és nyomai után, a téma társadalmi, oktatási és filozófiai vonatkozásai.

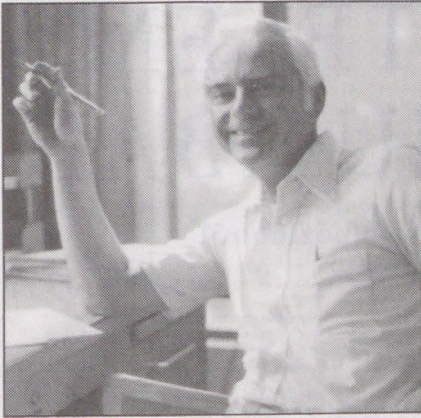
Ennek megfelelően a konferencia résztvevői ezúttal is igen sokféle tudományterületet képviseltek a csillagásztól a szociológiáig, a biológiától a pedagógiáig.

Bolygórendszerek keresése

A Drake-formula egyik fontos tényezője a bolygórendszerrel rendelkező csillagok számaránya. Ebben a vonatkozásban, úgy tűnik, jelentős előrehaladás történt az elmúlt években, és a kutatások több vonalon ígéretesen

A SETI-programban részt vevő 34m átmérőjű rádiótávcső Goldstonban





Frank Drake, a szimpózium házigazdája, aki 1960-ban megkezdte a SETI kutatásokat

haladnak előre. A csillagok fiatalkori fejlődése során minden bizonnyal természetes módon jönnek létre porkorongók, amelyek infravörös és mm hullámhosszú sugárzása megfigyelhető. Élettartamuk azonban valószínűleg nem több 10–15 millió évnél. Ennek ellenére jóval öregebb csillagok (Vega, Beta Pictoris, Fomalhaut) körül is találtak porkorongókat, amelyek mérete a Nap-Föld távolság, vagyis a csillagászati egység 100–1000-szerese. Az a legérdekesebb azonban, hogy mindhárom esetben a korong legbelső, mintegy 40 csillagászati egységnyi része pormentesnek tűnik, mintha valamilyen erő kitakarította volna onnan a port. Ha ez valóban annak a jele, hogy ott az anyag már bolygókba tömörült, akkor a bolygórendszerek igen gyakoriak, mivel közvetett bizonyítékaink vannak arra, hogy hasonló porkorongók veszik körül a legtöbb fősorozatbeli csillagot.

Maguknak a bolygóknak a közvetlen megfigyelése eddig nem sikerült, de a technikai fejlődés e területen annyira biztató, hogy a siker már nem lehet messze. Elsősorban a radiális sebesség-mérések pontossága fokozódott jelentősen, ma már a legjobb mérések hibája 5–10 méter másodpercenként! A Nap mozgásában a bolygók körülbelül ekkora amplitúdójú ingadozást okoznak, tehát ezzel a technikával létükre nagy távolságból következtetni lehetne (bár a Nap színképvonalainak asztrofizikai jellegű kiszélesedése és mozgása zavaró lehet). A megvizsgált csillagok közül σ Dra-nál a Harvard-Smithsonian központ

munkatársai 10 m/mp-nyi ingadozást találtak több éves periódussal; ugyancsak ígéretes a H114762 csillag esete is, ahol az ingadozás periódusa 84 nap, és a feltételezett bolygó tömege a Jupitérének tíz-húszszorosa lehet.

A kaliforniai rádiócsillagászok beszámoltak egy új megfigyelési programról, amikor viszonylag közeli rádiócsillagok sajátmozgását mérik VLBI technikával, ezredfémásodpercnyi pontossággal, az égen közeli, bár a térben távoli kvazárokhoz képest. Abban bíznak, hogy a megcélzott öt csillag mozgásában egy esetleges Jupiter-tömegű kísérő vonzásának hatása ezzel a rádióasztrometriai módszerrel rövidesen kimutatható, vagy kizárható lesz.

Itt említhető egy új, ugyancsak rádiócsillagászati program, amelynek célja olyan óriásbolygók keresése, amelyek a Jupiterhez hasonlóan viszonylag erős rádióforrások. A nem-sokára a világűrbe, műholdakra települő VLBI antennák segítségével olyan szögfelbontás érhető el, amely ilyen bolygók egyedi kimutatását is lehetővé teszi.

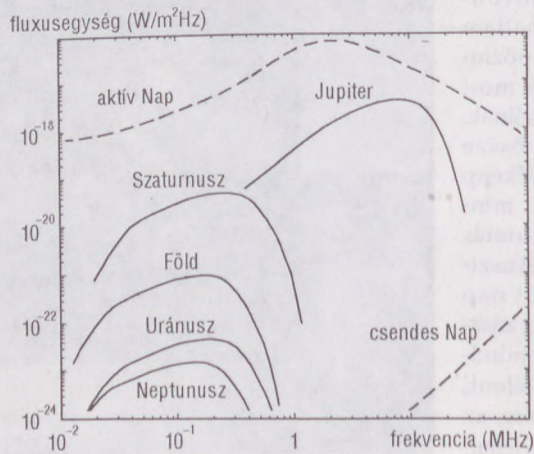
Végül ígéretes a fejlődés az optikai tartományban is. Az Ames kutatóközpont munkatársai azokat az eseteket kívánják fotometriailag megfigyelni, amikor egy bolygó elvonul saját napjának korongja előtt, időszakosan csökkentve annak fényességét. Az automatizált űrtávcsővel végrehajtható megfigyelések különösen azért fontosak, mert siker esetén levezethetők a rendszer fontos adatai, a bolygó tömege és távolsága is. Szoros ketőscsillagok körül távolabbi pályán keringő bolygók is érdekesek, hiszen ez esetben két fedés lenne minden ke-

ringés során. Ellentétben a többi módszerrel, fotometriailag a Földhöz hasonló méretű bolygók is észrevehetőek lennének.

Az élet kialakulása és fejlődése

A konferencia zárszavában Frank Drake a téma szempontjából különösen fontosnak tartotta azt az eredményt, hogy L. Snyder és társai az illionisi egyetemen megtalálták az aminosav (NH₂CH₂COOH) molekula egyik jellegzetes színképvonalát a Tejútrendszer középpontjához közel fekvő Sgr B2(N) csillagközi felhő színképében. Ez az egyszerű aminosav az élő anyag egyik alkotóeleme, és ezek szerint létrejöhet csillagközi felhőkben is (meteoritokban már korábban megtalálták).

Több előadás utalt arra, hogy mind a légkört, mind az óceánok vizét, sőt az élet szempontjából fontos anyagokat is üstökösök szállíthatták a Földre a fejlődés kezdeti időszakában; ezek szerint szerepük a földi élet kialakulásában igen fontos. A Naprendszer esetében azonban közismert tény, hogy az óriásbolygók perturbációi juttatják el a Kuiper-öv üstököseit a Nap közelébe, tehát az óriásbolygókra is szükség volt az élet kialakulásához. Túl sok üstökös becsapódása viszont valószínűleg káros, mert kipusztítja a már megszületett életformákat. Az élet korai fejlődése szempontjából fontos tényező továbbá az éppen megfelelő hőmérséklet. A régi földi üledékek újraértékelése arra az érdekes eredményre vezetett, hogy a Föld felszínén a hő-



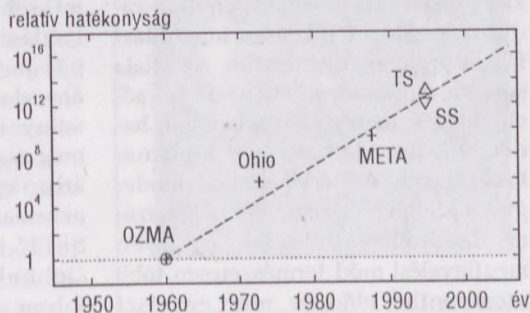
A Nap és a bolygók rádiófényessége alacsony frekvenciákon. A szaggatott vonalak alul a nyugodt, felül az aktív Nap sugárzását jelzik. Látható, hogy a Jupiter rádiósugárzása ebben a tartományban még az aktív Napéval is összemérhető erősségű

mérséklet a geológiai időkben meglepően magas volt, elérte a 40–80 Celsius-fokot. Ez ellentétben áll a csillagászati elvárásokkal, mivel a csillagfejlődés jelenleg elfogadott elmélete szerint a fiatal Nap jóval halványabb volt a jelenleginél, vagyis kevésbé melegítette a Földet. Az egyik megoldás az lehet, ha a fiatal Nap mintegy 5%-kal nagyobb tömegű volt a jelenleginél, és többlettömegét az akkori rendkívül erős napszél következtében elveszítette. (Schwartzman és kutatótársai úgy vélik, hogy az ilyen erős csillagszelet más fiatal csillagoknál is ki kellene tudni mutatni.) Másik lehetséges magyarázat, hogy maga az élő anyag szabályozta a Föld korai hőmérsékletét, felerősítve az üvegházhatást (Gaia hipotézis).

Az élet létrejöttének és fejlődésének legfontosabb feltételeit – tudásunk mai szintjén – John Oro houstoni professzor, a téma egyik legkiválóbb szakértője így foglalta össze a konferencián:

- egy naptípusú, fősorozati csillag 10 milliárd év átlagos élettartammal,
- jelentős bolygórendszer néhány külső óriásbolygóval, néhány kisebb belső bolygóval, valamint Oort- és Kuiper-féle üstökösökkel,
- egy földszerű bolygó elegendő tömeggel ahhoz, hogy visszatartsa a hidroszférát és a légkört. Egy, a Holdhoz hasonló kísérő adja a bolygó szükséges rotációs stabilitását,
- mivel a sziklás belső bolygók keletkezésükkor megolvadnak, szükséges, hogy az összeállási folyamat végén vizet és szerves anyagot szerezzenek üstökösökből és kisbolygókból,
- az élet a Földön valószínűleg üstökös eredetű szerves molekulákból keletkezett, még mielőtt az óceánok különváltak. Ez feltehetőleg

A SETI programok hatékonysága exponenciálisan növekedett az elmúlt 33 évben. Az ábrán néhány fontos programnak az OZMA-mérésekhez viszonyított „sikeressége” szerepel (logaritmiikus skálán) az idő függvényében



folyamatos kémiai fejlődés és molekuláris önszerveződés révén jött létre, ami elvezetett az őssejthez, ami elkezdte a darwini fejlődést,

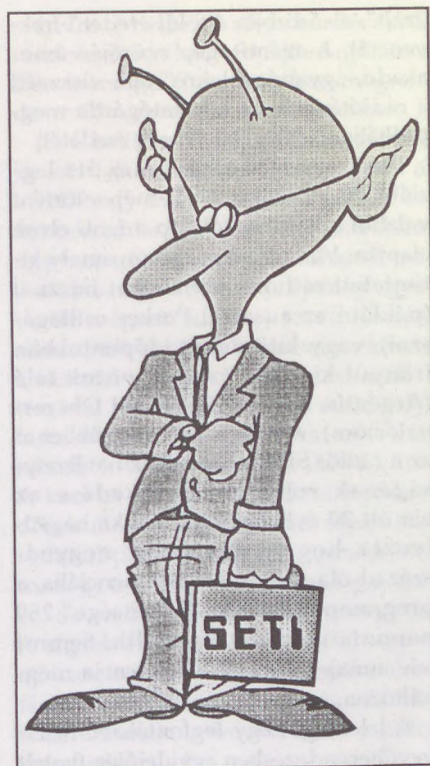
- a szerveződés és bonyolultság magasabb szintjeire a fejlődés két fontos lépcsője vezetett: az endoszimbiózis (a sejten belüli hasznos együttélés), és a sejtek integrálódása többsejtes szervezetekké. A fejlett civilizáció kialakulása feltételezi:
 - a két lábra állást;
 - egy olyan észlelőrendszer kifejlődését, amely tartalmaz színes térlátást is;
 - a homloklebeny olyan fejlődését, amely lehetővé teszi eszköz készítését és a növekvő aggyal együttműködésben fejlődik.

Végül Oro megjegyzi, hogy „ha 65 millió évvel ezelőtt egy üstökös vagy kisbolygó becsapódása nem okozta volna a dinoszauruszok kihalását, lehet, hogy ez a faj hozott volna létre egy a homo sapiens-nél fejlettebb technikai civilizációt.”

A konferencián két előadás is foglalkozott egy másik intelligens faj, a delfinek vizsgálatával, kommunikációs rendszerük megfejtésével. Ha összehasonlítjuk a delfinet az emberekkel, akkor az a legfontosabb eltérés, hogy az előbbieket áramvonalas alakja a sűrűbb közeghez, a vízhez alkalmazkodott, ezért nincs eszközök készítéséhez alkalmas végtagjuk, nem hoztak létre technikai civilizációt.

SETI: idegen civilizációk keresése

Újabban az amerikai kollegák szeretik hangsúlyozni, hogy SETI programjuk része a más bolygórendszerek keresésére szolgáló asztrofizikai prog-



ramoknak – hiszen egy jelzés, amely idegen bolygóról érkezik egyúttal arra is alkalmas, hogy magának a bolygónak a pályáját, rotációját stb. meghatározzuk. W. Sullivan egy szellemes előadásban be is mutatta, hogy a Barnard csillag egyik bolygójának esetleges csillagászai mi mindent tudnának (mai eszközeinkkel!) leveletelni Földünkről és az egész Naprendszerrel abban az esetben, ha egy folyamatosan sugárzó egyszerű, de nagyteljesítményű rádióadót irányítanánk feléjük. Mégis a jelenleg működő SETI berendezések célja nem az asztrofizikai tudásunk növelése, hanem nálunk fejlettebb idegen civilizációk jelzéseinek felfedezése. A jelenleg futó programok általában a mikrohullámú tartományban keresgélnek igen hosszú sávú, gyakorlatilag monokromatikus sugárzás után. (A természetes rádiósugárzás ugyanis mindig szélesebb 300Hz-nél.) A billiónyi lehetséges frekvenciacsatorna egymást követő letapogatása túl hosszú időt venne igénybe, ezért a fizikusok és mérnökök sokmillió csatornán egyidejűleg mérni tudó, és a méréseket azonnal értékelő elektronikus vevőberendezéseket hoztak létre. A berendezések közös tulajdonsága, hogy az értékelésnél a számítógép automatikusan kiszűri a

„zajt”, elsősorban a földi eredetű frekvenciát. A számítógép szűrőjén fennakadó, „gyanús jelekre” újra visszaáll a rádiótávcső, és a kutatógárda megpróbálja tisztázni a jelenség eredetét.

1960, az OZMA-program óta legalább 80 időszakos SETI-mérés történt valahol a Földön, főképp a fenti elvek alapján. Van olyan program, amely kitüntetett rádiófrekvenciákat használ (például az ausztrál Parkes csillagászai), vagy kitüntetett időpontokban irányul kiválasztott célpontok felé (Argentín Rádiócsillagászati Observatórium). Ami igazán megdöbbentő az a rádiós SETI-programok hatékonyságának rohamos növekedése az elmúlt 30 évben. Frank Drake hangsúlyozta, hogy a növekedés negyedszázada óta szigorúan exponenciális, a programok „felfedezőképesége” 250 naponta megkétszereződik. Semmi jele annak, hogy ez a tendencia megváltozna.

A jelenlegi négy legfontosabb SETI-vevőberendezésben egyidejűleg figyelt frekvenciacsatornák száma a következő:

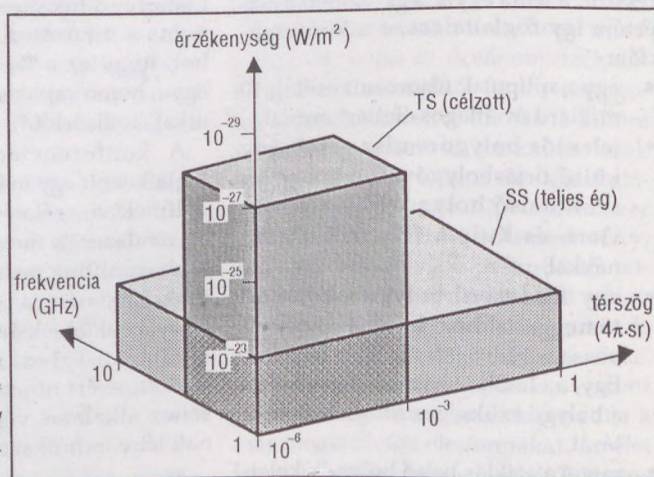
- a legrégebben (1973 óta) folyamatosan végzett SETI-mérésorozat az ohioi egyetemen ma még csak 3000 csatornát használ, de fél éven belül 4 millió csatornás berendezésre térnek át;
- Horowitz professzornak a Harvard egyetemen épített META berendezése, amelynek egy példánya Argentínában működik, 8,3 millió csatornás és 0,05 Hz felbontású;
- a Berkeley egyetem SERENDIP III berendezése 4 millió csatornás, és a világ legnagyobb rádiótávcsövére, az arecibóira illesztve már 40 trilliónyi mérést végzett 0,6 Hz felbontással;
- a NASA tavaly októberben két helyen elindított HRMS programja (A „célzott” vagyis TS és a „teljes ég” vagyis SS kutatás) teljes kiépítettségben eléri majd a 14 millió csatornát, és minden más programnál nagyobb teljesítményű. A berendezések automatikus üzemmódban is teljesen megbízhatóan működnek, immár egy éve.

A fenti programok eddig abban az értelemben nem voltak eredményesek, hogy nem bukkantak idegen civilizációk jelzéseire. Természetesen mindig akadtak „gyanús jelek”, ezek azonban

nem ismétlődtek, és a megfigyelések alapján nem dönthető el eredetük sem. A SERENDIP-program megfelelő listája jelenleg 164, a META-é 37 ilyen esetet tartalmaz. (A NASA-programban eddig minden gyanús jel eredetét sikerült tisztázni). Érdekes, hogy ha ábrázoljuk a META gyanús jeleinek pozícióit az égen, akkor ezek a Tejút felé koncentrálódnak – talán egy eddig ismeretlen asztrofizikai jelenségre utalnak.

Több fontos előadás foglalkozott ezeknek a SETI-programoknak a jövőjével, továbbfejlesztési stratégiájával. Legegyszerűbbnek a csatornaszám növelése tűnik. A SERENDIP IV-ben már 120 millió csatorna lesz 0,6 Hz felbontással, a META-t követő BETA-ban 240 millió (0,5 Hz felbontással), de már dolgoznak egy 6 milliárd (!) csatornás BETA II változaton is. Kent Cullers a NASA Ames kutatója vetette

A NASA SETI program két része különböző érzékenységgel mér és különböző részét fedile a lehetséges irányoknak és frekvenciáknak. Az ábrán a frekvenciák-érzékenységek-irányok terének a „teljes ég”, ill. a „célzott kutatás” része által felméréndő részhasábjait láthatjuk



fel a következő javaslatot: a fő rádiótávcsővel együtt, attól 200 km-re délre kapcsolódjon be a mérési programba egy második (ellenőrző) távcső. Ennek a kisebb rádiótávcsőnek az lenne a célja, hogy biztosabban azonosítani lehessen a csak rövid ideig sugárzó, fényes jeleket, illetve, hogy könnyebben ki lehessen szűrni a földi eredetű rádiózavarokat. A tökéletes megoldást Dixon professzor ismertette. Az általa javasolt Argus olyan összetett távcső-elrendezés, amely nem letapogat, hanem az egész látható eget folyamatosan figyeli. A kiértékeléshez mindegyik rádiótávcső-szegmens külön számítógéppel rendelkezik. Az ilyen megfigyelési mód természetesen több szempontból előnyös, mert egyrészt

nem szalaszt el egyetlen időleges, átmeneti jelet sem, másrészt folyamatosan, hosszú integrációs idővel működhet, és a zajok kiszűrése is könnyű. Noha ma még műszakilag nem megoldható az Argus megépítése, de egy kis prototípus (8 szegmessel) már sikeresen vizsgázott az ohioi egyetemen.

A jelenlegi berendezések egyetlen keskeny sávban beérkező, különleges jeleket keresnek a sugárzónben. Többek véleménye szerint realisabb, hogy az „üzenet” valójában több csatornán érkezik egyidejűleg. Ha ugyanis a jel vagy üzenet egyetlen keskeny sávra korlátozódik, akkor a csillagközi úton elszorított „fading” hatására a jel időszakonként legyengül, és észrevehetetlenné válik. Ez kiküszöbölhető, ha a „feladó” az üzenetet több, egymástól távolos csatornára bízta, ez esetben az információtorzulás kisebb, a felfedezés valószínűbb. Viszonylag

kis befektetéssel megoldható lenne, hogy a jelelemzésnél külön figyelmet fordítsanak az ilyen, többszörös jelek kezelésére.

Amióta Frank Drake rádiótávcsövével megkezdte idegen civilizációk jelzéseinek keresését, újra felmerül a kérdés, hogy mi indokolja éppen a mikrohullámú rádiótartomány kiválasztását az elektromágneses színeképből. Javaslatokban soha nem volt hiány, de folyamatos keresés más tartományokban, például látható fényben még nem kezdődött sehol. Idén januárban egy Los Angeles-i konferencián azonban megkezdődött az „optikai SETI” kutatóinak szerveződése, és Columbusban (Ohio állam) immár folyamatosan működik egy amatőr ob-

szervatórium azzal a céllal, hogy lézer jeleket (vagyis igen rövid impulzusok sorozatát) keressen az égen. A gyors fotonyszámlálóval felszerelt 25 cm-es Schmidt távcső teljesen automatizálva végzi a keresést.

Japánban viszont az infravörös sugárzást választották Földön kívüli civilizációk nyomainak kutatására. Az esetleges nagyléptékű természetátalakítás („Dyson szférák”) eredményeképp ugyanis a központi csillag sugárzását a nagyon fejlett civilizáció hősugárzássá alakítaná, s ez a folyamat az infravörös tartományban felismerhető lenne. Részben az IRAS hold méréseit, részben egy 130 cm-es infravörös távcsövet használnak fel kutatásaikhoz.

Végezetül még egy fantasztikus kutatási ötlet említhető, amely nem magának az idegen civilizációnak, hanem a csillagközi térben repülő űrhajójának felfedezését célozza annak önkéntelen és elkerülhetetlen kisugárzása alapján. Az amerikai szerző azt az eredményt kapta, hogy a sugárzás felfedezése leginkább az igen alacsony rádiófrekvenciákon lehetséges, a megfigyeléshez egy 6 km átmérőjű antennát kellene építeni a világűrben. Ez is olyan javaslat, amely számol azzal, hogy bár eredeti célját aligha éri el, talán sikerül felhívnia a figyelmet egy asztrofizikai szempontból is érdekes hullámhossztartományra.

