

# Szupernóva a Nagy Magellán Felhőben

## II.

### Neutrínó észlelések

Először az olasz Istituto di Cosmogeofisica Torino és a szovjet Institute of Nuclear Studies Moscow kutatóintézetek közös, a Mont Blanc alagútban elhelyezett 90 tonnás, a 6–10 MeV energiatartományban érzékeny neutrínótávcsöve jelzett beütéseket, méghozzá 7 másodperc alatt 5 db.-ot. Mindez február 23-án történt 3 óra 00 perckor (világidőben), kilenc órával az első optikai észlelés előtt.

Mintegy négy és fél órával később a világ négy egymástól igen távoli pontjain felállított neutrínótávcsövek jeleztek beütéseket. A japán berendezés neve: Kamiokande II. Ez mintegy 1000 méter mélységben van felállítva a japán Kamioka bányatársaság cinkbányájában. (A név utolsó három betűje a Nucleon Decay Experiment szavakból származik, ugyanis ez a földalatti berendezés eredetileg a feltételezett spontán protonbomlás megfigyelésére készült, majd később átalakították és csak 1986 január eleje óta üzemelt neutrínótávcsöként.) Maga a berendezés egy 15 méter átmérőjű, 16 méter magas tartály, melynek falába 948 db. fotoelektromos cella van beépítve. A tartály 2140 tonna tisztított vizet tartalmaz. Ez a berendezés a 7,5–36 MeV energiatartományban érzékeny. A mérés elve az, hogy a beérkező neutrínó (vagy antineutrínó) relativisztikus elektront (vagy pozitront) kelt, ami cserenkov-sugárzás révén veszíti el az energiáját. (Olyan elektronnól — illetve pozitronról — van szó, amely a neutrínótól származó "lökés" következtében az adott közegben (vízben) érvényes lokális fénysebességnél gyorsabban halad, illetve energiáját cserenkov-sugárzás révén elvesztve lelassul.) A körben elhelyezett fotocellák segítségével mérhető a cserenkov-sugárzás iránya és kúpszöge is. Ebből meghatározható a sugárzást kibocsátó elektron (illetve pozitron) haladási iránya és energiája is. Az elektron esetében — mivel azt közvetlenül egy neutrínó "lökte" meg — ezáltal megadható, hogy milyen irányból és mekkora energiával érkezett a szóban forgó neutrínó. A pozitron esetében ez nem lehetséges, mivel itt az történik, hogy egy antineutrínó egy protonba ütközik bele, aminek következtében egy neutron és egy (világító) pozitron keletkezik, és e két részecske együttes energiája illetve iránya nem határozható meg egyedül a pozitron megfigyelése alapján.

A Kamiokande berendezés 11 db. neutrínót észlelt 13 s alatt február 23-án 7 óra 35 perc 35 másodperckor. (Utólag kiderült azonban, hogy az eseményeket regisztráló óra nem volt egészen pontosan beállítva, ezért csak arra volt alkalmas, hogy az egymás után beérkező neutrínók közti időkülönbséget mérje, és így a neutrínózápor kezdetének időpontjától a pontosan beállított amerikai berendezés első jelének időpontját fogadták el.) Mivel a beérkező 11 jelből az első kettőről megállapítható volt, hogy neutrínótól származott (a többi 9 antineutrínó volt, ezekre ugyanis százszor érzékenyebb a berendezés), iránymérésre is lehetőség nyílt. A mérés szerint az első neutrínó érkezési iránya a szupernóva irányától  $18^{\circ} \pm 18^{\circ}$ -kal tért el, míg a második  $15^{\circ} \pm 27^{\circ}$ -kal. Ez az eredmény kétségtelenné teszi, hogy az észlelt neutrínózápor ténylegesen a szupernóva irányából érkezett.

Az amerikai IMB (Irvine Michigan Brookhaven) berendezés egy kb. 700 méter mélyen levő sóbányában van felállítva. Teljes tömege 8000 tonna, de

ebből csak 5000 tonnányit figyel a 2048 fotocella. (Negyedrészüik sajnos éppen meghibásodott, ezért az amerikai mérésekből nem lehetett irányt meghatározni.) Ez a 20—40 MeV energiatartományban érzékeny neutrínótávcső 8 db. neutrínót észlelt 6 s alatt, február 23-án 7 óra 35 perc 41,37 másodperccel kezdődően.