A felfedezés társadalmi hatásai

A konferencia utolsó napján főképp azzal a kérdéssel foglalkoztunk, hogy milyen hatással lenne az emberiségre egy idegen civilizáció jelzéseinek, vagy nyomainak felfedezése. A társadalmi hatásokat illetően meglehetősen eltérő vélemények hangzottak el. Mint előadásomban kifejtettem, ennek oka szerintem az, hogy mind a felfedezés körülményei, mind a felfedezett jelenség jellege sokféle lehet, és ennek megfelelően eltérő hatásokkal számolhatunk. Maga a jelenség lehet bonyolult üzenet, vagy egyszerű jel, esetleg egy távoli civilizáció „üzemi tevékenységéből” eredő önkéntelen kisugárzás, vagy egykori természetátalakító tevékenységének maradandó nyoma az égen (ez utóbbi esetben egy-



*Stuart Kingsley optikai SETI-
obszervatóriumának távcsövével
(Columbus, Ohio)*

általán nem biztos, hogy a civilizáció még létezik). Maga a felfedezés történetét valamelyik, e cikkben ismertetett SETI-program keretében, vagy más, folyamatban lévő csillagászati megfigyelési program melléktermékeként (ezen belül a jelenség lehet állandó, vagy csak átmenetileg, hosszabb rövididebb ideig látható), végül az is elképzelhető, hogy utólag találnak rá egy csillagászati adatbázisban vagy archívumban a jelenségre. Mindezen esetek nyilván nagyon eltérő hatást gyakorolnak a társadalomra, a filozófiára és a teológiára, illetve a tudó-

mányra. Mindezekről a kérdésekről részletesebben lesz szó a jövő nyáron a franciaországi Chamonix-ban megrendezendő nemzetközi konferencián.

Itt, a kaliforniai szimpóziumon befejezőül lelkes előadások hangzottak el arról, hogy milyen eredményesen lehet bevonni a SETI témát az oktatásba. Egy ausztrál tanár nő például arról számolt be, hogy a Western Sydney egyetemen végzett kísérlet szerint óriási sikere volt annak a kurzusnak, amely a tudomány iránti érdeklődést a SETI témával kívánta felkelteni, majd folytatta kozmológiával, részecskefizikával, kvantummechanikával stb. A kurzus a természettudományi kérdések mellett foglalkozott olyan társadalmi problémákkal is, mint a biztonság, a környezet elszennyeződése, az emberiség túlélési stratégiája. A tágabb értelemben vett SETI, vagyis a bioasztronómia olyan komplex oktatási témának bizonyult, amely fel tudja kelteni a diákok érdeklődését a tudomány iránt.

A kaliforniai Bioasztronómia szimpóziumon ugyan nem hangzottak el szenzációs bejelentések arról, hogy sikerült volna felfogni Földön kívüli civilizációk jelzéseit, de az összkép mégis optimizmusról tanúskodott. A kutatás szélesedik, és mélyül, miközben természetesen igen sokféle elképzelés születik. Mint Frank Drake zárszavában megfogalmazta, az a biztató, hogy egyre több fiatal kapcsolódik be valamilyen formában a kutatásokba.



A Meteor csillagászati évkönyv
hasznos segítőtársa mindenkinek,
akit munkája, oktató-ismeretterjesztő
tevékenysége vagy érdeklődése a
csillagászzal összeköt.

Az 1994-re vonatkozó előrejelzések,
táblázatok mellett számos cikk és beszámoló
ad áttekintést a csillagászat legújabb
eredményeiről, valamint a hazai csillagászati
intézmények, szervezetek tevékenységéről.

Megrendelhető a

Magyar Csillagászati Egyesület
postacímén:

Budapest, Pf. 219. 1461
rózsaszín pénzesutalványon, példányonként
275,- Ft befizetésével.
(Ez az összeg tartalmazza az ÁFÁ-t és a
postaköltséget is.)

AZ ŰRVITORLÁSOKTÓL AZ ŰRREKLÁMOKIG

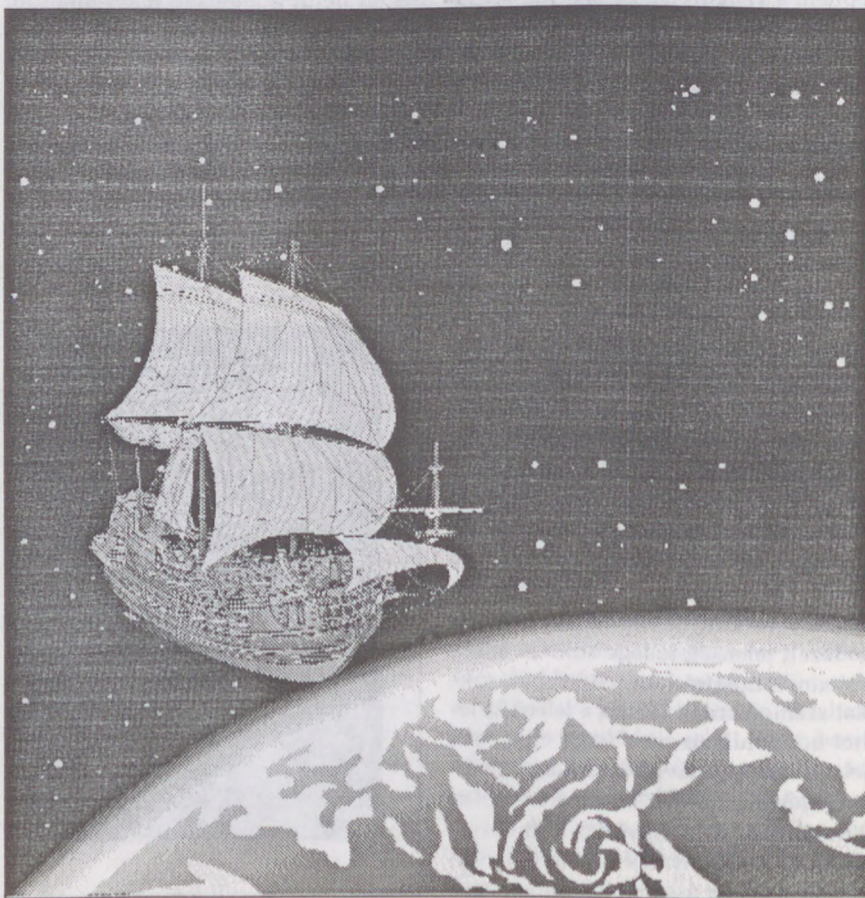
Az 1992-es év Amerika felfedezésének 500. évfordulójaként és a Világűr Nemzetközi Éveként vonult be a történelembe. Ez az egybeesés hívta életre még 1988-ban a *Columbus 500* elnevezésű versenyt, amelyre kizárólag olyan űrjárművek nevezhettek be, amelyek hajtóanyag nélkül, csakis a napsugárzás igen kicsiny tolóerjét kihasználva, úgymond vitorláznak az űrben. Maga az ötlet, a napfény hajtotta űreszköz nem mondható újként, a fény sugárnyomását hasznosító űrjármű gondolatát már az ötvenes évek derekán *Marx György* is felvette, akárcsak később *F. Dyson* amerikai elméleti fizikus. A kitűzött cél azonban már sokkal eredetibb és romantikusabb: a Hold. A verseny szervezői szigorú kikötéseket szabtak a pályázókkal szemben, így előírták, hogy a versenyen csak független szervezetek, vállalatok, egyetemek vehetnek részt (ezzel kizártak olyan állami űrkutatási intézményeket, mint a NASA, az ESA vagy a NASDA), továbbá előírták, hogy a vitorlások tömege legalább 1 kg, legfeljebb 500 kg lehet. A tervek szerint 1992 októberében hagyományos hordozórakéták juttatták volna fel a versenyre benevezett vitorlásokat. A nemzetközi viadalon három hajó indult volna, ezzel egyfelől Kolumbusz három hajójára emlékeztetve, másfelől képviselve Európát, ahonnan Kolumbusz elindult, Amerikát, ahova megérkezett, és Ázsiát, ahova el akart jutni. (A versenyre amerikai, európai, orosz és japán napvitorlások jelentkeztek.) A kezdeti nagy beharangozás után végül is anyagi okokból a több évig tartó versenyt nem rendezték meg. Az oroszok azonban három évig tartó fejlesztőmunkával elkészítették a maguk napvitorlását, a *Znemját*, azaz *Zászlót*, s hogy az egyébként nehéz időket élő orosz űrkutatás ezen terméke ne valamely űrközpont vagy múzeum poros

raktárában végezze, úgy döntöttek, hogy magán akcióba kezdenek és ha az eredetitől eltérő feladattal is, de kipróbálják a szerkezetet a világűrben.

A Progressz-M-15 teherűrhajót 1993. február 4-én választották le a Mír űrállomásról, majd a dokkolóberendezésben elhelyezett elektromechanikus berendezés forgómozgással elkezdte kinyitni azt a nyolc szegmensből álló, húsz méter átmérőjű tükörszerkezetet, amelyet eredetileg napvitorlásnak szántak. A nyitó, feszítő és tartószerkezet együttesen 40 kg, maga a vitorla, egy vékony kevlar műanyag fólia pedig 4 kg tömegű volt. A fóliát öt mikron vastagságban alumíniumréteggel vonták be, így amikor az űrhajót úgy

irányították, hogy a tükörrre eső Nap fénye Európára vetüljön, az a Földön a teliholdnál ötször fényesebb, gyorsan mozgó foltot eredményezett. A sikeres kísérlet után a teherűrhajó, orrán a napvitorlással (vagy mondjuk most már úgy, űrtükörrel) belépett a Föld sűrűbb légkörébe és elégett.

A korábban csak a science-fiction írók és merészebb fizikusok, űrkutatók képzeletében létező űr-világítótoronyok megvalósíthatóságának lehetősége az orosz kísérlettel bizonyítottá vált. Az elképzelések szerint a világűrbe telepített, akár több száz méter átmérőjű tükörrel egy-egy város, vagy mondjuk egy katasztrófasúlytotta terület egész éjszaka megvilágítható lenne, ami lé-



Grafika: Berkes Tibor

nyegesen könnyíthetné a mentők munkáját. Ugyanígy szó lehet a sarki övezetekben lévő orosz gáz- és kőolajlelőhelyek megvilágításáról is. A számítások szerint New York megvilágításához egy nyolc-kilenc km átmérőjű (azaz kb. 50 négyzetkilométeres felületű) tükörrre lenne szükség. Ám ekkora berendezést a tömege miatt már nehéz lenne pályára állítani, de kisebb tükrökből létrehozott tükrörendszerrel a feladat már megoldhatóan látszik.

Úgy tűnik, hogy az amerikaiak jelenleg még beérik a neonfényes világítással New Yorkban, azonban az orosz űrkísérlet az ő fantáziájukat is megmozgatta. Az ügyes pénzcsináló amerikai cégek rájöttek, hogy az űrtükrök elvén alapuló űrreklámokat is létre lehet hozni! Ha a fólián betűket, ábrákat hoznak létre alumíniumrétegből, azok — persze megfelelő nagyság esetén — a földről olvashatóak lesznek. Az űrreklámok létrehozását könnyíti, hogy jelenleg nincs érvényben semmiféle nemzetközi jogszabály vagy korlátozás, amely gátat szabna a fénylő reklámok világűrbe juttatásának. Ma a tömegpusztító fegyverek ki-

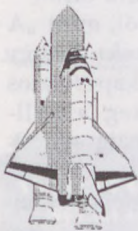
vételével bárki, bármit feljuttathat a világűrbe, ha erre igénye és főképp pénze van. Az előzetes kalkulációk szerint egy-egy fénylő kozmikus hirdetés 40 millió dollárba kerülne. De olyan multinacionális cégek, mint a Coca-Cola, a Pepsi, amelyek a Földön se igen ismernek határt a reklám területén, bizonyára nem rettennek vissza ettől az összegtől (sem), főként ha meggondolják, hogy a világűrben keringő reklámjaikat azért mégis cirka ötmilliárdan láthatják! Így érthető a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) és néhány — főként amerikai — társadalmi szervezet tiltakozása az űrreklámok ellen. Mindannyian, ha más-más érdekből is, de féltik az égbolt tisztaságát. A csillagászok szerint akár egyetlen egy fénylő hirdetés is jelentősen zavarhatja a megfigyeléseiket, elszaporodásuk esetén pedig teljesen lehetlenné tennék azokat. Mindazonáltal az óriási keringő reklámok az összeütközés lehetősége miatt veszélyt jelentenek a tudományos kutatást végző, vagy polgári hasznosítású űreszközökre, sőt az ember lakta űrlaboratóriumokra is! A társadalmi szerve-

zetek pedig azért aggályoskodnak, mert attól tartanak — jogosan! —, hogy ha nem szabnak időben gátat a reklámok világűrbe történő kitelepítésének, hamar eljön az az idő, amikor a szerelmes párok választott csillaguk helyett cipők, autók, mosóporok fénylő égi hirdetéseiben lesznek kénytelenek „gyönyörködni”. A nyár végi csillaghullás lenyűgöző élményét pedig az egész évben szüntelenül a légkörben megsemmisülő „reklámhullás” vitatható élménye váltja majd fel...

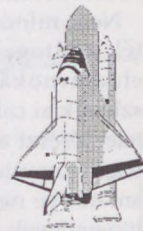
A csillagászati megfigyeléseket, valamint az égbolt tisztaságát és biztonságát kevésbé veszélyeztetik a hordozórakéták oldalára festett reklámok, amelyek két évvel ezelőtt az orosz-japán űrrepülés során tűntek fel a Szozuz rakétán. Ezek ugyanis csak a fellövéskor, a televízió közvetítések alkalmával láthatóak, mert a rakéta egyes fokozatai vagy visszatérnek a Földre vagy a légkörben égnek el.

Ugyanakkor örvendetes, hogy újra szó esik egy napvitorlás verseny megrendezéséről, melynek célja már a Mars lenne.

Németh Csaba



MEGHALT EGY ŰRHAJÓS



Június 19-én, miközben a floridai indítóhelyen folyt az Endeavour űrrepülőgép indításának az előkészülete, Houstonban örök nyugalomba helyezték a 69 éves korában elhunyt *Donald Kent Slayton*.

Slayton 1924. március 1-jén az USA Wisconsin államának Sparte nevű kis helységében született. 1942-től részt vett a II. világháborúban, 56 harci bevetése volt Németország és hét Japán ellen. 1943-ban repülő tisztté avatták. 1949-ben bachelori fokozattal repülőmérnöki képesítést szerzett rakétatechnikai témából a Minnesota Egyetemen, majd 1951-ig a Boeing cég mérnöke volt. 1956-59 között a kaliforniai Edwards légitámaszponton az X-15-ös rakétarepülőgépek berepülőpilótája volt. Innen került be 1959-ben az első amerikai űrhajós-csapatba, a legen-

dássa vált Mercury-csoportba. A hét fős csapat 1959 áprilisában kezdte meg a felkészülést az első amerikai űrrepülésre. Slaytont 1962-ben a Mercury-7 űrhajó pilótájául jelölték. De a rendszeres orvosi felülvizsgálatok egyikén szív működési zavarokat állapítottak meg nála. A sokrétű vizsgálatok megerősítették az első diagnózist: aritmia, szívizomgyengeség. Így 1962. március 15-én Slaytont kivették a Mercury-7 űrrepülésből, s már a Mercury-programban sem repülhetett. 1963-ban kivált a légierő kötelékéből és a NASA űrhajósainak főnöke lett, de az űrutazásról továbbra sem tett le. Tíz éven át tartó kemény tornaedzésekkel, komoly repülőgép vezetési gyakorlatokkal, két évi kemény önmegfigyeléssel és két évi gyógykezeléssel a háta mögött kényeztette újból orvosi felülvizsgálatát,

amely után 1972 márciusában ismét űrhajóállományba került, s ezzel visszaszerezte „kozmosz jogait”. Első és egyetlen űrutazását 1975-ben végezte. Erről ő maga a repülés előtt így nyilatkozott: „Végtelenül boldog vagyok, hogy első lépésemet a világűrben szovjet kollégáimmal együtt teszem.” Űrrepülése után, 1977 novemberétől 1982 februárjáig a Space Shuttle kísérletek igazgatója és keménykezű vezetője lett a Johnson Space Centerben. Nyugalományba vonulása után a houstoni Space Services Inc. elnöke lett. Temetésén jelen volt a Szozuz-Apollo űrrepülés orosz parancsnoka, *Alekszej Leonov* is, aki űrhajóstársa ravatalánál elmondta: „Donald Slayton mintájára faragták a rátermett embereket”.

Németh Csaba

AMATŐRCSILLAGÁSZ TALÁLKOZÓ KISKUNHALASON

MIZSER ATTILA

Öt éve nem volt országos amatőrcsillagász találkozó hazánkban. A *Csillagászat Baráti Köre* (CSBK) utolsó találkozóját *Debrecenben* tartotta, 1988 nyarán. Egy évvel később a CSBK megszűnt mint országos szervezet.

Az utóbbi években a nyári táborok vették át a korábbi CSBK-találkozók szerepét – a ráktanyai „nagy” táborok egyik nem titkolt célja épp ez volt.

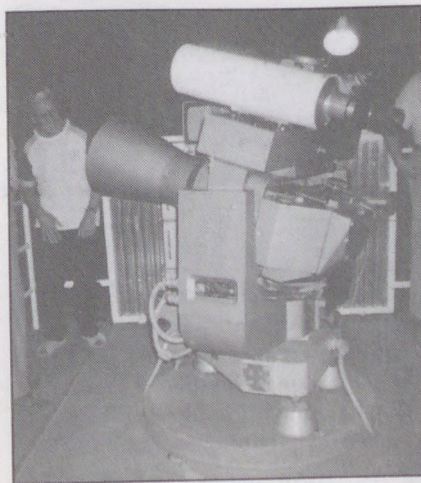
Az idei találkozó a fáradszatólagos Balogh István kezdeményezésére jött létre – nélküle aligha vágtunk volna bele a szervezés munkáiba. Kézenfekvő volt, hogy a rendezvénynek a *Magyar Amatőrcsillagászok XVI. Országos Találkozója* elnevezést adjuk, utalva gyökereinkre és arra, hogy minden hazai amatőrcsillagász részvételére számíttunk.

Nem mindennapi képek köszöntöttek a látogatót a Közösségek Háza előcsarnokában. *Bödők Zsigmond* szlovákiai csillagász lenyűgöző felvételei jórészt a Magas-Tátrában készültek, a Lomnici-csúcson, ahol madár és amatőr se nagyon jár. A ritka légköri tünemények, a színpompás naplementék, a páratlanul sötét háttérű égboltfotók sok fotós figyelmét (és irigységét) felkeltették. Láthattunk azért hazai képeket is; *Kocska Tamás* itt mutatta be először Messier-programjának eddigi eredményét: a lista kétharmadát sikerült végigfotóznia. Egy másik tablón *Rózsa Ferenc*, *Sebők György* és *Zseli József* válogatott ráktanyai felvételeit láthatta a „nagyérdemű”. A folyamatosan nyitva tartó: „asztrobazárban” ki-ki beszerezhetette a hobbi-jához szükséges kellékeket (térképek, könyvek, optikák, szoftverek).

Rendezvényünket *Ponori Thewrewk Aurél*, az MCSE elnöke nyitotta meg, majd röviden összefoglalta a hazai amatőr találkozó történetét. *Bartha Lajos* a külföldi amatőrcsillagász szervezeteket mutatta be illetve hasonlított össze a hazaiakkal. Ezt követően hallhattunk a *Magyar Csillagá-*

szati Egyesület és a *Magyar Amatőrcsillagászati Társaság* tevékenységéről, majd külföldi vendégeink következtek. Az *ógyallai csillagvizsgáló* (Szlovákia) munkájáról és a szlovákiai amatőrcsillagászatról *Pintér Péter* adott elő – eredményeiket és főként állami támogatásuk mértékét látva sokunkban munkált a sárga irigység. Ugyanezt élhettük át a stuttgarti *Faragó Ottó* előadása alatt is, aki az ottani csillagvizsgálót mutatta be, majd látványos diákat és ritka szép videofelvételt vetített az 1991-es nagy napfogyatkozásról, melyet Mexikóból észlelt végig.

Bizonyára sokakat meglepett a következő nap programja – hét hazai intézmény csillagászati kutatásairól hallhattunk. *Marik Miklós* szellemesen



A Városi Csillagvizsgáló AFU-75 műholdfényképező kamerája

írta le a profi és az amatőr közötti különbséget, és egyértelműen meghatározta az esetleges érdeklődők számára: „Hogyan lehetünk csillagászok?”. *Ábrahám Péter* az MTA Csillagászati Kutatóintézetében folyó tevékenységet ismertette, majd a hazai napfizikai kutatásokról szólt *Ludmány András*. *Spányi Péter* az RMKI-ban folyó fejlesztésekről beszélt (részvételünk a

VEGA- és a Fobosz-programban, a Mars rover fejlesztése stb.). Hallhattunk az *ELTE Atomfizikai Tanszékén* folyó csillagászati kutatásokról (*Balogy Zsolt*), a *Gothard Asztrofizikai Observatoriumról* (*Jankovics István*), végül a bajai observatórium létért való küzdelméről (*Hegedüs Tibor*).

Délután meglátogattuk a múlt évben átadott *Szegedi Observatóriumot*, ahol *Szatmáry Károly* kalauzolta a résztvevőket. Az utolsó napot az ismeretterjesztésnek szenteltük. Bemutatkozott a *Budapesti Planetárium*, majd a *Csillagászati évkönyv* és az *Andromeda* szerkesztősége.

Szécsényi-Nagy Gábor a működő és tervezett földi óriástávcsövekről beszélt, *Abonyi Iván* pedig iskolapéldáját mutatta be annak, hogy miképpen lehet szóragoztatón előadni olyan – látszólag – száraz témáról, mint „A súlytalanság fizikája”. *Csaba György Gábor* az asztrológiával kapcsolatos gondolatait osztotta meg a hallgatósággal, *Almár Iván* pedig a SETI-programot ismertette.

Délután a *Kecskeméti Planetáriumba* látogattunk, ahol *E. Kovács Zoltán* mutatta be az intézményt és a planetárium vetítőszerkezet lehetőségeit, majd – meglepetésként – rövid lézert show-t láthattunk. Legalább annyira fontos dolgot hallhattunk a szünetekben, mint az előadásokon – gondjainkat-bajainkat végre megvitathattuk, tapasztalatainkat kicserélhettük, ez az, ami a legfontosabb az ilyen találkozókban. Esténként nyitva állt a jól felszerelt *Városi Csillagvizsgáló* – aki úgy gondolta, akár észlelhetett, fotózhatott is.

Mindössze 50-en vettek részt a találkozón, és nagyjából ugyanennyi volt az alkalmi látogatók száma is.

A jövőbeni találkozókat – ha lesznek – nem szabad nyáron tartani, célszerűbbnek tűnik egyetlen hétvégére összpontosítani a programot. Nem kizárt, hogy a következő találkozóhoz is Kiskunhalas ad otthont, 1995-ben!



ARTEC

8 féle mouse (PC, PS/2)
örök garanciával

fekete-fehér,
fotó és színes
kézi scannerek
notebookhoz is



- A410 fekete-fehér, 400 dpi, 105 mm széles
- A410G foto 400 dpi, 256 szűrkeségi fokozat
- A1000C színes 3x100 dpi, 6 bit, CHIP TIPP 1992 nov.
- A810 nagyfelbontású 800 dpi
- A410NB notebook

A scannereket Photofina/Windows és
GO-CR programmal szállítjuk.

BEST

MODEM IDŐK

ZyXEL Portwell

MODEMEK, FAXMODEMEK
HANG/FAXMODEMEK
ADATÁTVITELI ÉS FAX PROGRAMOKKAL
MAGYAR NYELVŰ LEÍRÁSOKI

HUMANswitch auto-on-box
HUMANVOICE kártya
Hívásszétválogatók
Programozható időzítők



ADATÁTVITELI ÉS
TÁVVEZÉRLŐ
RENDSZER

LAN FAXRENDSZEREK

Kapcsolt és bérelt vonali
lehetőségek 19 200 bps-ig



Real Time Devices Inc.,

A VALÓSÁG MEGRAGADÁSA

PC ALAPÚ
MÉRÉSTECHNIKA

- A/D, D/A, I/O kártyák
- Adatfeldolgozó programok
- EZ-ROUTE ++
áramkör tervező program

VETÉLYTÁRS
NÉLKÜL

PINNACLE MICRO
THE OPTICAL STORAGE COMPANY™

OPTIKAI
ADATTÁROLÁS

JUKEBOX-ok
93 Gbyte-ig

ÚJ SZOLGÁLTATÁSUNK:
ARCHIVÁLÁS CD
LEMEZRE

RCD-202™
egyszer írható
CD-ROM meghajtó

CD-ROM
SOKSZOROSÍTÁS

CD-ROM meghajtók

600 MB/lemez
15 év garancia

Paperless 1™
papírmentes
iratfeldolgozó rendszer

TAHOE-130™
PMO-130™ PMO-650™
MO meghajtók

SUN IBM PC MAC

AV AVISION INC.

"Your professional image partner"

A4-ES PROFESSZIONÁLIS ASZTALI
SCANNEREK
(dia kittel)

AV100:

600 dpi, 256 szűrkeségi fokozat,
automatikus lapadagolás, hordozható

AV660:

1200 dpi, 24 bites színes asztali scanner

AV680:

1600 dpi, 24 bites színes asztali scanner

AV800:

600/1200 dpi, 24 bites színes asztali scanner,
automatikus lapadagolás

IBM PC MAC

KÉRJE RÉSZLETES ISMERTETŐINKET!
INGYENES SZAKTANÁCSADÁS ÉS BEMUTATÓ.
VIZSONTELADÓK JELENTKEZÉSÉT IS VÁRJUK.

A CSILLAGÁSZATI KOORDINÁTA-RENDSZEREK

I. rész

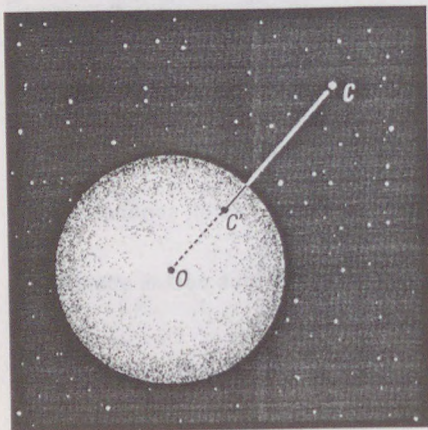
MARIK MIKLÓS

A ki jól ismeri a csillagos eget, a fényesebb csillagokat emlékezetből is könnyen megtalálja az égen. A csillagász azonban nemcsak a nagyon fényes csillagokkal foglalkozik, hanem sokszor olyan égitestekkel, amelyek csak nagy teljesítményű távcsövekkel figyelhetők meg. Ezeknek a csillagoknak a megtalálásához már nem elegendő az emlékezetünk, a csillag helyét ilyenkor koordinátaival adjuk meg. A koordinátákhoz természetesen koordináta-rendszer is tartozik. A csillagászatban többféle koordináta-rendszert is használunk attól függően, hogy milyen típusú égitestet figyelünk meg, és hol helyezkedik el a megfigyelő.

Az éggömb

Ha egy derült éjszakán fényforrásoktól távoli helyen feltekintünk az égbolt gyönyörködtetően szép fekete kárpitjára, a sokezernyi halványan pislákoló csillag úgy borul fölénk, mintha egy távoli gömb, az égbolt felületére

Az éggömb. C' a C térbeli pont szférikus helye



lennének ráerősítve. Elődeink valóban úgy is gondolták, hogy a kristályszférára erősített csillagok a szférával együtt mozognak a Föld körül. (Erről egyébként részletesen írtunk a csillagászat történetéről szóló fejezetben.) Ma már minden iskolás gyermek tudja, hogy az égbolt ilyen leírása csak optikai csalódás; valójában a csillagok más-más távolságokban vannak tőlünk. A csillagászat számára azonban sok esetben csak a csillag irányának az ismerete fontos (vagy éppen elérhető), ilyenkor nem érdekes a csillag távolsága. Ekkor (formálisan) úgy tekinthetjük, mintha a csillagok egy gömb felületén, az éggömbön helyezkednének el. Valójában az éggömb egy tetszőleges sugarú gömb, amelynek a középpontja egybeesik a koordináta-rendszer középpontjával és amelynek felületére a térben elhelyezkedő csillagokat a következőképpen képezzük le: Összekötjük az éggömb középpontját (O) a C -vel jelölt csillaggal. Ahol ez az egyenes a C és az O között döfi a gömböt, ott van a C csillag úgynevezett C' szférikus helye. A szférikus csillagászat az égitestek szférikus csillagászatban tehát nem törődünk azzal, hogy milyen messze van a csillag, hanem csak az irányára vagyunk kíváncsiak. Néha éppen a szférikus csillagászat módszereivel lehet megmérni egy égitest távolságát.

Az éggömb középpontját (ami persze megegyezik a koordináta-rendszerünk középpontjával) elvileg a tér bármely pontjába tehetjük, de vannak igen gyakran használt középpontok is. Ilyenek:

- a *topocentrikus* koordináta-rendszer, itt a középpont a megfigyelő szemében, vagy az észlelőműszer érzékelőberendezésében van;

- a *geocentrikus* koordináta-rendszer, amelynek középpontja a Föld középpontjával egyezik meg;
- a *heliocentrikus* koordináta-rendszer, melynek középpontja a Nap középpontjában van;
- a *baricentrikus* koordináta-rendszernél a középpont mindig valamilyen rendszer (pl. a Naprendszer) tömegközéppontjában van.

A horizontális koordináta-rendszer

A horizontális koordináta-rendszer általában topocentrikus, tehát középpontja a megfigyelő álláspontjával esik egybe, de időnként használunk geocentrikus horizontális koordináta-rendszert is. Tegyük fel, hogy a Föld felszínén, az M pontban tartózkodunk. Mivel a koordináta-rendszerünk topocentrikus, az éggömbünk középpontja is az M pont. A függőn irány (vagy másképpen a Föld középpontjába mutató irány; itt feltételezzük, hogy a Föld gömbalakú, és eltekintünk a forgás dinamikus hatásaitól) az éggömbből a Z zenit és az N nadír pontot döfi ki. A zenit pont a fejünk felett, a nadír a talpunk alatt helyezkedik el. Ha most az éggömb M középpontján keresztül a Föld forgástengelyével párhuzamos egyenest húzunk, akkor ez az egyenes a P északi póluspontban és a P' déli póluspontban döfi az éggömböt. A P , a P' , a Z , az N és az M pontok egy síkban vannak; ennek a síknak a neve: a meridián síkja. Ha a PP' egyenesre az éggömb középpontján keresztül merőleges síkot bocsátunk, akkor kapjuk meg a horizont síkját. A szemléletből is következik, hogy a horizont síkja az M pontban érinti a Földet.

A topocentrikus horizontális koordináta-rendszer

Most már látjuk, hogy a topocentrikus horizontális koordináta-rendszer hogyan helyezkedik el a Föld felszínéhez képest. Hogy a Föld a továbbiakban ne zavarjon, érdekes ezt a rendszert külön is ábrázolni. Az éggömb középpontját jelöljük most O -val. A horizont síkja, ami most „vízszintesen” helyezkedik el az ábrán, egy körben metszi az éggömböt. Ennek a körnek a neve: valódi horizont.

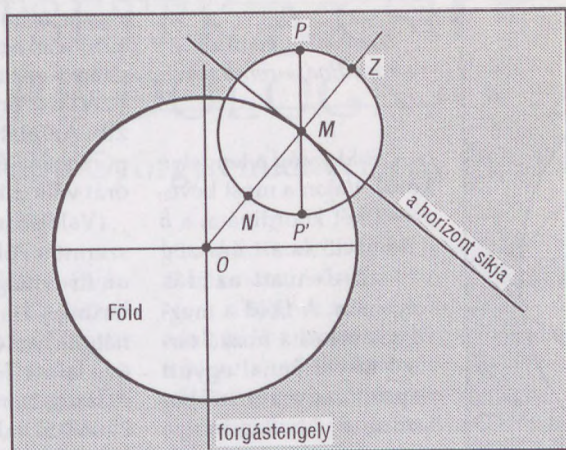
(A csillagász gyakorta csak horizontot mond, ilyenkor a legtöbbször a valódi horizontot érti ezen. A valódi horizont nem egyezik meg a látszó horizonttal, amelyről részletesebben majd a refrakciónál fogunk beszélni.)

A meridián két pontban találkozik a valódi horizonttal, a horizont D_h délpontjában és a horizont E_h északpontjában. Ha az O pontban álló megfigyelő a P északi pólus felé fordul, akkor a horizont E_h pontja előtte, míg a D_h pont a háta mögött helyezkedik el.

A Z -n és az N -en áthaladó félköröket vertikális köröknek nevezzük. A horizonttal párhuzamos körök neve: almukantarát.

Legyen egy csillag (szférikus) helye az éggömbön a C pont. A horizontális koordináta-rendszerben ennek a pontnak a helyét két szöggel jellemezhetjük. Húzzunk a C ponton keresztül egy vertikális kört. Ez a félkör a horizontot a T_h horizontális talppontban metszi. Kössük össze O -t T_h -val C -vel is. A D_hOT_h szöveget A -val jelöljük, és neve: azimut. A másik C -re jellemző szög a T_hOC szög, amelyet m -mel jelölünk és magasságnak nevezünk.

Az azimutot a csillagászatban a D_h ponttól kiindulva nyugat-észak irányban mérjük 0° -tól 360° -ig. (A földrajzban az azimutot az északi iránytól mérik, ami sok esetben félreértést eredményez. Azt ajánljuk az olvasónak, hogy ha olyan feladatot kap, amiben az azimut szerepel kérdezze meg, hogy az adott esetben az azimutot honnan mérik?)



A horizontális koordináta-rendszerben tehát minden egyes csillagnak a helyét két adattal, az azimuttal és a magassággal jellemezhetjük. Ez a koordináta-rendszer jól használható, ha olyan mérőműszerünk van, amelyet horizontálisan tudunk beállítani. Ilyen műszer a teodolit. Ezzel például meg tudjuk mérni, hogy milyen magasban delel a Nap, vagy ki tudjuk számítani, hogy mennyi ideig tartózkodik napi mozgása folyamán a horizont felett egy csillag. A csillagok és a Nap koordinátái azonban (még a Föld ugyanazon pontján maradván is) az idő múlásával változnak. Ugyancsak egyazon időpillanatban ugyanannak az égitestnek a horizontális koordinátái a Föld különböző helyein mások és mások lesznek. Ez kétségtelenül a horizontális koordináta-rendszer hátránya. Ahhoz, hogy ezeket a hátrányokat (legalábbis részben) kiküszöböljük, be kell vezetni az egyenlítői koordináta-rendszereket.

Az egyenlítői koordináta-rendszerek

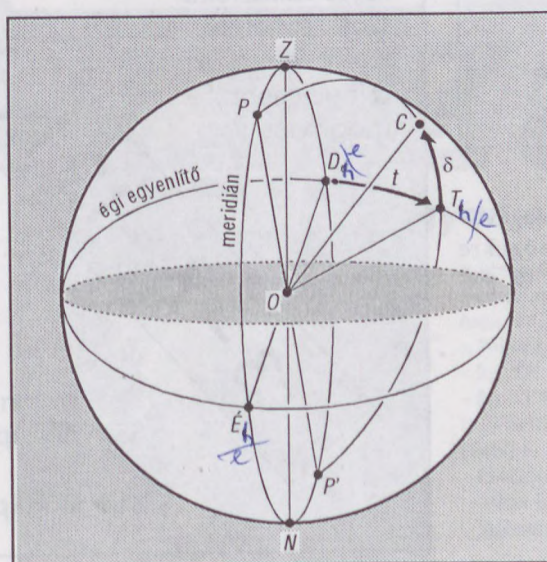
Az egyenlítői koordináta-rendszer is lehet topocentrikus, de sokszor geocentrikus egyenlítői koordináta-rendszert használunk. A továbbiakban geocentrikus egyenlítői koordináta-rendszerekről lesz szó. Az egyenlítői (vagy más szóval ekvatoriális) koordináta-rendszer kétféle lehet: első és második egyenlítői rendszer.

Az első egyenlítői koordináta-rendszer középpontja, mivel geocentrikus, ezért a Föld középpontjával esik egybe. A Föld forgástengelye az éggömbből a P északi póluspontot és a P' déli póluspontot döfi ki. Ha most megint a függőn irányával párhuzamos egyenest húzunk az éggömb O középpontján keresztül, akkor (a horizontális koordináta-rendszerrel már említett módon) ez az egyenes az éggömbből a Z zenitpontot és az N nadírpontot döfi ki. A $PZP'N$ kör neve, mint már tudjuk: meridián.

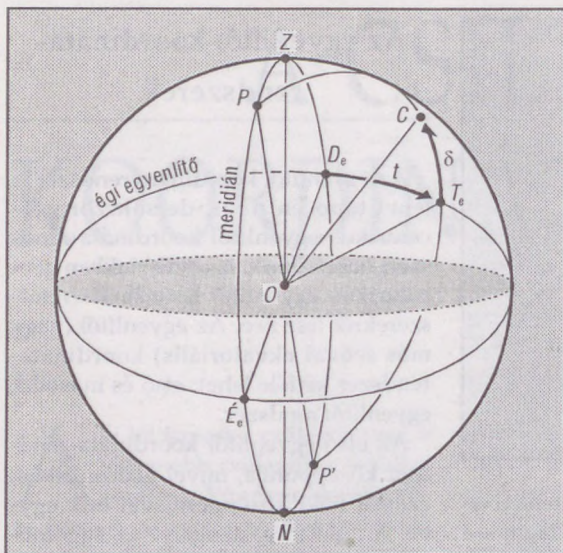
A ZN egyenesre az éggömb középpontjában merőlegesen állított sík az egyenlítő síkja, amely a Földből a (földi) Egyenlítőt metszi ki, az éggömbbel való metszészvonala pedig szintén egy kör, amelynek a neve: égi egyenlítő. Az égi egyenlítő és a meridián két pontban találkozik, az egyik az egyenlítő E_e északpontja, míg a másik a D_e délpontja. Itt is (mint a horizontális koordináta-rendszer esetében), ha a P északi póluspont felé fordítjuk a tekintetünket, akkor előttünk van az egyenlítő északpontja és a hátunk mögött a délpont.

A P és a P' pontokon keresztülhaladó köröket óráköröknek nevezzük.

Legyen most egy csillag (szférikus) helye az éggömbön a C pont. Ennek a pontnak a helyét az első egyenlítői rendszerben két adattal jellemezhetjük. Húzzunk a C -n keresztül



A geocentrikus horizontális koordináta-rendszer



Az első egyenlítői koordináta-rendszer

A Föld forog a tengelye körül. Vajon a most bevezetett két koordináta, a δ deklináció és a t óraszög változik-e emiatt az idők folyamán. A Föld a megfigyelővel és a hozzá tartozó meridiánnal együtt naponta egyszer körbefordul, a C csillag iránya viszont mindig ugyanaz marad. Ugyancsak mozdulatlan a Föld egyenlítői síkja is. (Valójában az egyenlítő síkja is igen lassan elfordul, de ennek értéke olyan kicsi, hogy elhanyagolhatjuk.) A csillag iránya és az egyenlítő síkja tehát a Föld forgásától függetlenül mindig ugyanazt a δ szöget zárja be. A csillagok deklinációja tehát nem változik, ez független a Föld forgásától. Nem

úgy a t óraszög, mivel (mint említettük) a megfigyelővel együtt a meridián naponta egyszer körbefordul. Ezért a t óraszög folyamatosan változik. Az alatt az idő alatt, amíg a Föld pontosan 360° -ot fordul, az óraszög 24 órát változik meg.

(Valójában a hétköznapi időszámítás szerint a Föld $23^\circ 56'$ alatt fordul 360° -ot. Erre még az időszámításnál visszatérünk.) Ha olyan időszámítást használunk, amelyben a Föld pontosan 24 óra alatt fordul 360° -ot, akkor az óraszög 1 óra alatt 1 órát változik meg, $2^\text{h} 46^\text{m} 51^\text{s}$ alatt pedig 2 óra 46 perc 51 másodpercet. Ha egy csillag óraszöge most 3^h , akkor 2 óra múlva 5^h lesz. Az óraszög változik ugyan, de értéke órával a kézben könnyen számítható. Ezért használják a csillagászok előszeretettel a fokok helyett az órákat az óraszög mérésére. Persze jó volna, ha nem csak az egyik, hanem mindkét koordináta változatlan lenne. Ezért kell bevezetni a második egyenlítői koordináta-rendszert.

Folytatjuk!

egy órákört. Ez az órákör a T_e egyenlítői talppontban metszi az egyenlítőt. Kössük össze O-t C-vel és T_e -vel is. A $D_e O T_e$ szöget t -vel jelöljük és óraszögnek nevezzük. A $T_e O C$ szög jele: δ és neve: deklináció. A deklinációt -90° -tól $+90^\circ$ -ig mérjük úgy, hogy a P déli póluspontban -90° , a P északi póluspontban $+90^\circ$. A t óraszöget a D_e ponttól kiindulva nyugat-észak irányba mérjük órákban, mégpedig úgy, hogy a teljes 360° -os szögnek 24^h felel meg. Mint látni fogjuk ennek érdekes oka van. A fokok és az órák átszámításának megkönnyítése céljából készítet-

szan elfordul, de ennek értéke olyan kicsi, hogy elhanyagolhatjuk.) A csillag iránya és az egyenlítő síkja tehát a Föld forgásától függetlenül mindig ugyanazt a δ szöget zárja be. A csillagok deklinációja tehát nem változik, ez független a Föld forgásától. Nem

24^h	\leftrightarrow	360°
12^h	\leftrightarrow	180°
6^h	\leftrightarrow	90°
1^h	\leftrightarrow	15°
4^m	\leftrightarrow	1°
1^m	\leftrightarrow	$15'$
4^s	\leftrightarrow	$1'$
1^s	\leftrightarrow	$15''$

tük el a táblázatot.

A táblázat segítségével a szögértékeket órákra és az órákat szögekre tudjuk átszámítani, hogy $34^\circ 16' 44''$ mennyi órának felel meg?

$$34^\circ = 30^\circ + 4^\circ = 2^\text{h} + 4^\circ$$

$$4^\circ = 4 \cdot 4^\text{m} = 16^\text{m}$$

$$16^\text{m} = 16 \cdot 4^\text{s} = 64^\text{s}$$

$$44'' \approx 3 \cdot 15'' = 3^\text{s}$$

Így:

$$34^\circ 16' 44'' = 2^\text{h} 17^\text{m} 07^\text{s}$$



Cím: 1045 Budapest IV. Virág u. 11.
Tel/fax: 169-2380, 189-6142

Kft.

AT 286/386/486 számítógépek

Canon nyomtatók

teljes választéka.

Codo tonerek:

lézernyomtatókhoz

a legolcsóbb

megoldás!

Kereskedelmi

pénztárgépes

rendszerek.

Társaságoknak

ajánljuk:

számítógéprendszerek

részletre vagy bérletbe is.

Szoftverek reklámáron:

pénzügyi,

raktárkezelő,

zöldkártya nyilvántartó,

számlázó és árkalkulátor program.

Számítógépes hálózatépítés 250 Ft/m-től!

Számítógépeinkre 2 év garanciát adunk!



„TEKINTSÉTEK A CSILLAGOS EGET A LEGSZEBB DOLOGNAK A VILÁGON”

Kulin György emlékverseny Székesfehérváron

1993. július 2–4. között nemes vetélkedő színhelye volt Székesfehérvár. A Kulin György országos csillagászati feladványmegoldó versenyt a Magyar Természettudományi Társulat, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, a TIT Fejér megyei Egyesülete, a Szabadművelődés Háza, a Fejér Megyei Művelődési Központ és Székesfehérvár önkormányzata rendezte, elsősorban szakkörök számára.

A Szabadművelődés Háza 1979 és 1980 után immár harmadszor adott otthont országos csillagászati vetélkedőnek. A szervezés oroszlánrészét a székesfehérvári Terkán Lajos bemutató Csillagvizsgáló szakkörvezetői végezték: *Hudoba György, Torma Judit és Nagy Rezső*.

Célunk elsősorban az volt, hogy a hazánk különböző részein működő szakkörök tagjai és vezetőik találkozzanak egymással, tapasztalatot cserélhessenek, új ismeretekkel, élményekkel, barátokkal legyenek gazdagabbak. Nagy szükség lenne összefogásukra, hiszen a jövőben ezek a fiatalok vezetik majd a szakköröket, előadásokat tartanak, cikkeket, könyveket írnak. Nagyon fontos, hogy fel legyenek vértelve a tudással, amivel úrrá lehetnek a napjainkban uralkodó szel-

lemi káoszon, tudományos igénnyel tudják népszerűsíteni az asztronómiát. Nem titkoltuk azt sem, hogy szeretnénk feléleszteni a régi hagyományt és a következő években rendszeresen találkozni hasonló rendezvényeken.