A kaukázusi Baksan völgyben elhelyezett szovjet neutrínótávcső ugyanebben az időpontban észlelt 3 db. 13 ill. 18 MeV energiájú neutrínót 6 másodpercen belül.

A számítások szerint körülbelül összesen  $10^{58}$  db. neutrínó keletkezett a szupernóva-robbanáskor, és ennek eredményeképpen még ebben a hatalmas távolságban is (kb.  $10^{170}$  ezer fényév) minden, az irányra merőleges négyzetcentiméteren  $10^{10}$  db. neutrínó haladt át. (Egyébként a Napnak is kb. ennyi a neutrínófluxusa, de ott sokkal kisebb energiájú neutrínókról van szó.)

A Mont Blanc mérés idején is üzemelő japán, amerikai és kaukázusi szovjet neutrínótávcsövek semmit nem jeleztek, de a Mont Blanc berendezés jelzett két neutrínót a későbbi időpontban. E furcsa megfigyelési eredmény végleges értelmezése ma még várat magára. Egyesek kétségbe vonják a Mont Blanc mérés realitását. Ugyanakkor nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a Mont Blanc berendezés a 7—10 MeV energiatartományban, míg a másik három a magasabb energiatartományokban érzékeny. Éppen ezért elképzelhető, hogy egy viszonylag kisebb energiájú első neutrínózáport csak a Mont Blanc berendezés, míg egy négy és fél órával később keletkezett nagyenergiájú záport — amiben azért érkeztek kisebb energiájú neutrínók is — mind a négy neutrínótávcső jelzett. Ugyancsak az első Mont Blanc mérés realitását erősítik azok a — sajnos még több mint egy év elteltével is csak meg nem erősítettnek nevezhető — híresztelések, miszerint az első Mont Blanc méréssel egyidejűleg (sőt, az előtt 1,4 másodperccel!) "valamit" jeleztek az olaszországi és amerikai gravitációs hullám detektorok. Hogy pontosan mit, illetve hogy tényleg jeleztek-e, azt eddig nem sikerült tisztázni.

A nagyenergiájú neutrínózápor egyidejű észlelése a Föld egymástól távoli négy pontján, valamint az iránymérés a neutrínócsillagászat nagy diadala: első ízben sikerült konkrét égi jelenséget megfigyelni a neutrínócsillagászat eszközeivel.

Ha az első, kis energiájú neutrínózáport is reálisnak fogadjuk el, akkor az egyik lehetséges változat az, hogy mindkét neutrínózápor az 1987A jelű szupernóvától érkezett. Hillebrandt nyugatnémet csillagász szerint ez úgy történhetett, hogy az "őscsillag" magja előbb neutroncsillaggá omlott össze, majd 4,5 óra múlva ez a neutroncsillag is összeomlott, és helyén egy fekete lyuk maradt. De lehetséges egy másik magyarázat is. Egyes kutatók szerint ugyanis, ha a gravitációs hullám detektorok egyáltalán képesek a gravitációs hullámok kimutatására, ilyen nagy távolságból érkező jelek kimutatására biztosan nem képesek. Ha pedig bebizonyosodik, hogy mégis észleltek jeleket, és egyidejűleg a Mont Blanc neutrínótávcső pedig neutrínózáport jelzett, akkor az esetleg egy másik, közeli, de általunk valamilyen okból fel nem fedezett szupernóvától is származhat. (Ez nem nagyon valószínű, de hogy mégsem lehetetlen, arra jó példa a Cas A néven ismert erős rádióforrás. Tudjuk, hogy ez egy közeli szupernóva-maradvány, és a megfigyelhető méret, valamint tágulási sebesség alapján kiszámítható, hogy ennek a szupernóvának valamikor a XVIII. század közepén kellett felrobbannia. Viszonylagos közelsége ellenére mégsem látta senki.)

## A szupernóva röntgensugárzása

A szupernóva megjelenésének idején két üzemképes röntgenobszervatórium keringett földkörüli pályán: a MIR űrállomáson lévő KVANT modul és a japán Ginga röntgenhold.

Természetesen mindkét röntgenholdat azonnal ráállították a szupernóvára. (A nemrég felbocsátott Ginga esetében úgy tervezték, hogy fél évig először csak kalibrációs méréseket végeznek, a csillagászati megfigyeléseket majd csak ezek befejezése után kezdik el.) A rendkívüli helyzetre való tekintettel azonban azonnal elkezdték a szupernóva vizsgálatát. Kezdetben nem mérték semmit, illetve azt állapították meg, hogy ha van is a szupernóvának röntgensugárzása, az akkor is kisebb 4 millicrab-nál (a Rák kód röntgensugárzásának 4 ezredrészénél). Mindez elméletileg is rendjénvalónak látszott, hiszen röntgensugárzás akkor várható, ha például a szupernóva lökeshulláma beleütközik az interstelláris gáz- illetve porfelhőkbe — márpedig egy B típusú szuperóriás "kitakarítja" maga körül a teret, a kezdeti időkből tehát aligha várható ilyen eredetű röntgensugárzás.