A vetélkedő programjában néhány érdekes előadás is szerepelt.

Dr. Horváth András, a Planetárium igazgatója Úrkutatás '93 címmel tartott beszámolót, *dr. Lukács Béla* fizikus egy magyar kozmológiai elméletet ismertetett. *Apai Pál* pedig lézeres bemutatót tartott. A tihanyi kirándulás alkalmával megnéztük a Geodéziai Observatóriumot.

Kulin György munkásságának szellemében és korunk követelményeinek megfelelően igyekeztünk lebonyolítani a versenyt.

A vetélkedőt *Ponori Thewrewk Aurél*, a Magyar Csillagászati Egyesület elnöke nyitotta meg. Kedves vendégeket köszönthettünk özvegy *Kulin Györgyné* és leánya személyében. Rövid hozzászólásukban meghatottan köszönték meg a szervezőknek, hogy a négy évvel ezelőtt elhunyt Gyurka bácsinak ily módon állítanak emléket. Útravalóul sok sikert kívántak a versenyzőknek azzal a megszívlelendő tanáccsal, hogy te-

kintsék a csillagos eget a legszebb dolognak a világon.

A résztvevők kiselőadásokat tartottak, észlelési feladatokat végeztek, kódolt üzeneteket fejtettek meg, számítástechnikai kérdésekre válaszoltak.

A színvonalas verseny első két napján fej fej mellett haladt a mezőny, mindenki igyekezett tudása legjavát nyújtani. A kapuvári *Varga Balázs* egyedül indult kezdő szinten, de haladóként is megállta a helyét. A három egyéni versenyző külön csapatot alkotva szintén jól szerepelt, csak hajszalon múltott, hogy nem jutottak a legjobbak közé. A szoros küzdelemre jellemző, hogy (a zsüri elnöke, *dr. Almár Iván* szavaival élve) „tizenegyesrúgásokkal”, azaz villámkérdésekkel lehetett csak eldönteni, kik jutnak a döntőbe.

A támogatóknak köszönhetően több különdíjat is kioszthattunk. Könyveket, lemezeket, előfizetéseket vehetett át a legjobb észlelő, előadó, „számítógépész”. Egyénileg a debreceni *Magnitúdó AmatőrCsillagász Kör* tagja, *Jurek Zoltán* lett a legjobb, csapatban a budapesti *Szíriusz (Bíró Tamás, Csaba György, Magyar Gábor és Waldmann Tamás)* ragyogott a legfényesebben.

Trupka Zoltán

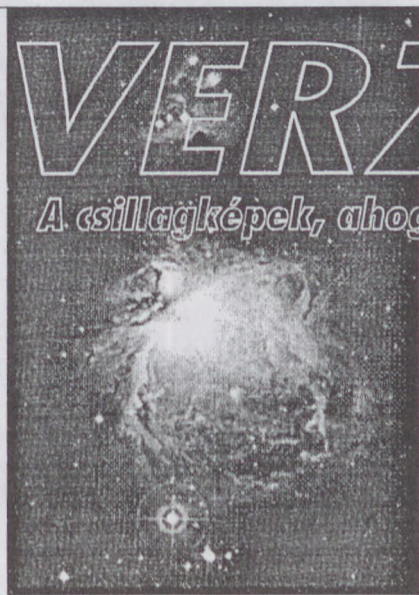
AZ UNIVERZUM

A csillagképek, ahogyan a Földről látjuk

David J. Eicher égi túrára hívja az olvasót.

Könyve segítségével 46 csillagkép 690 látványos objektumát ismerhetjük meg, köztük a Nagy Medve galaxisait, a Sagittarius csillagokkal zsúfolt Tejút-felhőit, a Hattyú legszebb világító gázfelhőit, a Bikában sziporkázó Pleiádok és Hyádok csillaghalmazait.

A bemutatott halmazok, ködök, galaxisok megtalálását színes térképek és távcsöves észlelések során készített rajzok segítik.



A könyv ára 1950 Ft.

E lapszám bemutatásával kedvezményes áron, 1450 Ft-ért, megvásárolható a Talantum könyvesboltokban:

– Bp. XIII. Váci út 39.

– Bp. XI. Bartók Béla út 106–110.

Utánvétellel megrendelhető a kiadótól:

(1450 Ft + 200 Ft postaköltség)

GABO Kft.

1054 Budapest

Kálmán Imre u. 26.

Kedves Olvasóink, Előfizetőink!

Nehéz szívvel írjuk le a hírt: az idei év utolsó lapszámát tartják a kezükben. Az Andromeda kiadását átmenetileg szüneteltetnünk kell!

A bemutatkozás óta eltelt csaknem egy év távlatából bátran állíthatjuk, hogy vállalkozásunk nem volt hiábavaló. Az Andromedát örömmel fogadta az égi jelenségek tudományos magyarázatára is kíváncsi olvasóközönség. Sokan igénylik, hogy egy csillagászzal-űrkuatással foglalkozó folyóirat is színesítse a tudományos és ismeretterjesztő lapok választékát. Meggyőződésünk, hogy aki ismeri helyét az őt körülvevő világban, és igyekszik egyre többet megtudni arról, az sokkal jobban tud vigyázni szűkebb és tágabb környezetére. Továbbra is szeretnénk friss, érdekes és hasznos információkkal szolgálni olvasóinknak, tájékoztatni a csillagászat és űrkuatás új eredményeiről, aktuális eseményeiről, a hazai és külföldi szakmai rendezvényekről. Ehhez viszont hosszú távra tervezve meg kell teremtenünk a feltételeket.

Az Andromeda megjelenését eddig voltaképpen egy állandó szponzor biztosította. A költségek azonban ez év őszére elérték anyagi lehetőségeink határait, és a lap fenntartását egyedül nem képes tovább vállalni. Az is nyilvánvaló számunkra, hogy a teljes költséget nem építhetjük be az árba, hiszen ekkor az Andromeda csak kevesek számára lenne megfizethető. A lap küldetésébe vetett hit és olvasóink eddig megnyilvánuló bizalma a nehézségek ellenére is arra ösztönöz bennünket, hogy ne adjuk fel a küzdelmet! A folytatáshoz igyekszünk további biztos szponzorokat találni. Az újraindított Andromedában szeretnénk növelni a hirdetések, reklámok mennyiségét is természetesen nem a cikkek rovására, és nem a lap jellegétől idegen témákról. Nem utolsósorban nagyobb erkölcsi támogatást remélünk mindazoktól, akik fontosnak tartják, hogy Magyarországon is legyen legalább egy csillagászati szaklap.

Intézmények és magánszemélyek az Andromeda fenntartására szánt adományait a Kopernikusz Csillagászati Alapítvány számlájára fizethetik be, „Andromeda” megjelöléssel:

IBUSZ Bank Rt. 218-93098/716-00820 (1114 Budapest, Bartók Béla út 9.)

Az Alapítvány ezeket az összegeket havonta a lap kiadásának támogatására fordítja. Természetesen köszönettel fogadunk minden egyéb segítséget, ötletet, felajánlást, ami érdemben segítheti gondjaink megoldását.

Előfizetőinket arra kérjük, jelezzék levélben vagy telefonon, ha az előfizetési díj fel nem használt részét vissza kívánják kapni. Számukra a pénzt postán elküldjük. Aki velünk együtt hisz a lap újraindításában, és nem él ezzel a lehetőséggel, annak köszönjük a bizalmát, és a megmaradt összeget az 1994-es előfizetésnél figyelembe vesszük. Azok a sikeres rejtvényfejtők, akik az év folyamán Andromeda előfizetést nyertek, levélben kapnak részletes tájékoztatást arról, hogy nyereségüket milyen tárgyjutalmakra válthatják át.

Míthogy a hírlapárusi terjesztés sokba kerül, hatékonysága pedig gyenge, a kiadónak nagyon fontos volna, hogy minél többen előfizetés útján jussanak hozzá a laphoz. Ezért arra kérünk minden jelenlegi előfizetőt, de még inkább azokat az olvasókat, akik eddig számonként vásárolták az Andromedát, a mellékelt megrendelő levelezőlap visszaküldésével jelezzék, ha tavasztól vállalnák az előfizetést. Számukra az újraindítás előtt néhány héttel befizetési utalványt küldünk. A leendő előfizetők számának ismerete nagy segítséget jelentene számunkra a szervezőmunka és a költségek tervezése terén is.

Olvasóink továbbra is az ismert címen és telefonszámon kereshetnek bennünket kérdéseikkel, javaslataikkal. Az eddig megjelent lapszámokból és az azokban ismertetett szoftverekből is folyamatosan teljesítjük megrendeléseiket.

Végezetül minden olvasót szeretettel meghívunk az Andromeda évfolyamzáró estjére,

1993. december 4-én, szombaton 18 órára, a Kossuth Klub földszinti klubtermébe

(Budapest VIII., Múzeum u. 7.)

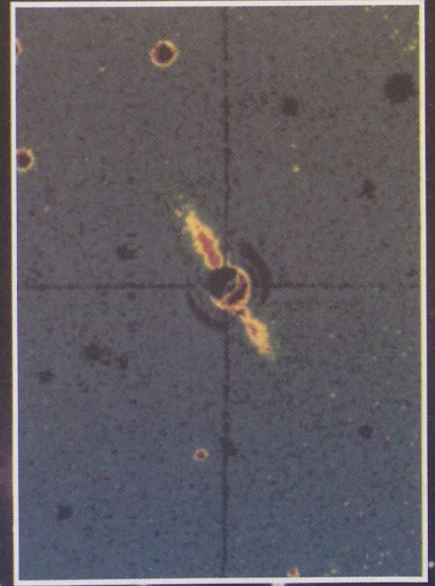
A programban röviden ismertetjük a lap helyzetét, válaszolunk a hallgatóság ezzel kapcsolatos kérdéseire. Ünnepelesen kisorsoljuk az Asztro-toló pályázat fődíját. Ezt követően

Ponori Thewrewk Aurél: Ég és Föld a Bibliában

című előadását hallgathatjuk meg.

Minden kedves Olvasóinknak békés, meghitt karácsonyt és eredményekben gazdag új évet kívánunk! Találkozunk 1994 tavaszán, az újjászülető Andromeda hasábjain!

Sándor Csörgő
 Albert Kézdi
 Tóth Zoltán
 Károlyi Péter
 Tóth Zoltán
 Bólyi Zoltán



The Search for Extraterrestrial Intelligence...



Fent: John Lomberg *Földhul* című emblémája,
a kaliforniai „Bioasztronómia” szimpózium jelvénye.

Mellette a β Pictoris körüli porkorong
számítógéppel feldolgozott képe látható (JPL felvétel).

Lent: a NASA 1992-ben indult
SETI programja alkalmából kibocsátott képeslap.

KETTŐSCSILLAGOK

A CEFEIDA VÁLTOZÓCSILLAGOK KÖZÖTT

SZABADOS LÁSZLÓ

BINARY STARS AMONG CEPHEID VARIABLES

The role of binaries among the Cepheids is discussed. A brief review of various methods for pointing out the companion is given including both spectroscopic and photometric methods and combinations thereof. The available data indicate that duplicity is a common phenomenon among Cepheids, occurrence of binaries for these pulsating stars is roughly the same as for stars in solar vicinity.

A cefeidák jelentősége

A cefeida típusú változócsillagok (röviden cefeidák) szuperóriás csillagok, melyek fényváltozását a csillag pulzációja, azaz sugárirányú tágulása és összehúzódása idézi elő. A cefeidák pulzációja periódikus: a legrövidebb ismétlődési időköz másfél nap körüli, a felső határ pedig ennek körülbelül százszorosa. E változócsillagok elnevezésüket a szabad szemmel is megfigyelhető (delta) Cephei nevű csillagról kapták, amely nemcsak az egyik legkorábban (több mint két évszázada) felfedezett képviselője e csillagtípusnak, hanem az egyik legfényesebb és minden szempontból tipikus cefeida is.

A cefeidák szabályos pulzációjának megfigyelésével sok értékes információt kaphatunk e csillagokról. A csillag pulzációs periódusát a csillag egyes jellemzői (pl. tömege, átmérője) határozza meg. A csillagászatban azonban leginkább a cefeidák periódusa és luminozitása közötti kapcsolat vált fontossá. Ez az összefüggés ugyanis kiterjedten alkalmazható a cefeidák (valamint az ilyen csillagokat tartalmazó extragalaxisok) távolságának meghatározására. A cefeidák pulzációja nem más, mint a csillag sajátrezgése. A kisebb, kevésbé fényes cefeidák szaporábban rezegnek, mint a nagyobb méretűek. A Hertzsprung–Russell – diagramon (HRD) ábrázolva a cefeidák egy keskeny sáv mentén helyezkednek el. Ez a fősorozatra közel mérőlegesen tartomány az ún. instabilitási sáv. A cefeidákon kívül számos egyéb pulzáló változócsillag is található itt, az áttekinthetőség kedvéért azonban az 1. ábrán csak a cefeidák helyét tüntettük fel. A sáv határvonalaira mérőlegesen futnak az állandó periódus vonalai, lejjebb, vagyis kisebb abszolút fényességénél vannak a rövidebb periódusúak, és a növekvő luminozításhoz egyre hosszabb pulzációs periódus tartozik.

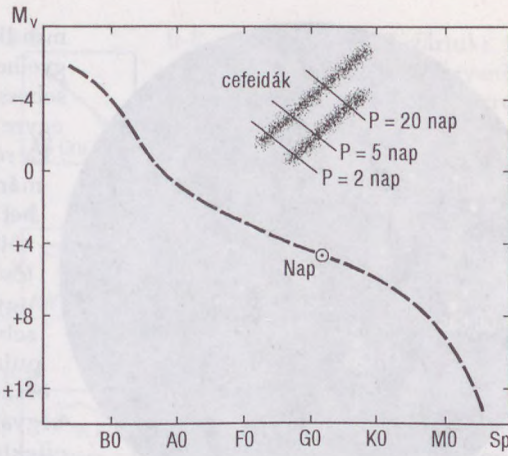
1. ábra

Az instabilitási sáv és az állandó periódusok vonalai a HRD-n. A diagramon ezen kívül csak a fősorozatot és a Nap helyét tüntettük fel

Ha tehát ismerjük egy cefeida periódusát — ami viszonylag egyszerűen meghatározható rendszeres fényességmérésekből — meg tudjuk állapítani, hogy mekkora a változócsillagunk abszolút fényessége. A látszó és az abszolút fényesség különbségéből pedig következtetni lehet a csillag távolságára. Természetesen a csillagközi fényelnyelő anyag hatásának figyelembevétele is fontos, ennek részletezésére azonban itt nem térünk ki. A cefeidák periódusa és abszolút fényessége közötti összefüggés fundamentális jelentőségének érzékeltetésére elég megemlíteni, hogy az extragalaxisok távolságát elsőként a cefeidák segítségével határozták meg. Az extragalaxisokat ugyanis a XX. század elejéig „spirálköd” néven tejúttrendszerbeli égitesteknek vélték.

A cefeidák pulzációs periódusa és abszolút fényessége közötti összefüggés jó közelítéssel lineáris (ld. a 2. ábrát). Az egyenes meredekségét általában a Magellán-felhőkben (a hozzánk legközelebbi két extragalaxisban) található cefeidák segítségével állapítják meg. A Magellán-felhők mérete ugyanis elhanyagolható a tőlünk való távolságukhoz képest, ezért e változócsillagok látszó fényessége és periódusa közötti összefüggést adó egyenes iránytényezője azonos azzal, amit az abszolút fényesség alkalmazásakor kapnánk. Az összefüggés nullpontját pedig „ismert” távolságú cefeidákkal kalibrálják. Ez a nullpont évtizedek óta heves szakmai viták tárgya, mert egyéb módszerekkel a cefeidák távolságát eddig csak elég pontatlanul lehetett meghatározni.

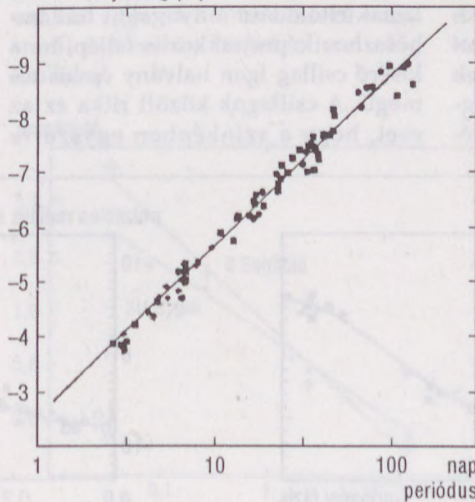
Itt máris fontos szerephez jutnak azok a kettőscsillagok, amelyek egyik komponense cefeida. Egyrészt azért, mert a kettőscsillagok távolságának meghatározása sokkal biztosabban hajtható végre, mint a kísérő nélküli csillagoké, másrészt az is lényeges, hogy a cefeidák fényességének megál-



apításánál tekintetbe kell venni a kísérő csillag hozzájárulását a rendszer összfényességéhez. Ez a korrekció nem nagy és végrehajtása után a periódus és az abszolút fényesség közötti összefüggés pontjai továbbra sem lesznek pontosan egy egyenesen, mert a szórásnak más fizikai okai is vannak.

A kozmikus távolságskála meghatározásában játszott szerep a cefeida változó kozmológiai jelentőségére utal. Az asztrofizika számára a cefeidák ugyancsak alapvető fontosságúak, mert segítségükkel ellenőrizni lehet a csillagok belső szerkezetére és fejlődésére vonatkozó modelleket. A cefeida jellegű pulzáció ugyanis a csillagok élettartamához képest csupán rövid epizód, amely csak bizonyos korú és kémiai összetételű csillagoknál léphet fel. A cefeidák periódus szerinti gyakorisági eloszlása, valamint a pulzáció ütemének évtizedek alatt bekövetkező rendkívül csekély, de mégis kimutatható megváltozása egyaránt módot ad

abszolút fényesség (M)



a csillagmodellekből kapott elméleti értékek tesztelésére. A kettősség szerepét itt sem lehet elhanyagolni. Másképp alakul egy kettőscsillag életútja, mint egy magányos csillagé. Hogy a kísérő milyen mértékben befolyásolja a társcsillag fejlődését, az elsősorban a két csillag kezdeti tömegétől és egymástól való távolságuktól függ. A szoros kettőscsillagok bármely komponensének fejlődése a legteljesebb mértékben eltér a csillag-egyiké fejlődésétől, aminek elsődleges oka a komponensek közötti tömegátadás. A nóva-kitörés például kettőscsillagokban fellépő jelenség, magányos csillag ilyen nem produkál (bár egyetlen kivételt — a Hattyú csillagképben 1975-ben fel-fénylött nóvát — mégis ismerünk).

A cefeidák közötti kettősök felismerése

Mivel a cefeidák szuperóriás csillagok, a velük kettős vagy többszörös rendszert képező társcsillagok fényessége szinte kivétel nélkül jóval kisebb, mint a cefeida komponensé, ami mindenképpen megnehezíti a kísérő csillagok kimutatását. Szerencsére a kettősség megállapítására számos módszer ismeretes, és a hagyományos kettősségi indikátorok mellett vannak speciálisan a cefeidákra alkalmazható módszerek is. Most ezeket az eljárásokat tekintjük át vázlatos formában.

A legegyszerűbb eset az, amikor a távcsőben a két csillag szorosban egymás mellett látszik. Ezek az ún. vizuális kettősök. Előfordul, hogy az ilyen párt alkotó két csillag fizikailag nem tartozik össze, mert a kis szögtávolság ellenére a két csillag a térben a megfigyelőtől nagyon eltérő távolságra van (optikai kettősök), de ennek valószínűsége elég csekély. A cefeidák között számos vizuális ket-

2. ábra

A cefeidák periódusa és abszolút fényessége közötti összefüggés. Az abszolút fényesség itt az infravörös H sávra vonatkozik, ahol a kék kísérő csillagok hatása a legkevésbé érvényesül (Welch és munkatársai nyomán)

tőst ismerünk, amelyek közül a CE Cassiopeiae a legizgalmasabb. Ez a csillagpár azért különleges, mert mindkét komponense cefeida típusú változócsillag (3. ábra). A CEa Cas pulzációs periódusa 5,14 nap, míg a CEB Cas 4,48 napos periódussal pulzál. Mivel a két csillag azonos korú, a periódusbeli különbség a komponensek eltérő tömegének (és abszolút fényességének) tudható be. E kettős cefeida további érdekessége, hogy egy nyílthalmaz, az NGC 7790 kötelékébe tartozik. A nyílthalmazok távolságának meghatározására viszonylag pontos módszereket dolgoztak ki. Ezért a halmaztag cefeidákat előszeretettel alkalmazzák a periódus-abszolút fényesség összefüggés nullpontjának megállapításánál.

Ha az összetartozó két csillag szeparációja egy kritikus értéknél kisebb, a két komponens földi műszerekkel már nem választható szét. A kettősség kimutatására azonban ilyenkor is van remény. Előfordul, hogy a kettőscsillag pályasíkja a látóvonalba esik, ezért a közös tömegközéppont körüli keringés során a két komponens kölcsönösen elfedi egymást. Ez a jelenség periodikus, mert egy keringés alatt kétszer következik be olyan helyzet, hogy valamelyik csillag eltakarja a másikat. Bár több ezer ilyen fedési változót ismerünk, a cefeidák között sajnos eddig egyetlenegy sem találtak, pedig az egy csapásra megoldaná a periódus-abszolút fényesség összefüggés kalibrálásának gondját.

A fedési változás eléggé rendkívüli eset, mert a kettőscsillag pályasíkjának párhuzamosnak kell lennie a látóiránnyal. Ha ez a feltétel nem teljesül, nem következik be a fedés és az azzal együtt járó fényességcsökkenés. A keringés során azonban a komponensek hol közelednek, hol távolodnak a megfigyelőhöz viszonyítva, s ez színké-



3. ábra

Az NGC 7790 nyílthalmaz három cefeidát tartalmaz. A CE Cas vizuális kettőscsillag mindkét komponense cefeida változó, a harmadik pedig a CF Cas. Ezen a felvételen a CE Cas tagjai nem láthatók külön, viszont a pontszerű kép helyett elnyúlt alakzat jelzi, hogy két csillagról van szó. Az is jól látszik, hogy a cefeidák a halmaz legfényesebb tagjai, ez szuperóriás voltukból következik

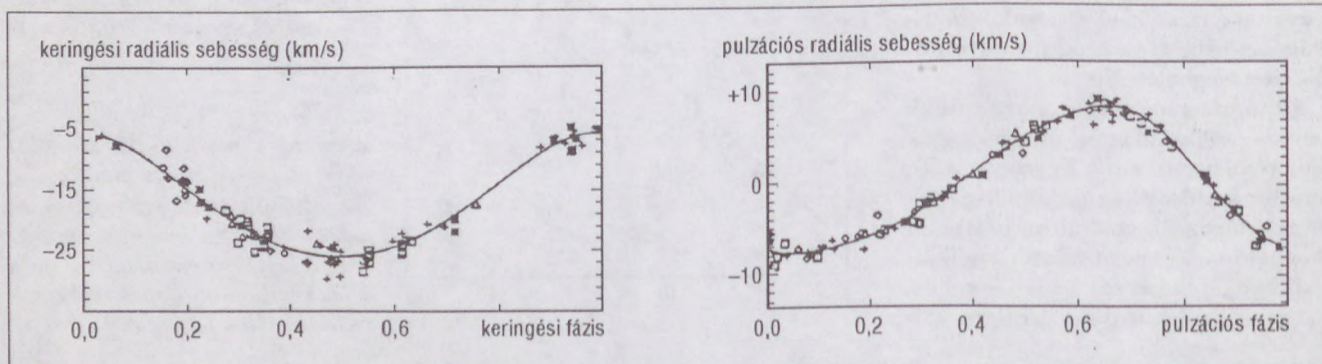
pükben a vonalak periodikus elmozdulásával jár együtt (Doppler-effektus). Az ennek alapján felismerhető kettősök a spektroszkópiai kettőscsillagok. A jelenségre csak akkor nem számíthatunk, ha a pályasík az éggömb érintősíkjára, vagyis a pálya inklinációja nulla. A pályahajlás növekvő értékeire az effektus egyre nagyobb, egészen az $i = 90$ fokig, ahol a fedési változás is bekövetkezik. Fontos még, hogy a főkomponens színképvonalainak eltolódása a nyugalmi hullámhosszhoz képest akkor is fellép, ha a kísérő csillag igen halvány és kis tömegű. A csillagok között ritka az az eset, hogy a színképben egyszerre

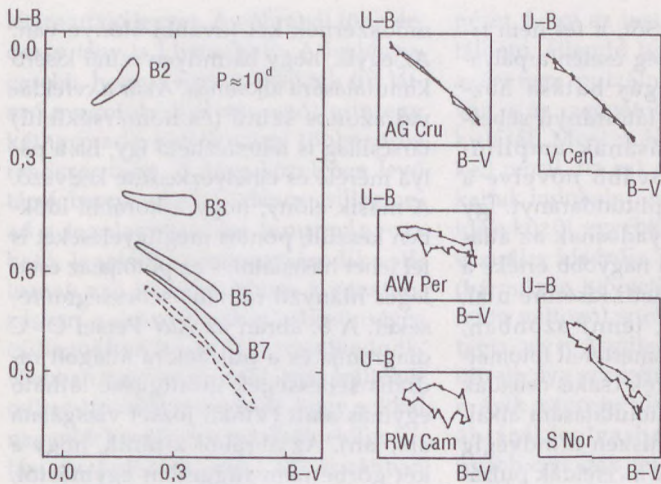
mindkét komponens vonalai megfigyelhetők. A látóvonalmenti (radiális) sebesség meghatározása napjainkban egyre pontosabbá válik (egy új technika révén a legfényesebb csillagokra már 40-50 m/s pontosságot is elérhet érn), s ez kedvez a cefeidák között található spektroszkópiai kettősök felfedezésének. A cefeidáknál ugyanis a keringés miatti radiális sebesség-változást elnyomhatja a pulzációs eredetű (a tágulásból és összehúzódásból származó) sebességváltozás. A pulzáció által okozott effektus amplitúdója általában 30-50 km/s közé esik, míg a keringésből származó effektus amplitúdója ritkán haladja meg a 10 km/s értéket. Míg a nyolcvanas évek előtt mindössze három cefeidáról derült ki, hogy spektroszkópiai kettőshöz tartozik, az azóta eltelt időszakban átlagosan évente sikerült egy-egy újabb kettős cefeida keringési periódusának meghatározása. Ehhez jön még az a több tucatnyi cefeida, amelyeknél már biztos a spektroszkópiai kísérő jelenléte, mert ezeknél a csillagoknál a pulzációs eredetű változásra kiáltgolt radiális sebesség időben változik. A rendelkezésre álló adatok azonban még nem elegendők a pálya meghatározásához. A 4. ábrán a spektroszkópiai kettős rendszerbe tartozó FF Aquilae pulzációs eredetű és keringéstől származó radiális sebességgörbéje látható. A megfigyelési technika fejlődésével várhatóan egyre több halvány cefeidáról

4. ábra

Az FF Aquilae radiális sebességének változása két komponensre bontható: a pulzációból származó hatásra (periódusa 4,47 nap) és a kettős rendszer tömegközéppontja körüli keringésből származóra (periódus: 1429,7 nap).

(N. R. Evans nyomán)





5. ábra: A kétszíndiagramon a pulzációs ciklus alatt leírt hurok alakja jelzi a kék kísérő jelenlétét. Balra a Madore által számított hurkok, jobbra néhány kettős cefeida kétszíndiagramja látható. Az AG Cru és a V Cen kísérő csillaga vörös, az AW Per, RW Cam és S Nor esetében a társ korai színképtípusú

is ki fog derülni, hogy spektroszkópiai úton kimutatható társa van.

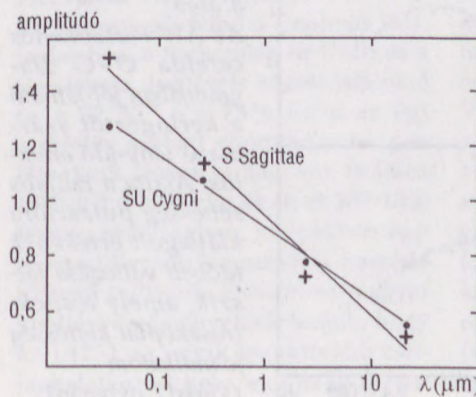
Kicsit zavarbaejtő az a megkülönböztetés, hogy ha a kísérő jelenlétére nem a színképvonalak Doppler-eltolódásából lehet következtetni, hanem tetszőlegesen egyéb spektrális jellemző alapján, akkor spektrum-kettősről beszélünk. A cefeidáknál ilyenekre is bőven van példa, az 1978 óta üzemelő IUE mesterséges holdon keringő ultraibolya obszervatórium tevékenységének köszönhetően. A cefeidák kísérő csillaga kisebb tömegű lévén, lassabban fejlődik, ezért többségük még a fősorozati B-csillag állapotban van. Mivel maga a cefeida a kísérőnél hidegebb, az ultraibolya tartományban vizsgálva a színkép energiaeloszlásában már a kék kísérő dominál. Tíz felett van azon cefeidák száma, amelyek forró kísérőjét az ibolyántúli színkép alapján találták meg, s olyan is akad közöttük, amelyről részletesebb színképi vizsgálat után kiderült, hogy egyúttal spektroszkópiai kettős is.

A spektroszkópiai vizsgálatokkal szemben a fotometriai megfigyelések „igénytelenebbek”, legalábbis a szükséges műszerek (távcső + segédberendezések) értékét tekintve. Következésképpen a cefeidákról is sokkal több fotometriai megfigyelés született, mint spektroszkópiai. Vajon a fényességmérésekből lehet-e következtetni a kísérő csillag jelenlétére (a fedési változást

már kizártuk), s ha igen, hogyan?

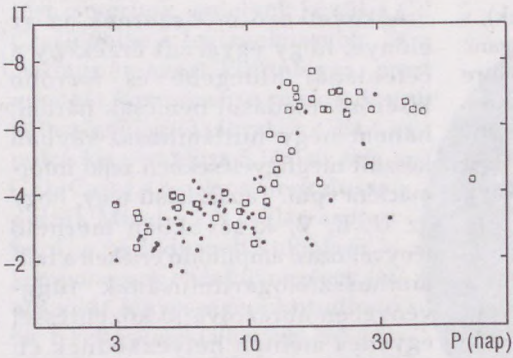
Mindenesetre többszínfotometriai megfigyelésekből kell kiindulni, akár a Johnson-féle UBVR rendszerben, akár a Walraven-féle VBLUW rendszerben, akár a Strömrgren-féle uvby rendszerben mért adatokból. A módszerek megbízható alkalmazásához legalább három fotometriai sávban végzett megfigyelésekre van szük-

ség. A kísérő fotometriai hatása abban nyilvánul meg, hogy lecsökkenti az egyes sávokban mérhető amplitúdót, mégpedig attól függően, hogy mennyire tér el a kísérő csillag fényessége a cefeidáétól az adott színben. Barry Madore az UBV rendszer B-V és U-B színindexét vizsgálta. Megállapította, hogy a két színindexet egymás függvényében ábrázolva (az ún. kétszíndiagramon) a cefeida egy pulzációs ciklusa alatt leírt hurok alakja és hossz tengelyének iránya módosul, ha a cefeidához kék kísérő társul (5. ábra). A korábban készült UBV-fotometriai megfigyeléseket a kétszíndiagramon ábrázolva meg lehetett állapítani, hogy mely cefeidáknak van kék kísérője. Ez a módszer viszont a hideg (a cefeidával kb. egyező hőmérsékletű vagy annál vörösebb) kísérőre nem elég érzékeny.



A következő módszernek az az előnye, hogy egyaránt érzékeny a cefeidánál hidegebb és forróbb kísérőre, ráadásul nemcsak három, hanem négy hullámhossz-sávban készült megfigyelésekben rejlő információra épül. Tapasztalati tény, hogy az U, B, V, R sávokban mérhető fényváltozási amplitúdó értékek a hullámhossz logaritmusának függvényében ábrázolva jó közelítéssel egyenes mentén helyezkednek el. Ennek az egyenesnek a meredeksége (IT = iránytényező) attól függ, hogy az esetleges kísérő milyen színű. A forró, kék kísérő főleg a rövidebb hullámhosszakon (U, B) mérhető amplitúdót csökkenti, és nincs befolyással a V és R sávban megfigyelhető fényváltozási amplitúdóra. Vörös kísérő esetén éppen fordított a helyzet (lásd a 6. ábrát). A szakirodalomból összegyűjtött UBVR megfigyelések elemzéséből a 7. ábrán látható kép tárul elénk. Ezen az ábrán a pulzációs periódus logaritmusának függvényében ezt a bizonyos IT meredekséget ábrázoltuk, csillagokkal jelölve a már ismert kettős cefeidákat, négyzetekkel pedig a többi cefeidát. Látható, hogy kb. 10 napos pulzációs periódusnál a meredekség értéke hirtelen megváltozik, de ez a periódusérték a cefeidák más tulajdonságainál is választóvonal. Az is szembevetendő, hogy a hosszabb periódusú cefeidák között lényegesen kevesebb az ismert kettősök száma. Ez azzal magyarázható, hogy a hosszú periódusú cefeidák nagyobb luminositásúak, s az esetleges halvány kísérő kimutatása még nagyobb nehézségbe ütközik, mint a kisebb abszolút fényességű, rövidebb periódusú cefeidáknál. Az ábráról az is jól látszik, hogy a rövidebb periódusú csoport esetében az iránytényező átlagos értéke -3,5 körüli, s ennek környezetében található a legtöbb olyan cefeida, amelynek kettősségére a szakirodalomban eddig nem történt utalás. A kirívóan kicsi és

6. ábra
A fotometriai amplitúdó hullámhosszfüggése. A + jelek az S Sagittae-ra vonatkoznak (vörös kísérője van), a pontok az SU Cygni adatait jelzik (társa kék színű, mely maga is kettős-csillag)



7. ábra
Az amplitúdó hullámhosszfűggésénél kapott IT irányítványozók periódustól való függése. Csillagok jelzik a már ismert kettősöket, négyzetek a többi cefeidát. Az ún. szinusoidális cefeidákat itt nem tüntettük fel. (A diagram értelmezése a szövegben található)

nagy iránytangensek pedig majdnem kettős cefeidáknak felelnek meg. S ha mégsem, akkor az adott cefeidát feltétlenül érdemes alaposabban megvizsgálni, mert gyaníthatóan ott lapul mellette egy kék vagy vörös kísérő. Ilyen lehet az SY Aurigae, az YZ Aurigae, az SS Scüti és az RY Velorum.

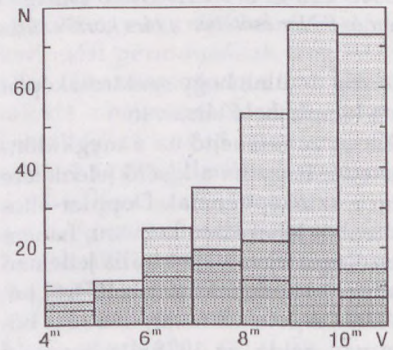
A következő módszer szintén a fotometriai amplitúdón alapul, de spektroszkópiai adatokat is felhasznál. Ennél az eljárásnál a radiális-sebesség-változás amplitúdóját hasonlítjuk össze az egyik (mondjuk a B) sávban mért fényességváltozás mértékével. Ez azért lehet a kettősség indikátora, mert a kísérő csillag a színétől függően különböző mértékben, de mindenképpen lecsökkenti a fotometriai amplitúdót, de nincs hatással a pulzációs eredetű radiális-sebesség-változás

mértékére. Sőt, a fel nem ismert kettősség esetén a pályamenti mozgás hatása hozzáadódik a látóirányú sebesség változásának amplitúdójához, tovább növelve a V_{rad}/B amplitúdóarányt. Így tehát e hányadosnak az átlagosnál jóval nagyobb értéke a cefeida melletti kísérőre utal. Hozzá kell tenni azonban, hogy az itt ismertetett fotometriai módszerek csakis cefeidák kísérőinek kimutatására alkalmazhatók, hiszen mindvégig kihasználtuk a cefeidák pulzációjának szabályosságát, vagyis azt a tény, hogy létezik egy „átlagos” cefeidát jellemző érték minden fizikai paraméterre, bár a periódustól való

függés néha megengedett.

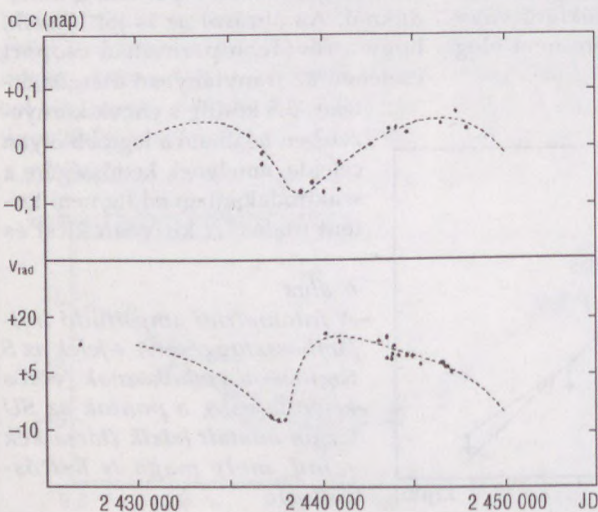
Az általánosabb módszerekhez visszatérve meg kell még említeni, hogy a kettőscsillagok közös tömegközéppontja körüli keringése során a pulzáló komponensre vonatkozó O-C diagramban a fényidő effektus is felléphet. Ez a fény véges terjedési sebessége miatt bekövetkező hatás a pályaperiódus értékével modulálja a pulzációtól származó ritmikus változást. A fényidő effektus csak akkor figyelhető meg, ha a pályasík a látóirányhoz közel fekszik, vagyis főleg a spektroszkópiai kettősöknél. A jelenség kimutatására csak viszonylag hosszú keringési periódusok esetében van remény, mert az O-C diagram pontossága a cefeidáknál néhány ezred nap alá nem szorítható le. Azon kívül, hogy más típusú csillagokra is alkalmazható az O-C

módszernek két további előnye van. Az egyik, hogy bármilyen színű kísérő kimutatására alkalmas. Akár a cefeidával azonos színű (és hőmérsékletű) társcsillag is felfedezhető így, ha a pálya mérete és elhelyezkedése kedvező. A másik előny, hogy a korábbi időkben készült, pontos megfigyeléseket is fel lehet használni, s ez pótolja az esetleges hiányzó radiális-sebességméréseket. A 8. ábrán az AW Persei O-C diagramja és a pulzációra átlagolt radiális sebességek időfüggése látható egymás alatt (Vinkó József vizsgálata alapján). Az ábrából kitűnik, hogy a két görbe nem független egymástól, tehát a O-C diagram fényidő effektussal való értelmezésének jogosságát a megfelelő fázisban vizsgált radiális-sebesség-mérésekkel lehet igazolni.



9. ábra
A cefeidák közti kettőscsillagok gyakorisági eloszlása. Bővebb magyarázat a cikkben található

A kettősség kimutatására szolgáló módszerek ismertetése után most nézzük meg, hogy mit sikerült megtudni a kettőscsillagok cefeidák közötti előfordulási gyakoriságáról az említett eljárások eddigi alkalmazása révén. A 9. ábrán látható hisztogramon ennek összegezése található. Az ábrán a látzó fényesség függvényében ábrázoltuk az adott fényességű cefeidák számát (egy magnitúdós intervallumokba csoportosítva). A vonalkázott téglalapok a spektroszkópiai kísérővel, a pontozott területek a fotometriai kísérővel rendelkező cefeidáknak felelnek meg. Az üresen hagyott területek azokat a cefeidákat jelzik, amelyeket vagy nem vizsgáltak eddig kellő alaposással, vagy a részletes megfigyelések ellenére sem találtak kísérő csillag jelen-



8. ábra
Az AW Persei kettős cefeida O-C diagramjában jól látható a keringéstől származó fény-idő effektus. Alatta a radiális sebesség pulzációra kiátlagolt értékének időbeli változása látszik, amely a spektroszkópiai kettősség jó indikátora (Vinkó J. nyomán)



létre utaló jegyet. Az ábrából több érdekes tény is kiolvasható. A leglényesebb, hogy a fényes cefeidák (itt lát-szó magnitúdóról van szó) mintegy kétharmada kettős vagy többszörös rendszer tagja. A Nap közelében levő térségben, ahol az általános csillagmező a legalaposabban tanulmányozható, legalább minden második csillagnak van kísérője. Ebben a vonatkozásban a cefeidák tehát a közönséges csillagokhoz hasonlóan viselkednek. Újabban egyébként több más változócsillag-típusról is kiderült, hogy sokkal nagyobb közöttük a kettősök előfordulási gyakorisága, mint azt korábban vélték (ilyenek például a T Tauri típusú változócsillagok). Két-három évtizeddel ezelőtt még elterjedt volt az a

nézet, hogy az instabilitási sávban található, állandó fényességű csillagok azért nem pulzálnak, mert kísérőjük van, s az meggátolja a pulzáció kialakulását. Most más magyarázat után kell nézni, ha ezt a jelenséget meg akarjuk indokolni. A legfényesebb cefeidák közül egyébként a δ Cepheinek vizuális kísérője van, a Sarkcsillag (bármilyen hihetetlen, a Polaris is cefeida változó) spektroszkópiai kettős tagja, az η Aquilae kísérője pedig az ultraibolya színeképből mutatható ki. A másik szembetűnő tény, ami a 9. ábráról leolvasható, hogy a halványabb cefeidák felé haladva egyaránt csökken az ismert kettősök száma és gyakorisága. Ez a spektroszkópiai kettősöknél élesebben megnyilvánuló

jelenség egyértelműen a megfigyelési szelekció következménye, azt jelzi tehát, hogy a halványabb cefeidákat korántsem vizsgálták még a kellő alapos-sággal. Arra számíthatunk ezért, hogy sok-sok további cefeidáról derül majd ki a kísérő jelenléte.

A már ismert cefeida-kettősök részletes megfigyelése révén pedig remény van arra, hogy a cefeidákon alapuló kozmikus távolságskálát az eddigieknél jóval pontosabban lehet kalibrálni. A legjobb persze az lenne, ha végre sikerülne egy fedési változót találni a cefeidák között. A kettős rendszerekben található cefeidák minden elképzelést felülmúló nagy számát tekintve lehet, hogy ez az óhaj hamarosan való-ra válik?

AZ ELSŐ „MAGYAR” GALAKTIKUS H₂O MÉZER

TÓTH, L. VIKTOR & WALMSLEY, CHARLES M.

Szerkesztőségünk vendége volt Tóth L. Viktor, az első „magyar” mézer felfedezője. Vele beszélgettünk.

Megmagyaráznád mi az a mézer?

A mézer jelenség fizikai leírása analóg a jól ismert lézer jelenséggel, csak atomok helyett molekulák sugároznak, nem látható fényt, hanem rádióhullámokat. Egy emissziós spektrumvonal úgy jön létre, hogy egy atom vagy egy molekula magasabb energiaállapotból alacsonyabba kerül, a két energiaszint közötti különbség pedig kisugárzódik. Mézer vonalnál az adott hőmérsékleti viszonyokhoz képest túl sok molekula kerül egy és ugyanazon magasabb energiájú állapotba, és ebből túlnyomó többségük ugyanazon energiaszintre esik vissza. Az OH, SiO gyökök és a vízmolekula a legismertebb csillagászati „mézerezők”. Nyilvánvaló, hogy a magasabb energiaszint „túlpopulálásához” külső energiaforrás szükséges. Ez a csillagközi térben elsősorban az erős infravörös sugárzás lehet. Mézer emissziót egyfelől galaxisunkban a késői típusú óriás csillagok illetve igen fiatal csillagok közvetlen környeze-

tében figyeltek meg, továbbá ismertek extragalaktikus mézerforrások is.

Ezek szerint rádiócsillagászati mérést kellett végezni. Hogy jutottál rádiótávcsőhöz?

Charles M. Walmsley bonni kollégámmal elfogadott kutatási programunk van a Max Planck Institut für Radioastronomie-nél. Ennek keretében két hetet töltöttem a híres 100 méteres Effelsbergi rádiótávcsőnél, amivel összesen 50 órát észleltem az L1251 jelű csillagközi felhőt.

Hol van az L1251 jelű felhő?

Ez a poros gázfelhő a Cepheus csillagképben, a Sarkcsillag (α UMi) és a Cassiopeia duplavége között található ($\alpha = 22^{\text{h}}30^{\text{m}} \delta = 75^\circ$). Ezen az égi területen szabad szemmel nem igen láthatunk fényes csillagokat. Számos sötét felhő helyezkedik itt el 300–1000 fényév távolságban, melyekben épp most születnek Napunkhoz hasonló tömegű csillagok. Elsősorban magyar kutatási eredményekből tudjuk, hogy az L1251 az egyik legaktívabb csillagkeletkezési hely, egy nagy csapat

távoli infravörös pontforrással és H α emissziós csillaggal (ezek keletkező, illetve fiatal csillagok).