Éppen ezért tulajdonképpen meglepetést keltett, hogy június végétől kezdve mind a Ginga, mind pedig a MIR űrállomáson levő KVANT modul fokozódó röntgensugárzást észlelt. A röntgensugárzás teljesítménye  $3 \cdot 10^{31}$  W, jelleget tekintve igen kemény röntgensugárzás. (Ez azt jelenti, hogy a nagy energiák felé csak viszonylag lassan esik a sugárzás intenzitása.)

A röntgensugárzás korai jelentkezését általában a szupernóva-robbanásban levő valamilyen aszimmetria jeleként értékelik. Emiatt a ledobódó héj már elvékonyodott, és ki tud jönni alóla a röntgensugárzás. Ennek az elvékonyodó héj alól kibukkanó röntgensugárzásnak oka lehet a szupernóva-robbanás helyén maradt neutroncsillag vagy fekete lyuk röntgensugárzása, de ennél van egy valószínűbb ok is. A szupernóva-robbanásban ugyanis a mag összeomlása-kor radioaktív  $^{56}\text{Ni}$  keletkezik. Ennek felezési ideje mindössze 6,1 nap — ez az anyag gammasugárzás kibocsátása közben szintén  $^{56}\text{Co}$ -tá alakul át. Ennek a felezési ideje már jóval nagyobb (114 nap), és ez az anyag is gammasugárzás kibocsátása közben alakul át vassá ( $^{56}\text{Fe}$ ). Az említett folyamatokban keletkező gammasugárzás a szupernóváról ledobódó héjon szóródva energiát veszít, és ezt észlelhetjük röntgensugárzásként. Ha valóban ez a megfigyelt röntgensugárzás oka, akkor az várható, hogy a ledobódó részek fokozatos elvékonyodása következtében rövid idő múltán maga a gammasugárzás is megfigyelhetővé válik, ugyanakkor a 114 napos felezési idő következtében néhány hónap után az egész jelenség fokozatosan megszűnik.

A gammasugárzást meg is találták még a Solar Maximum Mission mesterséges hold 1987 augusztusa és októbere közötti mérései alapján. (Ez az a hold, amely meghibásodott, de az amerikai űrhajósok a helyszínen megjavították.) A másik várható következmény — a röntgensugárzás fokozatos csökkenése majd megszűnése — is igazolódni látszott egészen az év végéig, de a legújabb mérések szerint 1988 első napjaiban rövid idő alatt jelentősen fokozódott a szupernóva irányából érkező röntgensugárzás.

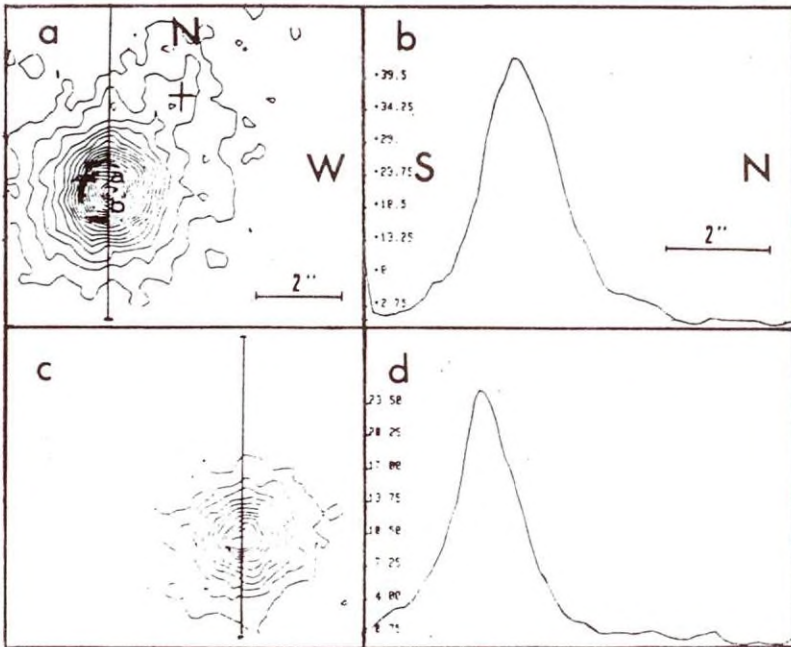
## A szupernóva-robbanás "őscsillaga": a Sanduleak -69°202