Hogyan történt a felfedezés?

Az időjárás segített hozzá bennünket. Négy napon át a terv szerint mértük az ammónia molekula 1,3 cm hullámhosszú vonalát az L1251 jelű csillagközi felhő irányából. Az ötödik napon zuhogó esőre ébredtem, ami eredeti tervünket elmosta, mert az említett ammónia vonalak nem, vagy csak pontatlanul mérhetőek. Áthangoltuk a vevőt a vízgőz 22,33508GHz-es vonalára, mivel ez rossz időjárási körülmények között is észlelhető. Reméltem, hogy az L1251 felhő sok keletkező csillaga között mézer forrásra lelünk. Végül a legfényesebb (IRAS22343+7501 jelű) objektum irányából detektáltuk a H₂O mézer emissziót. Ez elképzelésünk szerint fizikai kapcsolatban van egy szintén magyar kutatócsoport által (optikai tartományban) felfedezett kilövelléssel. Ezért mondhatjuk, hogy ez az első „magyar” vízgőz mézer (amely nemzetközi tudományos együttműködés eredménye).

Az Effelsberg-100m rádiótvéscsővel H₂O mézer emisszió után kutattunk 1993. október 3-án 11 db, az L1251 csillagközi felhőben lévő, IRAS forrás irányában.

A víz molekulák $6_{16} \rightarrow 5_{23}$ energiaátmenetének megfelelő 22,33508GHz-es vonalat kívántuk detektálni az adott frekvencián kb. 40 ívmásodperc felbontású 100 méter tányérátmérőjű teleszkóppal.

Folyékony He hűtésű mézer vevőt alkalmaztunk, a légköri és instrumentális zajból adódó ún. rendszerhőmérséklet kb. 90K volt. A spektrométer 12,5 illetve 6,25MHz-es sáv szélessége az 1024 csatornás autocorrelátorral 0,16 ill. 0,08 km/s sebesség felbontást eredményezett és 165 illetve 82 km/s sebességtartományt (Doppler!) fedett le. Pozícióként 3X3 perccet „exponáltunk” pozícióváltó módban (minden „on-source” mérést egy „off-source” mérés előzött meg). Kalibrációs forrásként az NGC 7027 jelű planetáris ködöt használtuk, melynek fluxusát Baars et al. (1977)-től vettük át.

A Kun & Prusti (1993) cikkben felsorolt 18 távoli infravörös forrás közül az 1,3,4,5,7,8,13,14,15,16,17 sorszámúakat észleltük. A 8. számú IRAS22343+7501 irányában vízgőz mézer mutatott ki. Mint a spektrometernak az ábrán bemutatott részletén látjuk, csak 1 spektrális komponens emelkedik jelentősen a zaj fölé 2,6 km/s sebességnél (a „LSR=local standard of rest” viszonyítási rendszerben). A vonal 12,6MHz sáv szélességnél alulmintavételezett. Nagyobb felbontású spektrumaink szerint a felfedezett H₂O mézer emisszió spektrumvonal 0,46km/s félérték szélességű, maximális intenzitása 2,0 Jy $v_{LSR} = 2,6\text{km/s}$ -nél.

Az IRAS22343+7501 forrás távoli infravörös színindexei:

$\lg(F_{25}/F_{12})=0,72$; $\lg(F_{60}/F_{25})=0,40$ és $\lg(F_{100}/F_{60})=0,08$ hasonlóak más a Cepheus-ban Wouterloot and Walmsley (1986) által talált mézerekéhez. Balázs et al. (1992) egy optikai jetet, Sato & Fukui (1989) egy bipoláris molekuláris kifújást (outflow-t) észlelt az IRAS22343+7501-gyel asszociáltan, ami egy nagyon fiatal, még sűrű porburokba ágyazott csillag lehet.

Az általunk mért H₂O mézer emisszió valószínűleg a fiatal csillagból nagy sebességgel és kollimáltan kiáramló gáz, és útjába kerülő anyagcsomók ütközésekor keletkezik valahol a csillag közelében. Rádió interferometrikus méréssel pontosabban meg lehetne határozni a mézer forrás helyét és az emissziót kiváltó fizikai folyamatot.

NEW H₂O MASER IN L1251 - EFFELSBURG-100M OBSERVATIONS

TÓTH, L. VIKTOR & WALMSLEY, CHARLES M.

We report the results of a H₂O maser search with the Effelsberg-100m telescope made on 1993 Oct. 3 towards 11 IRAS sources in the L1251 cloud.

We observed the $6_{16} \rightarrow 5_{23}$ (22.33508GHz) transition of H₂O with a beamwidth of 40 arc sec. A liquid He cooled maser receiver was used with system temperature in the zenith of about 90K. We used the standard 1024 channel autocorrelator with bandwidths of 12.5MHz and 6.25MHz. This corresponds to 0.16 and 0.08 km s⁻¹ spectral resolution and 165 and 82 km s⁻¹ velocity coverage respectively. We observed in the position switching mode with 3 minutes integration time on both the OFF and ON positions. NGC 7027 was used for flux calibration (see Baars et al 1977).

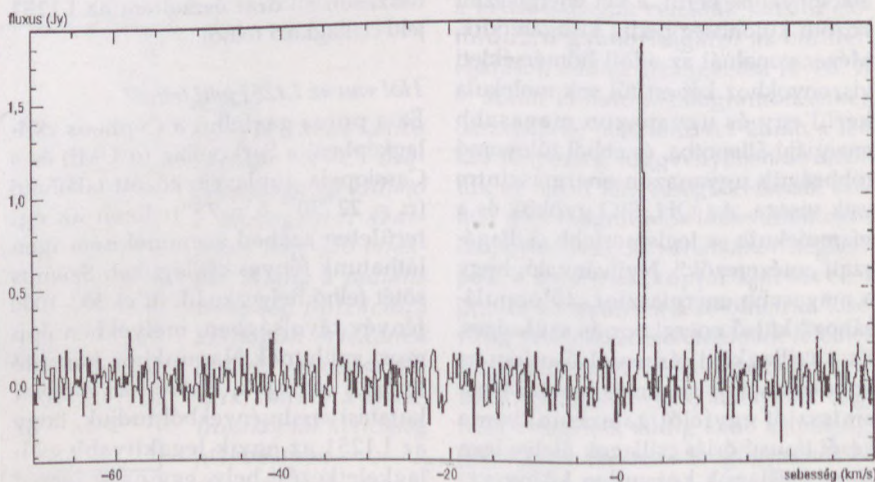
The positions of the far infrared (FIR) sources in Kun & Prusti (1993) with listing numbers: 1,3,4,5,7,8,13,14,15,16,17 have been observed. H₂O maser emission was detected only towards IRAS22343+7501 (#8). A spectrum (obtained with 12.5MHz bandwidth, 25 min. integration time) is shown in Fig. 1. There is a clear detection of a line at a velocity of 2.6 km s⁻¹

which is redshifted by about 7 km s⁻¹ relative to the rest velocity of the cloud (-4 km s⁻¹, see e. g. Sato and Fukui, 1989). The detected line has a FWHM of 0,46 km s⁻¹ and a peak flux of 2.0 Jy based upon our data with 6,25 MHz bandwidth.

The FIR colours of IRAS22343+7501 are $\log(F_{25}/F_{12})=0,72$; $\log(F_{60}/F_{25})=0,40$ and $\log(F_{100}/F_{60})=0,08$ similar to other maser sources found in Cepheus by Wouterloot and Walmsley (1986). There is an optical jet (Balázs et al., 1992) and a CO outflow (Sato & Fukui, 1989) also associated with this source. The maser emission may originate in the shocked clumps near the driving source of the jet. Interferometer observations of this source with the aim of determining a precise position would help further interpretation.

References.

- Baars, J. W. M. et al., 1977, A&A, 61, 99.
- Balázs, L. G. et al., 1992, A&A, 255, 281.
- Kun, M. & Prusti, T., 1993, A&A, in press.
- Sato, F. & Fukui, Y., 1989, ApJ, 343, 773.
- Wouterloot, J. G. A. & Walmsley, C.M., 1986, A&A, 168, 237.



PERSEIDA TANULSÁGOK

KERESZTURI ÁKOS

Elmúlt a nyár, elmúlt a Perseida-maximum. Augusztus tizenegyedik éjszakáján több százan, több ezren várták a nagy csillaghullást, köztük amatőr csillagászok, hogy az országos hálózat keretében figyeljék meg a meteor kitörést, és laikusok, hogy tanúi legyenek a rendkívüli égi látványosságnak. Meglepő népszerűsége tett szert az esemény, nem csak a tévében, rádióban lehetett hallani és a napilapok hasábjain olvasni a hírről, előfordult, hogy az utcán sétálva csípett el az ember egy-egy mondatot azon a szerda délutánon „... hallottad, milyen csillaghullás lesz ma este?”. Augusztus 9-én és 10-én felhők borították az eget, de a maximum éjszakájára még az időjárás is kedvezőre fordult, és jó átlátszóságú mélykék égbolton gyönyörködhattünk. Minden körülmény tökéletesen egybevágott, egy valamit kivéve: aznap éjszaka nem látszott hazánkban a régen várt meteorzárópor...

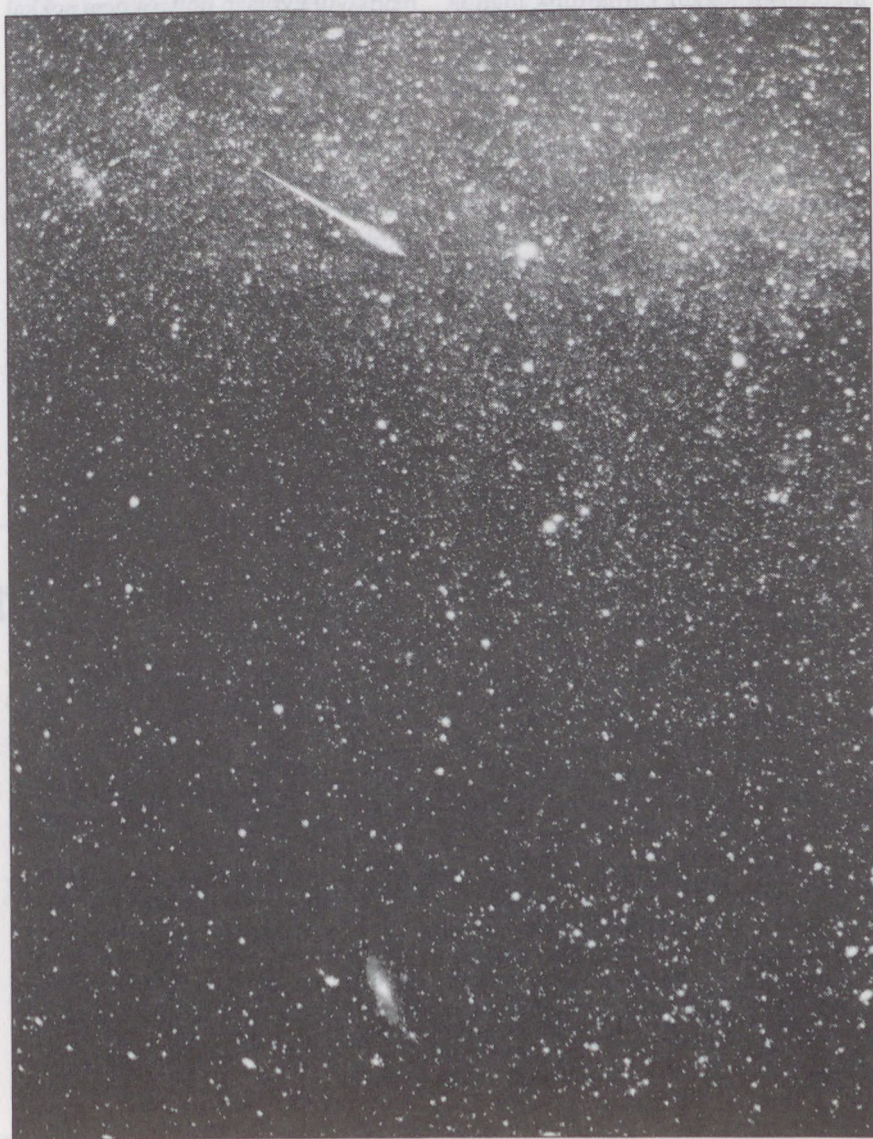
Miért is volt hát ez a nagy igyekezet, és hírverés? - kérdezheti az utca embere. Nos a magyarázat egyszerű: a meteorzárópor előrejelezhető körülményei a lehető legjobbak voltak, szinte senki sem kételkedett a bekövetkezésében. Többen állították, hogy a csillagászat történetében még nem is rendelkezünk ennyi információval egyetlen meteorkitörés háttéréről. Ezek az ismeretek, amelyekre hivatásos- és amatőr csillagászok alapoztak az alábbiakban körvonalazhatók:

Egy meteorraj élettartama négy ciklusra osztható. Az első szakaszba a születés, illetve a „csecsemő évek” tartoznak. Ennek során jön létre az áramlat egy Naphoz közeledő üstökösmag kipárolgásaival felszabaduló poranyagból, amely kozmikus skálán mérve keskeny, és rendkívül sűrű felhőt alkot. Amennyiben bolygónk egy ilyen meteorikus felhővel találkozik, az rövid ideig tartó, erős meteorzáróport, azaz meteor kitörést eredményez. Ennyire fiatal anyag természetesen csak a szülőüstökös közelében található. A továbbiakban a „serdülő-

kor zavarain” halad keresztül a raj: a Nap sugárnyomása és a planetáris perturbációk kezdik szétszórni anyagát a pálya mentén. Ennek során keresztmetszete nő, egy adott térfogatú részben pedig egyre kevesebb részecske található. Ha ebben a fejlődési stádiumban lévő rajjal találkozunk, egy-két napon keresztül erős, de nem rendkívüli meteor aktivitást lehet

megfigyelni. Ezek után a harmadik szakasz már az „öregkort” jelenti, az „idős” meteorraj egyre jobban szétterjed pályája mentén és arra merőleges irányban — hosszúra, hetekre esetleg hónapokra húzódik szét az aktivitási időszaka, és óránként már csak egy-két tucat hullócsillagot potyogtat. A negyedik fázis egy raj halálát, illetve önálló létezésének megszűnését jelen-

Perseida tűzgömb. A fotót Csabai István Pécsváradon, 1993. augusztus 12-én, 1 óra 30 perckor, 10 perces expozícióval, Olympus 1,8/50-es optikával készítette



ti: részecskéi annyira szétszóródnak, hogy a rajtagokat már nem lehet megkülönböztetni a sporadikus háttértől.

A Perseidák szülőégiteste a P/Swift-Tuttle-üstökös 1992 decemberében haladt át perihéliumpontján, így minden okunk meg volt rá, hogy az első fejlődési fázisban lévő anyaggal találkozunk. Ezt támasztotta alá, hogy a raj kitöréseit 1991-ben és 1992-ben is megfigyelhettük. Ezenkívül még egy fontos tényezőt kell megemlíteni: az üstökőspálya és a Föld pályájának távolsága kevesebb volt 0,001 Cs.E.-nél a legnagyobb közelség idején. Ritkán, de előfordultak már hasonló körülményekkel rendelkező meteorzáporok, ilyen volt például az 1833-as nagy Leonida hullás. Ekkor a maximum alkalmával óránként több tízezer meteor lehetett megfigyelni — ezek ismeretében joggal várhattunk idén is nagy aktivitást.

Lássuk, milyen képet lehet összeállítani az augusztus 11/12-ei éjszakáról a Magyar Csillagászati Egyesület Meteor megfigyelő Csoportja által végzett észlelések és külföldi társszervezeteinek beszámolóí alapján. A szürkületi fények miatt az észlelést este 21:30 körül (nyári időszámítás) lehetett kezdeni — ekkor még teljesen átlagos volt az aktivitás, óránként körülbelül 50 rajtag tűnt fel. Azonban már az éjszaka elején meg lehetett figyelni a fiatal meteorikus anyagra jellemző erős csomósodásokat. Előfordult, hogy 15 perseida hullott egyetlen perc alatt, azonban az aktivitás ezek után mindig gyorsan visszaállt a korábbi szintre. Iker meteorokat is láthattunk, amelyek majdnem egyszerre léptek be a légkörbe, közel ugyanazon a pályán. Látványos „tűzgömbparádé” zajlott le hajnal felé, amikor öt mínuszos fényrendű perseida hasított a levegőbe egy másodperces időközökkel követve egymást. Amint az a mellékelt aktivitásgörbéről leolvasható, éjjel egy óra körül ugrott meg jelentősen a perseidák száma, és ezzel együtt több érdekes jelenséget lehetett megfigyelni. A meteorok rajzolása nélkül is látszott, hogy a szokottnál több radiáns aktív. Az ikerhalmaznál, és az alfa Pernél működött egy-egy radiáns, akárcsak a korábbi években. A legérdekesebb azonban az a kis aktív góc volt, amely a Cassiopeia délnyugati felében helyezkedett el — itt még soha korábban

nem figyeltek meg perseida radiánst. További furcsaságként említhető, hogy kétféle karakterisztikájú meteorot lehetett látni: az egyik csoportba tartozóknak úgy mond átlagos nyoma volt, a hullócsillag útja mentén visszamaradt ioncsatornát általában 3–4 másodpercen át lehetett megfigyelni. A másik csoport perseidáinak viszont két részből állt a nyoma, az ioncsatorna középső szakaszán egy nagy űr tátongott.

Az aktivitás hazánkból hajnalban, 3 óra körül érte el a maximumát 200–220 meteor/óra értékkel, ekkor haladt át bolygónk az üstökös pályasíkján. Ezek után sajnos abba kellett hagyni a megfigyelést, mivel hamarosan kivilágosodott — pedig a külföldi beszámolók szerint csak most kezdődött az igazi tűzijáték. A perseidák száma rendkívül gyorsan nőtt, és nem sokkal 5 óra után tetőzött. Ekkor az aktivitást 350–400-as ZHR (zenitre korrigált óránkénti mennyiség) jellemezte, ami a hazánkban uralkodó körülmények között óránként mintegy 400 meteor jelentett volna. Mindezek után fokozatosan és lassan csökkent a hullócsillagok száma, így még a csütörtök esti órákban is az átlagosnál több meteorot lehetett megfigyelni.

Perseidák félóránkénti darabszáma.
1993. augusztus 11/12. Csajág

UT	Per/fél óra
21:45	24
22:15	29
22:45	32
23:15	30
23:45	36
0:15	38
0:45	41
1:15	62
1:45	63
2:15	57
2:45	75
3:15	107
3:45	104

Kétségbevonhatatlan tény: annak ellenére, hogy augusztus 11-ről 12-re virradó éjszaka az átlagosnál sokkal több meteorot láthattunk, a nagy kitörés elmaradt. A „Miért?” kérdésre itt a legnehezebb válaszolni, ugyanis ezen a területen a csillagászat még ma is

gyerekcipőben jár. Nem csak a meteorok fizikájáról, a légkörben hiperszonikus sebességgel mozgó test által kiváltott hatásokról tudunk keveset, hanem a rajok létrejöttéről és fejlődéséről is szűkösek az ismereteink. De előfordulhat, hogy most is, mint a tudomány történetében már annyiszor, egy nagy biztonsággal előrejelzett esemény vagy jelenség elmaradása ad olyan lökést a kutatómunkának, amelyet a későbbiekben új, fontos törvényszerűség felismerése koronáz meg.

Mindezek után már csak arra a kérdésre kell válaszolni, érdemes volt-e a meteorhullásnak ekkora hírverést csapni. A perseida felhívások kapcsán több dolog is egyértelművé vált, amire azt hiszem napjainkban nagy szükségünk van. Ismét bebizonyosodott, hogy a nagyközönséget igenis érdeklik a csillagászati jelenségek, és nem csak az ufók vagy az asztrológia tudja lekötni a figyelmüket. Másodszor pedig, hogy jó megközelítéssel, és a szükséges munkával az ismeretterjesztésbe a médiumokat is be lehet vonni. Természetesen voltak negatív visszajelzések is, olyanok, amelyek hiányolták a beharagozott több száz, ezer meteor — de általában nem ez volt a reakció. Az esemény kapcsán nagyon sokan mozdultak meg az országban, amelyekből csak néhányat említenék: Kaposváron például a terek padjairól, sőt a járda betonjáról fekvő figyelték az emberek a csillaghullást, Szeged környékén több mint százan vonultak ki a vasúti töltésre, hogy a hétköznapi rohanások között néhány órát a szabad ég alatt töltsenek. Budapesten a Gellért-hegy oldalában gyűlt össze több száz ember, és minden egyes meteor feltűnését kiáltozással, tapsviharral jutalmazták — és akadtak olyan gyerekek is, akik a hónapból hátralévő összes éjszakát a szabad ég alatt akarták tölteni. Ezek után pedig már sokkal kevesebben fogják azt hinni, amikor fényes meteorot látnak, hogy egy csillag hullott le az égről. De nem ez a legfontosabb, hiszen már akkor is érdemes volt dolgoznunk, ha erre az estére néhányan kiszakadtak a hétköznapi egyhangúságából, és a derült ég alatt gyönyörködtek a hullócsillagokban. A látottak mindenkire más hatással lehettek — talán elindít egy fiatal, hogy csillagásszá váljon, talán csak gazdagabbá teszi...



Egy különleges kettőscsillag és a gravitációs hullámok

— Fizikai Nobel-díj 1993 —

SZATMÁRY KÁROLY

Néhány hete két amerikai csillagász, a 42 éves R. A. Hulse és az 52 éves J. H. Taylor és kapta meg az 1993-as fizikai Nobel-díjat, gravitációelméleti kutatásaikért. Nézzük meg, miről is van szó!

1916 körül Einstein rámutatott, hogy az általános relativitáselmélet téregyenleteinek létezik hullámmegoldása. A gravitációs hullám vákuumban fénysebességgel terjed, hasonlóan az elektromágneses hullámokhoz. Közvetlen kimutatásukra sok próbálkozás történt, de a termikus és szeizmikus zajok a detektálást rendkívül megnehezítik. Ezért nagyon fontosak azok a csillagászati megfigyelések és mérések, amelyek kapcsolatba hozhatók a gravitációs hullámokkal. Aránylag erős gravitációs hullámok kibocsátása nagy tömegű egymás körül nagy sebességgel keringő testektől várható, ilyenek a kettőscsillagok. Eképpen a gravitációs hullámok létre nem véletlenül a csillagászat szolgáltatta az első bizonyítékot.

Különösen alkalmasak lehetnek az olyan kettősrendszerek, melyekben igen kis méret (néhányszor 10 km átmérőjű), ám nagy tömegű neutroncsillagok találhatóak. A neutroncsillagok egy része gyors forgása során a Föld felé periodikus rádió-impulzusokat sugározhat. Ezeket az ún. pulzárokat az 1960-as évek végén fedezték fel. 1975 óta Taylor és Hulse egy olyan különleges kettőspulzár megfigyelését végzi, amely megfelelő kozmikus laboratóriumnak bizonyulhat a gravitációs hullámok kimutatásához.

Az elektromágneses hullámokhoz hasonlóan a gravitációs hullámok is transzverzális hullámok, és fénysebességgel terjednek. Erős gravitációs hullámok kibocsátása nagy gyorsulással mozgó, nagy tömegű testektől várható, mint ahogyan erős elektromágneses hullámokat is nagy töltésű és nagy gyorsulással mozgó testek keltenek.

A gravitációs hullámok detektálása elvileg azon alapul, hogy a haladási

irányra merőlegesen a gravitációs hullámok eltorzítják a teret. Ha a tér torzulásai kimérhetően nagyok, akkor ezeket észlelni lehet távolság- ill. elmozdulásmérésekkel. A gravitációs hullámokat a 60-as években nagy alumínium hengerre helyezett piezokristályokkal próbálták néhányan kimutatni, sikertelenül. A hengerek néhány kelvinre való lehűtésével 3 nagyságrenddel növelni tudták a deformációs érzékenységet (10^{-18} relatív hosszváltozás értékre). Ezt a mennyiséget a gravitációs hullámforma amplitúdójának is nevezik.

A marylandi és a római detektorokkal a Nagy Magellán Felhőben felrobant 1987A szupernóva gravitációs sugárzását sikerült megfigyelni. A neutronok 1 másodperccel követték a gravitációs hullámokat.

Újabbán lézer interferométerekkel az érzékenységet jelentősen növelték. Európában München és Glasgow, az USA-ban a MIT és a Caltech rendelkezik ilyen eszközökkel. Az utóbbi



Ponori Zhevreok Aurél Csillagok a Bibliában

A neves ismeretterjesztő csillagász szerző művét elsősorban a Biblia és a csillagászat iránt érdeklődő közönségnek szánta. A Könyvek Könyvében gyakran emlegetik az égboltot, a Napot, a Holdat, a csillagokat, de soraiból kielemezhető a bolygók, üstökösök, hullócsillagok és más feltűnőbb égi események egykori megfigyelése is. Különösen fontos a ritkább csillagászati jelenségeknek, így a nap- és holdfogyatkozásoknak az említése.

Ezek dátumának visszaszámolásából ugyanis hiteles adatokat kaphatunk néhány bibliai esemény időpontjára. A szerző sorra veszi a csillagászzal összefüggésbe hozható bibliai leírásokat, és igyekszik választ adni a velük kapcsolatban felmerülő kérdésekre. Íme néhány ezek közül: Mekkora volt valójában a matuzsálemi életkorok! Mi lehetett az egyiptomi sötétség! Hogyan állíthatta meg Józsué a Napot!

Mi lehetett Ezékiel próféta látomásában az az égi kocsi, amelyet ma sok magyarázat ufoval azonosít! Mi volt a betlehemi csillag! Mi lehetett a sötétség Jézus kereszthalála idején! Az érdekesítő elemzések egy része a szerző saját kutatásainak eredménye, és nyomtatásban most jelenik meg először.

A könyv várhatóan december első felében kerül a boltokba. Tervezett ára: 980 Ft. Megrendelhető utánvétellel közvetlenül a kiadótól is, ára ez esetben 700 Ft + 100 Ft postaköltség.

Tertia Kiadó
1147 Budapest
Gyarmat u. 74/a

kettő egymástól 4300 km-re van, 4 km hosszúak az interferométer karok. A világról érkező jelek kimutatásának megbízhatóságát jelentősen növeli, hogy koincidencia elvén működnek, azaz csak azokat a jeleket tekintik valószínűnek, melyeket mindkét detektor egyszerre észlel, ezáltal a véletlen, zajszerű jelek kiszűrhetőek. Az összekapcsolás következtében a detektálás irányérzékenysége sokszorosára növekedett. Ezen detektorrendszer érzékenysége impulzusszerű jelek esetén 10^{-20} , folytonos hullámok esetén 10^{-24} . Széles frekvenciatartományban használható: 100 Hz–10 kHz-ig.

Alacsony frekvenciák felé haladva egyre nehezebben különböztethetők meg a szeizmikus zajok a néhány Hz-es gravitációs hullámok hatásaitól. A zaj erősödik a kis frekvenciák felé. Ebben a tartományban történő megfigyelésekhez csak az űrben érdemes detektorokat elhelyezni. A közeljövőben talán erre is sor kerül majd. Addig is az alacsony frekvenciás gravitációs hullámokat kibocsátó rendszereket sugárzásuk szempontjából más módszerekkel kell vizsgálni.

A pontos értékek kimérését lehetővé tevő gravitációs hullám-detektorok kifejlesztése nagy előrelépést jelentene az általános relativitáselmélet kísérleti ellenőrzésében. Gyakorlati jelentősége pedig abban állna, hogy olyan jelenségeket vizsgálhatnánk, melyek csak a gravitációs sugárzásuk által észlelhetők.

Mivel a laboratóriumokban nem lehetséges olyan kísérletet elvégezni, amely mérhetően erős változást okoznának a gravitációs térben, valószínűleg nincs más megoldás, mint a Földön kívüli objektumok vizsgálata. Ilyen égitestek pl. a kettőscsillagok. Ezekon kívül szupernóva robbanásnál, fekete lyukaknál is számítani lehet nagy energiájú gravitációs hullámok kibocsátására.

Kettőscsillagnak két olyan csillag együttesét tekintjük, melyek gravitációsan kötött rendszert alkotnak és a közös tömegközéppont körül keringenek. A csillagok legalább fele kettős vagy többszörös rendszer tagja. Ezek a csillagok fizikailag összetartozó rendszerek, kialakulásuktól kezdve együtt fejlődtek. Tulajdonságaikra és fejlődésükre számos modell ismeretes. Asztrofizikai jelentőségüket az adja,

hogy segítségükkel a csillagok egyes fizikai paramétereit (pl. a komponensek tömegét) sokkal pontosabban meg lehet határozni, mint a magányos csillagokét. Másrészt a kettősök a csillagfejlődési modellek empirikus ellenőrzésére is alkalmasak.

A kettőscsillagok jellemzésének fontos fizikai paramétereit: a komponensek tömege, sugara, fényteljesítménye (luminozitása), és pályaelemei. A meghatározható mennyiségek száma és jellege a kettőscsillag típusától függ.

Az égitestek különböző erősségű és különböző frekvenciájú hullámokat keltenek. Ezek a hullámok energiát visznek el a rendszerektől. Az egységnyi idő alatt elszállított energia a rendszer tömegeloszlása gömbszimmetriájának időbeli változásától függ.

Kettőscsillagoknál a keringés minden periódusában a csillagok közötti távolság, így a tömegeloszlás is kétszer veszi fel ugyanazt az értéket. Ennek következtében a kisugárzott gravitációs hullámok alaperiódusa a keringési periódus felével egyenlő. Így a kettőscsillagok esetében a hullámok frekvenciája 10^4 – 10^8 Hz.

Erős hullámforrások lehetnek a gyorsan forgó fekete lyukak is, ha léteznek ilyenek. Nagy energiájú, lökésszerű hullámok jöhetnek létre szupernóva robbanásnál. Ezek várható frekvenciája 1 kHz. Galaxisok kialakulásánál szélessávú, zajszerű, nagy energiájú gravitációs sugárzást kellene érzékelnünk.

Kettőscsillagoknál a gravitációs hullámok kibocsátása során fellépő energiavesztés következtében a relatív pálya periódusa és fél nagytengelye csökken, ezért a hullámok frekvenciája és amplitúdója időben nő.

A gravitációs hullámok kisugárzása során a rendszerek energiát veszítenek. Ez azt eredményezi speciálisan a kettőscsillagoknál, hogy a két csillag „közelebb” kerül egymáshoz és ezért a keringési idő is csökken. Ha a mérhető mennyiségeknek az általános relativitáselméletből kiszámolt és a megmért megváltozási értékei egyeznek, akkor ez megfigyelési alátámasztását képezheti az elméletnek. De létezik-e olyan kettőscsillag, amely megfelelő abból a szempontból, hogy komponensei között a gravitáción kívül más hatást (pl.

közös gázburok, anyagátáramlás) nem kell figyelembe venni?

1975-től a Puerto Rico szigetén lévő Arecibo Observatórium rádiótávcsövével végzett pulzárkutatás során Hulse és Taylor amerikai csillagászok 14 éven keresztül figyelték a PSR 1913+16 jelű pulzárt. Ez a pulzár kettős rendszer. A mérés során másodpercenként mintegy 17 pulzálást észleltek, s ez a frekvencia 7 óra 45 perces periódusidővel ingadozott. Ennek lehetséges magyarázata: a pulzár másodpercenként 17-szer fordul meg tengelye körül, miközben sugárzása egy reflektor fénycsóvjához hasonlóan 17-szer végigsöpri a Földet. Egyidejűleg 7,75 óránként megkerüli kísérőjét, és ez okozza a frekvencia ingadozását. Ugyanis a Doppler-effektus miatt amikor hozzánk közeledik a pulzár, impulzusait sűrűbben észleljük, távolodáskor pedig ritkábban. Úgy is mondhatjuk, hogy a pulzár impulzusainak észlelt gyakorisága, azaz frekvenciája modulált a pályaperiódus által. A PSR 1913+16 adatai:

tömegek (naptömegben):	$m_1 = 1,442$ $m_2 = 1,386$
keringési periódus:	$P = 27906,98163s = 7,75$ óra
pálya excentricitása:	$e = 0,617127$
Kepler III. törvényéből a relatív pálya fél nagytengelye:	$a = 1,95$ millió km

A mérési adatok elemzésével néhány ezred naptömegnyi pontossággal meg tudták állapítani a két objektum tömegét, amely közel azonos. A neutroncsillagok tömege 1,2 és 1,8 naptömeg közötti az eddigi mérések szerint.

Kettősrendszerünk komponensei igen elnyúlt ellipszispályán keringenek egymás körül, miközben távolságuk 1,1 és 4,5 naprádiusz között változik. Fontos, hogy a pulzár kísérője is nagy valószínűséggel neutroncsillag, és feltehetően azért nem észlelhető pulzárként, mert a mágneses tengely körül szűk térszögben kibocsátott sugárzás a precessiója során nem felénk irányul.

A rendszer a „tisztasága” miatt alkalmas a relativitáselmélet ellenőrzésére. Mivel feltételezhetően mindkét komponens neutroncsillag, az energiavesztést csak a gravitációs hullámok okozhatják. A kutatók nagy



pontossággal kimérték a rendszer pályaadatát. Ezeket az adatokat a pulzáról érkező rádióimpulzusok modulációjából határozták meg. A jól mérhető keringési időnek 14 év alatti változása, ami alig több mint 1 ezred másodperc, igen pontosan (1%-on belül) egyezik az általános relativitáselméletből számolt értékkel.

További relativisztikus hatás az egymás körül keringő — vagyis görbült téridőben mozgó — bolygók vagy csillagok pályájának elfordulása a pálya síkjában. Az általános relativitáselmélet szerint az ellipszis nagytengelyének elfordulása a keringés irányában egyenesen arányos a két égitest tömegének összegével valamint a pálya lapultságával, és fordítottan arányos a pálya méretével. Ez az összefüggés tette lehetővé az össztömeg megállapítását a PSR 1913+16 jelű kettőspulzárnál, feltéve, hogy a periasztron vándorlás 4,2263 fok/év mért érték relativisztikus eredetű (ugyanis a neutroncsillag komponensek alig deformálódtak, ezért a klasszikusan számolható elfordulás igen csekély, és a hasonló jelenséget okozó esetleges harmadik test vagy a kettős rendszert beburkoló gázfelhő jelenléte sem valószínű). Az egyes tömegeket a pulzár impulzusai közötti idő periodikus változásából lehet kiszámolni.

A kettőscsillagoknál a gravitációs hullámok intenzitása 10^{18} – 10^{24} watt. A Naprendszer bolygói is folyamatosan energiát vesztenek a Nap körüli keringésük során. A Föld gravitációs sugárzásának teljesítménye csak 200 W, a legintenzívebb a Jupiter (5400 W). Az egyik legközelebb (40 fényévre) lévő kettőscsillag, az i Boo, 10^{23} wattal sugároz, így a Földön ez $5 \cdot 10^{-14}$ W/m² teljesítményt jelent. Ennél mintegy százszor nagyobb az elektromágneses sugárzásából származó fluxus.

A Naprendszer bolygóinál az energia csekély változása a pályájukra ható perturbációs hatások mellett elhanyagolható. Kettőscsillagoknál legtöbbször a tömeg átváramlásból vagy a közös gázfelhőben való mozgásból adódó paraméter csökkenések dominálnak a gravitációs hullámok okozta változásokkal szemben.

Spirálozási időnek nevezzük azt az időtartamot, amely alatt a két csillag a gravitációs hullámok okozta vesz-

teségek következtében az állandó fél-nagy tengely csökkenés miatt egy spirális pályán egymásba zuhan. A spirálozási idő a kettőscsillagoknál általában 10^9 – 10^{12} év. Bolygókra ez kivétel nélkül legalább tíz nagyságrenddel nagyobb érték. Emellett az Univerzum 15 milliárd évre becsült kora is elhanyagolható. Bolygóknál emiatt nincs is értelme spirálozási időről beszélni.

Mivel a kettőscsillagok spirálozási idői legtöbbször az Univerzum életkorával összemérhetők, ezért a gravitációs hullámok okozta pályaelemváltozások miatt csak elenyésző számú kettőscsillag egybeolvadására kerülhetett sor eddig, így e jelenség megfigyelhetősége kis valószínűségű.

A gravitációs hullámok jelentősége vitathatatlan minden fizikával foglalkozó számára. Már mintegy 75 éve sejtik a gravitációs hullámok létét, de a közelmúltig semmilyen erre vonatkozó bizonyítékot nem találtak. Ráadásul más gravitációelméletek is léteznek az általános relativitáselméleten kívül, amelyek mellett szintén szólnak egyes megfigyelési adatok. Azt, hogy melyik ezek közül a legáltalánosabb érvényű, egyelőre csak sejteni lehet. Most csak az einsteini gravitációelmélet egyik vonatkozását említettük.

Úgy látszik, hogy néhány kettőscsillag megfigyelt pályaelemváltozása összhangban van az általános relativitáselméletből számolt értékkel. Remélhetőleg újabb kettőspulzárak felfedezésével, valamint a detektorok fejlődésével, a gravitációs hullámok további vizsgálata válik majd lehetővé.

A gravitációelméletek kísérleti ellenőrzése terén az utóbbi évek csillagászati jellegű mérései alapvető eredményeket hoztak, melyek méltán nyerték el a magas elismerést, a Nobel-díjat.

A téma iránt mélyebben érdeklődők számára javasolt cikkek:

Jeffries A. D., Saulson P. R., Spero R. E., Zucker M. E.: A gravitációs hullámok megfigyelése, Tudomány 1987. 2. szám 28. o.

Shaham J.: A Világegyetem legidősebb pulzárjai, Tudomány 1987. 4. szám 22. o.
Szatmáry K., Tóth F. Gy., Vinkó J.: Egy különleges kettőspulzár és a gravitációs hullámok, Fizikai Szemle 1992. 7. szám 250. o.

ANDROMEDA SZOFTVERHÁZ

Olvasóink kérésére megismételjük a korábban bemutatott programok rövid leírásait:

ASTRONOMY LAB

Szerző: Eric Bergman-Terell, USA
Legfontosabb csillagászati adatok számítása: fogyatkozások, bolygók mozgása, adatai, Nap-, Hold-mozgás, planetárium. A program teljes évkönyvet készít bármely évre. Windows szükséges.

ECU, EARTH CENTERED UNIVERSE

Szerző: David J. Lane, Kanada
Planetárium és csillagterkép. Tartalmazza a legfontosabb mély-ég objektumokat. Gyors keresés az adatbázis elemeire. Animáció. Windows szükséges.

SFS, SPACE FLIGHT SIMULATOR

Szerző: Ted A. Cambell
Űrrepülés szimulátor, grafikus megjelenítéssel. Saját pálya és égitest készíthető. Forrássállományok a továbbfejlesztéshez.

EPHEM

Szerző: Elwood Charles Downey, USA
Efemeris számító program. Megadja a bolygók, a Hold és a Nap koordinátáit a megadott időpontra. Pályaelemekből vagy öt különböző észlelésből származó koordináták alapján bármely naprendszerbeli égitest efemeridáit számíthatjuk. Forrássállományok!

SKYGLOBE

Szerző: Mark A. Haney
Látványos planetárium program. Keresés, animáció, nagyítás-kicsinyítés, teljes éggömb. Ki- és bekapcsolható égi körök, koordinátahálózat.

MOON MANAGER

Szerző: M. R. Power és S. Mason
Hold térkép, többféle keresési lehetőséggel. Fázisváltozás mutatása, nagyítás és kicsinyítés. Új objektumok felvételének lehetősége.

DEEP SPACE 3D verzió: 3.03

Szerző: David Chandler, USA
Csillagterkép készítés többféle módon. Csillagok, bolygók, Messier és NGC objektumok megjelenítése. Űstökösök, kisbolygók efemerisének számítása. Napi láthatósági diagramok, három dimenziós megjelenítés.

A programok megrendelhetők postai utánvétellel a szerkesztőség címén. Áruk egységesen: 375 Ft + postaköltség

Ősszel több jellegzetes, jól fölismerhető csillagképet találhatunk az égen (Andromeda, Pegasus). Ezúttal azonban nem ezekről, hanem néhány kevésbé feltűnő csillagképpel fogunk foglalkozni. Ezek halványabb csillagokból állnak, és csak tiszta, derült éjszakán tudjuk őket könnyen azonosítani.

A Halak és a Kos

A *Halak (Pisces)* csillagképet a számos csillagtérképeken két – madzaggal vagy szalaggal összekötött – hallal ábrázolták. A kötélen levő csomó a csillagkép legfényesebbik, de csupán negyedrendű csillaga, az Ar Risha (α Piscium). A két hal testét két, némileg szabálytalan oválist alkotó, még halványabb csillagok képezik.

Az α Psc, mint ezt 1779-ben *W. Herschel* észrevette, kettős; a komponensek szögtávolsága $1,9''$. A két csillag mintegy 900 év alatt futja be pályáját a rendszer tömegközéppontja körül. Színképtípusuk A2, ill. A3, tehát kb. 10 ezer K a felszíni hőmérsékletük. Valószínűleg mindkettő (de legalább a fényesebbik) változó; a halványabbnak a színképében rendellenesen erős fémvonalak találhatóak. A rendszer kb. 130 fényévnnyire van.

Bonyolultabb rendszer a ξ Psc. Távcsővel viszonylag könnyen két csillagra bontható, ezek $23''$ -re látszanak egymástól. Alaposabb vizsgálatok szerint azonban mindkét komponens kettős; a fényesebbiknek láthatjuk is a párját, a másik színképi kettős. Tőlünk kb. 110 fényévre van, két fő összetevője talán ezer csillagászati egységnnyire van egymástól. Színképtípusuk F0 és F6.

A Halakban több extragalaxist találhatunk, olyanokat is, amelyek kisebb távcső segítségével is észrevehetőek. A legfeltűnőbb ezek közül az Sc típusú M 74. Ez lényegében „felülről” látszik, nagy távcsővel készült képein spirálszerkezete jól tanulmányozható. Látszó átmérője 8–10'. Kisebb távcsővel azonban csak elmosódó foltnak mutatkozik, ezért sokáig csillagalmaznak vélték. Távolsága kb. 20 millió fényév, ami extragalaktikus viszonylatban közelinek számít. Átmérője mintegy 80 ezer fényév, tömege 40 milliárd naptömeg.

OKTÓBERI

A csillagkép délnyugati részén található jelenleg a Tavaszpont, mely a precesszió során immár közel jutott az Aquarius határához.

A viszonylag terjedelmes Halak mellett szerényebb, kis csillagkép a *Kos (Aries)*. Legfényesebb csillaga a Hamal (α Arietis); másodrendű, K2 színképtípusú vörös óriás, amely tehát valójában 70–80-szor fényesebb a Napnál s felszíni hőmérséklete „csupán” 4500 K. Mintegy 75 fényévnnyire van.

A β Arietis (Sheratan) kb. 50 fényévnnyire van. Felszíni hőmérséklete mintegy 10 ezer K. Spektroszkópiai kettős, keringési periódusa 107 nap.

A γ Ari (Mesarthim) nevét Jókai műveinek kedvelői jól ismerik, hiszen ennek fontos szerepe van a „Szegény gazdagok”-ban. $7,8''$ szeparációjú fizikai kettős, komponensei A0 színképtípusúak s egymástól kb. 380 csillagászati egységnnyire vannak. A rendszert hozzávetőlegesen 200 fényév távolság választja el tőlünk.

A Cet és a Háromszög

A Halaktól délre halvány csillagokból áll a *Cet (Cetus)* csillagkép. Mondája az Andromeda-mondakörhöz tartozik s majd a maga helyén megismerkedünk vele.

Az α Ceti (Menkar) mintegy 140 fényévre van, M2 színképtípusú sárgászöld óriás, melynek luminozitása a Napénak 120-szorosa, látszó fényessége $2,5^m$. Felszíni hőmérséklete 3200 K. Egy halványabb, kékes színű csillag (93 Ceti) nagyon közel látszik hozzá, de fizikailag nincs köztük kapcsolat: a 93 Ceti kb. 500 fényévnnyire van tőlünk.

A β Ceti (Deneb Kaitos) fényesebb a Menkarnál. 60-szor fényesebb a Napnál, látszó fényessége $2,1^m$, 68 fényévnnyire van, K0 színképtípusú. Közeliében találjuk az NGC 274 jelű extragalaxist; ez egy kis galaxishalmazhoz tartozik, mely 6–8 millió fényévnnyire van és úgy látszik, tagjai távolodnak egymástól: a halmaz lassanként széteszlik.

A kb. 800 fényévre lévő δ Ceti negyedrendű, 0,165 nap periódusú, nagyon kis amplitúdójú (kb 0,03m), ún. β Cep típusú változó. Mintegy 1° -nyira tőle látható az M 77 jelű, feltűnően nagy vöröseltolódású Seyfert-galaxis. Legalább 60 millió fényévnnyire van, egy ötagú galaxiscsoport tagja.