Az már a szupernóvarobbanást követő első pozíciómeghatározások alapján nyilvánvaló volt, hogy a szupernóva mért pozíciója közelében három olyan csillag látszik a területről korábban készült felvételeken, amelyek szóba jöhetnek az "őscsillag" keresésekor. Közülük a legfényesebb a Sanduleak katalógus -69 202 jelű csillaga. A szakirodalomban ezt a csillagot nevezték

el star 1-nek, míg a másik kettő a star 2 ill. star 3 nevet kapta fényességük sorrendjében. Főbb adataik a következők:

	star 1	star 2	star 3
Eltérés a SN pozíciójától	$\Delta\alpha = 0,00 \pm 0,04$ $\Delta\delta = -0,04 \pm 0,05$		
Fényesség (V-ben)	$12^m,40 \pm 0^m,1$	$15^m,01 \pm 0^m,2$	$15^m,74 \pm 0^m,3$
Szögtávolság star 1-től	-	$2^{\circ}95' \pm 0^{\circ}03'$	$1^{\circ}70' \pm 0^{\circ}05'$

Annak a valószínűsége, hogy az adott helyen három ilyen csillag véletlenül látszódjon ennyire közel egymáshoz, a becslések szerint  $10^{-7}$ . Feltételezhető tehát, hogy a három csillag fizikailag is összetartozik.



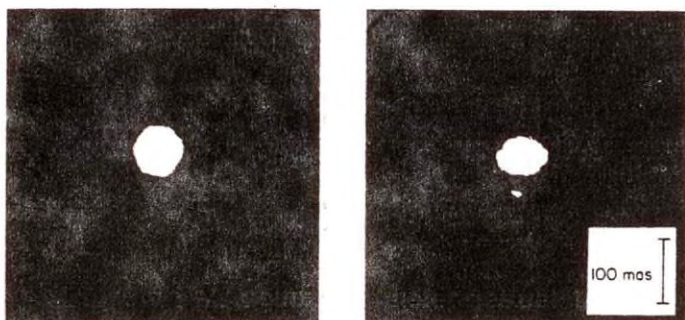
1. ábra. A kétszeresen ionizált oxigén tiltott vonalában készült felvételt (balra fent) D-E irányban kimérve, a kapott denzitási görbe (jobbra fent) "vállasabb", mint az ugyanerről a lemezről származó összehasonlító csillag denzitási görbéje (lent). E mérés arra utal, hogy a rendszer főkomponense maga is kettős, komponensei É-D irányban helyezkednek el.

Meglepő eredményt hozott egy, az ESO 1,5 méteres dán teleszkópjával készült felvételpár utólagos tanulmányozása. Ezek a felvételek eredetileg az 4157 C jelű, a közelben található "szuperbuborék" tanulmányozására készültek. A  $H\alpha$  szűrővel készült felvétel megerősíti a fenti táblázatban

foglaltak. Viszont a még keskenyebb 1nm-es szélességű [0 III] (500,7 nm-es középpontú) szűrővel készített felvétel (1. ábra) alapján feltételezik, hogy esetleg maga a star 1 is kettős. Ez a feltételezés azon alapszik, hogy mint az 1. ábrán látható, É-D irányban kimérve a felvételt, a denzitásgörbe sokkal "vállasabb", mint a szintén az 1. ábrán látható (ugyanarról a felvéletről származó) összehasonlító csillag esetében. A felvétel kiértékelése alapján a star 1a—star1b szögtávolság  $0,30 \pm 0,1$  ívmásodperc. Ha ez tényleg így van, akkor a Sk -69 202 legalább is négy tagból áll.

## A «magic spot»-nak nevezett fényjelenség

A szupernóva vizsgálatára a csillagászok minden rendelkezésre álló eszközt bevetettek, így a különösen nagy felbontású képet adó speckle-interferometriai berendezéseket is. (A speckle-interferometriás mérés lényege a következő: A távcső objektívátmérője és az alkalmazott hullámhossza elvi határt szab a felbontás növelésének. A gyakorlatban azonban ez az elvi határ meg sem közelíthető, mivel a légkörben állandóan jelenlevő turbulens cellák hatásaként a kép a fókusz síkban össze-vissza ugrál, ezért a hosszú expozíció végén egy teljesen elmosódott képet kapunk. Megfelelő regisztráló berendezés és számítógép alkalmazásával azonban a pillanatfelvételek a kép "ugrálását" kompenzálva egymásra tolnak, így a szükséges hosszú expozíciós idő elteltével is éles marad a kép.)