Említésre érdemes a τ Ceti is. Ez 11,8 fényévre van és meglehetősen hasonló a Naphoz. Ezért feltételezték, hogy bolygói is vannak, és az 50-es évek végén indult OZMA-terv első célpontjának választották.

Igen érdekes az o Ceti. 1596-ban *D. Fabricius* fedezte föl, hogy fényessége nagyon erősen változik. A felfedező úgy meglepődött, hogy a csillagot Mirá-nak (azaz Csodálatosnak) nevezte el. A Mira Ceti fénymaximumban 2,5–4,8 magnitúdójú (ez maximumonként különböző), vagyis szabad szemmel jól látható; minimumban viszont csak 8,6–9,8^m-s, tehát ekkor csak távcsővel lehet megtalálni. Fényváltozása, mint az eddigiekből is kiderül, nem egészen szabályos; periódusa is változó: 304–355 nap. 220 fényévnnyire van, felszíni hőmérséklete minimumban 1900, maximumban 2500 K. Átmérője is változik, nagyjából a Napénak mintegy 400–500-szorosa. Színképtípusa M5. (Sok hozzá igen hasonló változócsillagot ismerünk, Miratípusúaknak nevezzük őket.) Van egy forró, ám halványabb kísérőcsillaga, amely szabálytalan változó.

A Cetben található az IC 1613 jelű irreguláris törpegalaxis, amely mindössze 1,8 millió fényévnnyire van, s tagja az ún. lokális rendszernek.

A Kostól északra található a kicsiny *Háromszög (Triangulum)*. Csak három viszonylag fényesebb csillaga van. Az α jelű kb. 60 fényévre van, színképtípusa F6, 1,7 nap periódusú színképi kettős. A csillagkép legfényesebbik csillaga a β Trianguli, de ez is csak harmadrendű. 114 fényévre van, ez is spektroszkópiai kettős, periódusa 31,4 nap.

E csillagkép nevezetessége a látványos M33, az Andromeda-kód után a második legfeltűnőbb extragalaxis.



ÉGBOLT

CSABA GYÖRGY GÁBOR

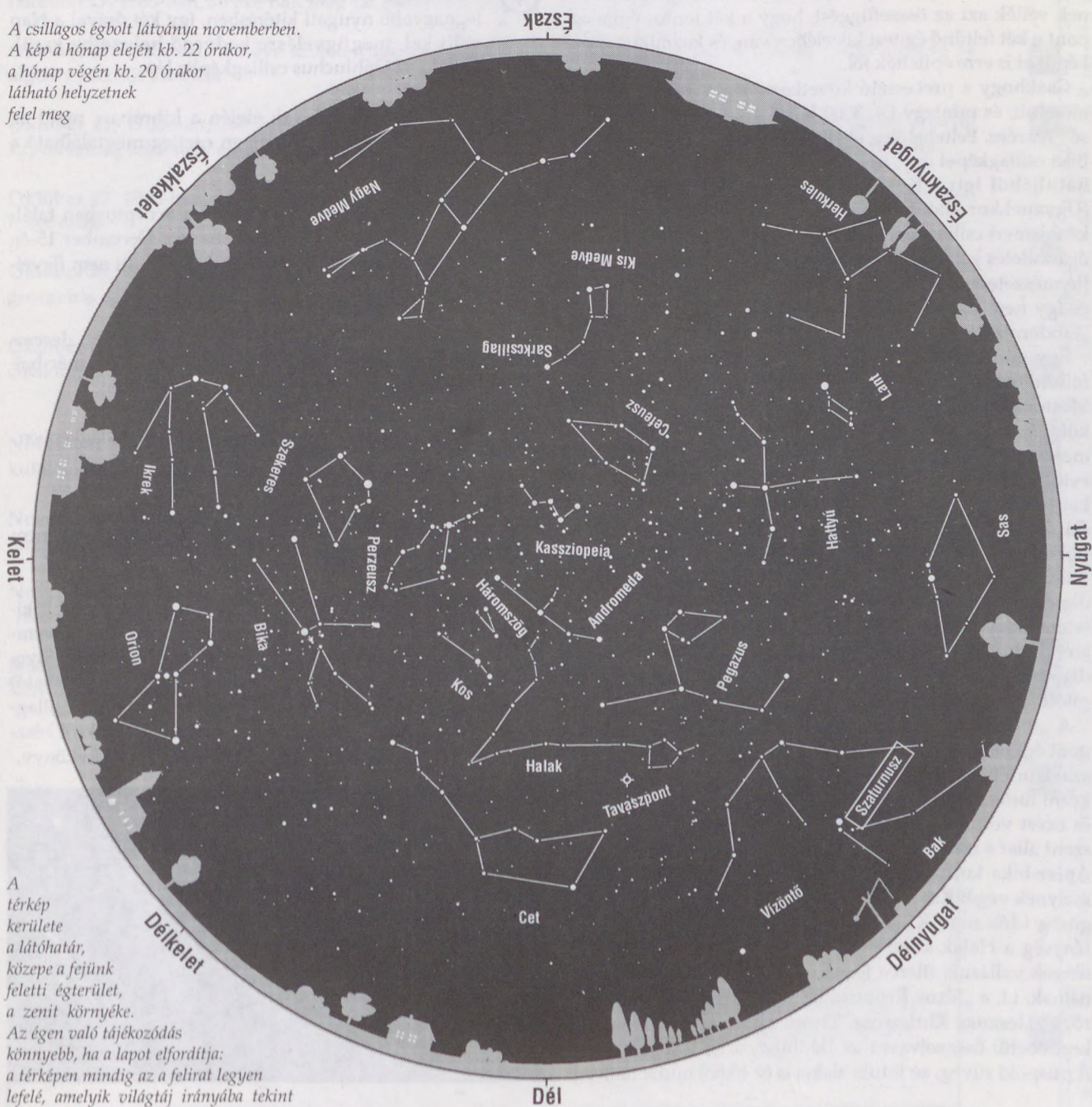
(Lásd szeptemberi számunk hátsó borítóját!) A lokális rendszer tagja, talán 2,4 millió fényévre van, átmérője 60 ezer fényév. Nagyon tiszta időben szabad szemmel is megtalálható, látszó mérete nagyobb, mint a Holdé. Spirális szerkezete jól megfigyelhető, mivel síkja közel merőleges a látó-

irányra. Nagy távcsövekkel csillaghal-mazokra, gázfelhőkre, sőt egyes csillagokra bontható, s jól el lehet benne különíteni az I. és II. populációs objektumokat. Amatőrök legkönnyebben binokulárral vizsgálhatják meg, kis távcsőben csekély felületi fényessége miatt kevésbé jól látszik.

A mondák tükrében

Ósi keleti monda szerint egyszer két hal egy rendkívül nagy tojást talált a tengerben (vagy az Eufrátesz folyóban). Nagy nehezen a partra taszigálták s ott egy galamb kiköltötte. Azonban nem madár, de nem is hal vagy valami vízi lény kelt ki belőle, hanem a szíriaiak nagy istennője, Derketo (akit a rómaiak Dea Syriának neveztek), illetve mások szerint Aphrodité (latinul Venus). Ennek emlékére helyezte volna Zeus a halakat az égre.

A csillagos égbolt látványa novemberben.
A kép a hónap elején kb. 22 órakor,
a hónap végén kb. 20 órakor
látható helyzetnek
felel meg



A térkép kerülete a látóhatár, közepe a fejünk feletti égtérület, a zenit környéke.
Az égen való tájékozódás könnyebb, ha a lapot elfordítja: a térképen mindig az a felirat legyen lefelé, amelyik világtáj irányába tekint

A monda azért hozza kapcsolatba Derketot vagy Venust a Halakkal, mert amikor a Halak nyugszik, akkor kel a Szűz. Ezért van az asztrológusok szerint a Vénusz bolygó „erőben” (exaltációban) a Halak jegyében. De innen van az is, hogy a galamb gyakran szerepel szent állatként, pl. a keresztény szimbólika is galambbal ábrázolja a Szentlelket.

Egy másik monda úgy véli, hogy Izisz istennő egyszer egy tóba esett, és egy hal segítette partra. A hálnak volt két fia is, s az istennő hálából csillagképként mindhármukat halhatatlanná tette: a két kicsi alkotja a Halak csillagképét, a nagy pedig a Vízöntőtől délre lévő Déli Hal.

Azokban a régi időkben, amikor Mezopotámiában a tudósok elkezdtek csillagászáttal foglalkozni, a Tavaszpont még a *Bikába* esett, a fényes, vörös Aldebaran közelébe. Az őszpont ugyanekkor a *Skorpióban*, a szintén fényes és vörös Antares táján helyezkedett el. Őseink igen jelentősnek vélték azt az összefüggést, hogy a két fontos égi alappontra két feltűnő égitest közelében van, és kozmikus világképüket is erre építették föl.

Csakhogy a precesszió következtében a Tavaszpont elmozdult, és mintegy i.e. 3000 körül átkerült a Bika „hátsó” részére. Feltehetőleg ekkor „faragták ketté” a hatalmas Bika csillagképet úgy, hogy ma csak a bika elejét ábrázolja; hátuljából lett a Kos csillagkép és a Halak egy része. (Ugyanekkor alakították ki a Skorpió ollójából a Mérlegként ismert csillagképet.) A Kos, mint a termékenység és az újjászületés jelképe, „logikusan” lársítható a tavaszponthoz (természetesen csak a Föld északi félgömbjén élők számára), és így nem okozott nehézséget a rég elfogadott világkép „modernizálása”.

Egy görög monda szerint Athamasz királynak Nephele felhőistennő két gyermeket szült, Phryxoszt és Hellét. Mostohaanyjuk, Inó el akarta pusztítani őket, de egy Zeus küldte csodás aranygyapjas kos elárulta Inó tervét a gyermekeknek, majd hátára vette őket s Kolkhiszba repült velük. Útközben a kimerült Hellé a tengerbe zuhant (róla kapta ókori nevét a Hellészpontosz, melynek mai neve Dardanellák). A kos Phryxossal Aióész királyhoz érkezett Kolkhiszba, ott a fiú feleségül kapta a király egyik lányát, Kalkhiopét; a kos feláldozták Zeusznak, arany gyapját pedig Árész szentélyében egy tölgyfára akasztották, s egy hatalmas kígyó őrizetére bízta. Később ezért az aranygyapjúért indulnak útnak majd az Argonauták. (Még később pedig ez lesz az 1429-ben Jó Fülöp burgundi herceg által alapított Aranygyapjas rend névadója.)

A „világkorszakok” elméletének hívei szerint a Tavaszpont égi helyzete határozza meg azt, hogy melyik világkorszakban élünk. Szerintük amennyire vissza tudunk emlékezni történelmünkre, a legrégebb korszak a Bika kora volt, és ezért volt a legrégebbi ismert kultúrák mindegyikében szent állat a bika. (Ennek maradványa volt pl. az egyiptomi Ápisz-bika kultusza.) Utána a Kos korszaka következett, melynek végét Krisztus születése jelezte volna. Emiatt lett a görög idők után Krisztus jelképe a bárány. De a kereszténység a Halak korszakában válik uralkodóvá; a keresztények vallásuk, illetve Jézus szimbólumául halat is használnak, t.i. a „Jézus Krisztus, isten fia, Megváltó”, azaz görögül „Ieszusz Khrisztosz, Theou Hüiosz, Szótér” szavak kezdőbetűi összeolvasva az Ikthüsz, azaz Hal szót adják. A püspöki süveg, az infula alakja is ez okból mutat halfejet.



A Nap november 15-én a Librában jár, november 29-e táján lép át az Ophiuchusba, és december 15-én is e csillagképben található.



A Hold november 15-én az Ophiuchusba lép. 21-én 3^h03^m-kor első negyed (Aquarius). 24-én 14 órakor a Hold földtávolban lesz. 29-én 7^h31^m-kor holdtölte (Taurus), 4^h27^m-től teljes holdfogyatkozás! A teljes árnyékba a Hold 5^h40^m-kor lép be, és 7^h02^m-kor kezdődik a teljes fogyatkozás. Azonban Holdunk 7^h11^m-kor már lenyugszik. — December 6-án 16^h49^m-kor utolsó negyed (Leo). 10-én 15^h-kor a Hold földközelen van. 13-án 10^h27^m-kor újhold (Ophiuchus). 15-én 0^h-kor a Hold már a Sagittariusban lesz.



A Merkúr november 15-én a Librában van. 22-én legnagyobb nyugati kitérésben, így két órával a Nap előtt kel, megfigyelésre kedvező helyzetbe kerül. Ezután az Ophiuchus csillagképbe lép.



A Vénusz az időszak elején a Librában, majd az Ophiuchusban jár, hajnalban esetleg megtalálható a délkeleti égen.



A Mars november 15-én még a Scorpiusban található, de aztán az Ophiuchusba lép. December 15-én a Sagittariusba ér. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.



A Jupiter az időszak elején a Virgóban lesz, december 15-re azonban a Librá elejére ér. Ekkor már hajnalban megfigyelhető lesz a keleti égbolton.



A Szaturnusz még megfigyelhető a Bak csillagképben.



Az Uránusz és a Neptunusz a Sagittariusban jár.



A Plútó a Librában jár, a Nap közelsége miatt nem tudjuk megfigyelni.

A meteorrajok közül aktív a Leonidák és több kisebb raj. A Leonidák gyakorisági maximuma november 17-re várható. Megfigyelése érdekes eredményeket hozhat, hiszen közeledik a raj (1999-re várható) nagy maximuma. A kisebb rajokról, a Hold csillagfedéseiről, a várható kisbolygó-okkultációkról részletes adatokat közöl a Meteor Csillagászati Évkönyv.



ÉVFORDULÓNAPTÁR

CSABA GYÖRGY GÁBOR

					O	K	T	Ó	B	E	R	1
												2
												3
												4
												5
												6
												7
												8
												9
												10
												11
												12
												13
												14
												15
												16
												17
												18
												19
												20
												21
												22
												23
												24
												25
												26
												27
												28
												29
												30
												31
												1
												2
												3
												4
												5
												6
												7
												8
												9
												10
												11
												12
												13
												14
												15
												16
												17

Október 15. 1608-ban, 385 éve született **Evangelista Torricelli** itáliai fizikus és matematikus, Galilei tanítványa és barátja. Legismertebb eredménye, hogy a róla nevezett Torricelli-kísérlettel megmérte a levegő nyomását.

Október 17. 1963-ban, 30 éve halt meg **Jacques Hadamard** francia matematikus.

Október 21. 1823-ban, 170 éve született **Enrico Betti** olasz matematikus, Riemann barátja, a topológia és az algebra jelentős kutatója.

Október 25. 1733-ban, 260 éve halt meg **G. G. Saccheri** itáliai matematikus, a párhuzamossági axiómával kapcsolatos problémák egyik firtatója, s ezzel a nem-euklidészi geometriák fölfedezésének egyik előfutára.

Október 27. 1968-ban, 25 éve halt meg **Lise Meitner** német fizikus, a magfizikai láncreakció egyik elméleti felfedezője.

Október 28. 1703-ban, 290 éve halt meg **John Wallis** angol fizikus és matematikus, az analízis és az analitikus geometria egyik megalapozója, a Royal Society egyik alapító tagja.

Október 29. 1783-ban, 210 éve halt meg **Jean le Rond d'Alembert** francia matematikus, fizikus, csillagász, enciklopédista, a mechanika és az égimechanika fontos kutatója.

November 3. 1848-ban, 145 éve született **Réthy Mór** magyar matematikus, a vektoranalízis és a vektoralgebra kutatója. — 1308-ban, 685 éve halt meg **Duns Scotus** skót filozófus.

November 4. 1698-ban, 295 éve halt meg **Erasmus Bartholinus** dán fizikus, matematikus, csillagász, a kettős törés jelenségének fölfedezője.

November 7. 1878-ban, 115 éve született **Lise Meitner** német fizikus (lásd okt. 27.)
1888-ban, 105 éve született **Ch. V. Raman** Nobel-díjas indiai fizikus.

November 15. 1738-ban, 255 éve született **W. Herschel** német származású angol csillagász, az Uránusz fölfedezője. Rendkívül jelentős munkásságát csak külön cikkben lehetne megfelelően méltatni.

Schalk Gyula Idők – korok – naptárak

A könyv részletesen foglalkozik valamennyi történelmi illetve napjainkban is használt naptárral. Ismerteti szerkesztésük alapelveit, módszereit és kapcsolatukat a Gregorián naptárral. A művet naptártörténeti kislexikon és számos naptár-táblázat egészíti ki.

Megrendelhető az **Uránia**
Csillagvizsgáló címén:

1016 Budapest, Sánc u. 3b

Ára album kivitelben,
32 színes melléklettel kb. 980 Ft,
kézikönyv kivitelben kb. 500 Ft.

10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	+1
1														
2														
x														

Kedves Olvasó!

Folyóiratunk minden hónapban 13+1 kérdést ad fel Önnek. A megfejtéseket a cikkeken, illetve egy kis búvárkodással megtalálhatja.

A helyes megfejtést beküldők között az alábbi nyereményeket sorsoljuk ki:

- 1 db binokulár, • az ANDROMEDA egy éves előfizetése, • az ANDROMEDA fél éves előfizetése, vagy előfizetés helyett értékes csillagászati témájú könyvet választhatnak a nyertesek.

Figyelem! A TOTÓ-PÁLYÁZAT eredeti feltételeit szerkesztőségünk megváltoztatta, mivel nincs ma már olyan megfejtő, aki minden hónapban telitalálatot ért volna el. Az IBM PC kompatibilis számítógépet az év folyamán legtöbb helyes megfejtést beküldők között sorsoljuk 1993. december 4-én 18 órakor a Kossuth Klub földszinti termében (Budapest VIII., Múzeum u. 7.). A rejtvény megfejtéseit zárt borítékban, a rejtvénytáblát mellékelve, 1993. december 3-áig kérjük szerkesztőségünk címére elküldeni. A nyerteseket postán értesítjük.

Kellemes szórakozást kívánunk!

1

1. Minek a rövidítése a SETI?
- 1 Földön kívüli élet kutatása
 - 2 Földön kívüli értelmes lények kutatása
 - x Kapcsolatfelvétel Földön kívüli értelmes lényekkel

10. Milyen égitest a Thethys?

- 1 Hold
- 2 Kisbolygó
- x Csillag

2. Melyik gyakoribb jelenség a Világegyetemben?

- 1 A csillagok ütközése
- 2 A galaxisok ütközése
- x Egyik sem fordulhat elő

11. Hol van a legnagyobb átmérőjű, mozgatható tányerű rádiótávcső?

- 1 Puerto Ricóban
- 2 Effelsbergben
- x Green Bankben

3. Melyik űrprogramban vesz részt Magyarország?

- 1 A Mars '94-ben
- 2 A holdbázis létrehozásában
- x A Freedom űrállomás egyik moduljának építésében

12. Hány csillagászati egység egy fényév?

- 1 $6,32 \times 10^5$
- 2 $6,32 \times 10^4$
- x $6,32 \times 10^6$

2

4. Kitől származik a Mira Ceti változócsillag neve?

- 1 A ókori görögöktől
- 2 A középkori araboktól
- x Fabricius dán csillagásztól

13. Mely égitesteken sikerült felhőárnyékot lefényképezni?

- 1 A Földön és a Neptunuszon
- 2 A Földön és a Jupiteren
- x A Földön és a Marson

5. Mely csillagok esetében jelentős a konduktív energia-transzport?

- 1 A fősorozati csillagoknál
- 2 A szuperóriások esetében
- x A fehér törpéknél

+1. Hol használják a csillagászatban a sebességmódosítót?

- 1 Sehol
- 2 A napfizikában
- x Az égi mechanikában

X

6. Hány százaléka vízgőzt tartalmaz a Vénusz légköre?

- 1 Nullát
- 2 3,4-et
- x 0,135-öt

A nyári összevont számban közölt asztro-totó megfejtése: 1, 2, 2, x, 1, 1, x, x, 2, x, x, 2, 1, x

7. Mit nevezünk blazárnak?

- 1 Nincs ilyen objektum
- 2 A BL Lacertae típusú objektumot
- x A Vladislav Blazar által nemrég felfedezett különleges égitestet

Összesen 70 megfejtés érkezett be, melyek közül mindössze három (!) volt telitalálatos.

A nyertesek: fél éves előfizetést nyert Szakács László, szolnoki, egy évet pedig Szolcsányi György szentendrei pályázónk. A binokulár Mayer József budapesti megfejtőnk veheti kezébe. Gratulálunk! A nyerteseket postán értesítjük.

8. Mi a ZHR?

- 1 A zónaóra rövidítése
- 2 Egy híres német órágyár neve
- x A zenitre korrigált óránkénti mennyiség rövidítése

A 2. kérdésre 29-en az 1-es választ tartották jónak, holott a lapos spektrumokról folyóiratunk 6. számának 14. oldalán lehetett olvasni. A 9. kérdésre a helyes válasz a Csillagászat című könyv 776. oldalán található. A 11. kérdésre hárman azt a választ adták, hogy az AFU-kamera semmire sem használható, illetve szinképelemzésre 6 megfejtőnk szerint igen.

9. Mire használható a cefeidák periódus-fényesség relációja?

- 1 A cefeidák hőmérsékletének meghatározására
- 2 A cefeidák koordinátáinak meghatározására
- x A cefeidák távolságának meghatározására

A 9. számunkban közölt asztro-totó helyes tippjára: 2, 1, X, 1, X, 2, 1, 1, X, 1, 1, 1, 2, 2.

Hatvanhat megfejtés érkezett be, melyek közül kilenc volt telitalálatos.

A nyertesek: fél éves előfizetés — Dudás Károly, Budapest; egy éves előfizetés — Drevenka István, Szeged. A binokulár Posztobányi Kálmán százhalmibattai pályázónk nyerte. Gratulálunk! A nyerteseket postán értesítjük.

A keresztrejtvényt 23-an fejtették meg, hatan sajnos rosszul.

A helyes válaszok:

Kopernikusz, Akebono, Kuiper-öv, Mars Observer.

A nyertesek:

egy doboz floppy - Cserni Krisztián budapesti, Posztobányi Kálmán százhalmibattai pályázók. Egy-egy egeret nyert Ács Zsolt bősárányai és Fűrész Gábor székesfehérvári olvasónk. Gratulálunk! A nyerteseket postán értesítjük.

Az ebben a számban megjelent asztro-totó nyertesek nevét a Természet Világa januári számában tesszük közzé.