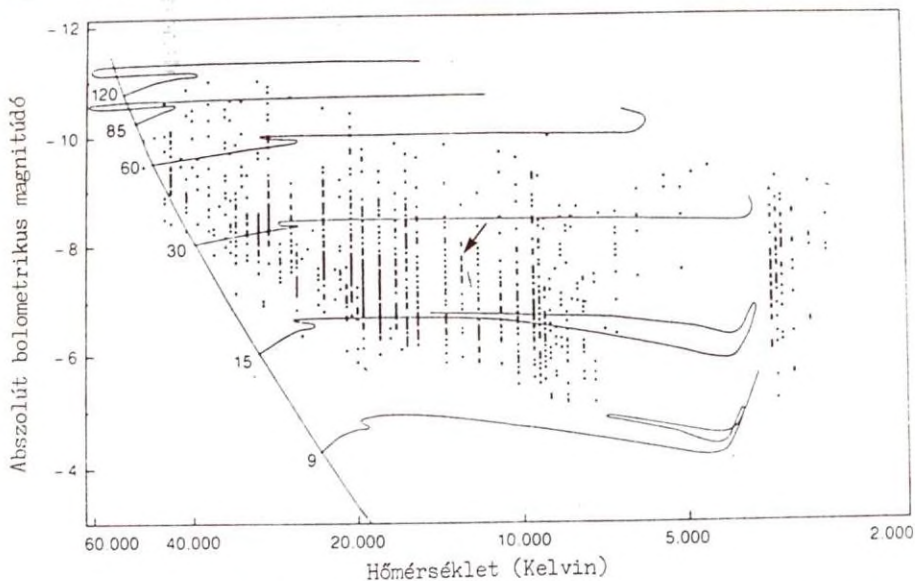
2. ábra. A "magic spot" (jobb oldali kép) a szupernóvától 60 milliívmásodpercrenyire déli irányban. A bal oldalon látható összehasonlító csillag bizonyítja, hogy a megfigyelt folt valódi, nem mérési hiba.

Az 1987A szupernóvára vonatkozó első ilyen méréseket a chilei Cerro Tololo amerikai obszervatórium 4 méteres távcsövével végezték 1987. március 25-én, majd április 2-án. A kutatók nagy meglepetésére 60 milliívmásodpercre a szupernóvától déli irányban egy ismeretlen, fényes objektumot találtak. Ez H $\alpha$ -ban csak mintegy 2,7 magnitúóval volt halványabb a szupernóvánál. Egy 6,5 magnitúdó fényességű folt azonban — magát a szupernóvát nem számítva — a Nagy Magellán Felhő legfényesebb objektuma lenne! A méréseket többféle hullámhosszon is megismételték (656, 533, 588 és 658 nm-en). A kapott eredményt mintegy tíz nappal később egy angol kutatócsoport tagjai is megerősítették. A 60 milliívmásodperc szögtávolság az adott (kb. 50 kpc) távolságban 3000 Csillagászati Egységnek felel meg (2 fényhét). Mivel az első ilyen mérések kb. négy héttel a

szupernóva-robbanás után készültek, kézenfekvőnek látszott a feltevés, hogy az ismeretlen fényfolt nem más, mint egy szupernóva által megvilágított interasztelláris felhő. Csakhogy az adott távolságban még ha 100%-os albedót tételezünk is fel (ami egyébként is erős túlzás), ilyen fényes csak akkor lehetne egy felhő, ha sokkal nagyobb lenne, márpedig a megfigyelt folt pontszerű. Ezt a magyarázatot tehát el kell vetni. Fényesebb lehetne a felhő, ha nem közönséges reflexiót tételezünk fel, hanem azt, hogy a szupernóva ionizált egy gázfelhőt, de ebben az esetben viszont vonalas színeképet kellene kapnunk, márpedig a megfigyelések ezt nem igazolják (2. ábra).

### Az 1987A szupernóva különös tulajdonságainak lehetséges magyarázata: az SK -69°202 "lekopasztódott" óriás kísérője robbant?

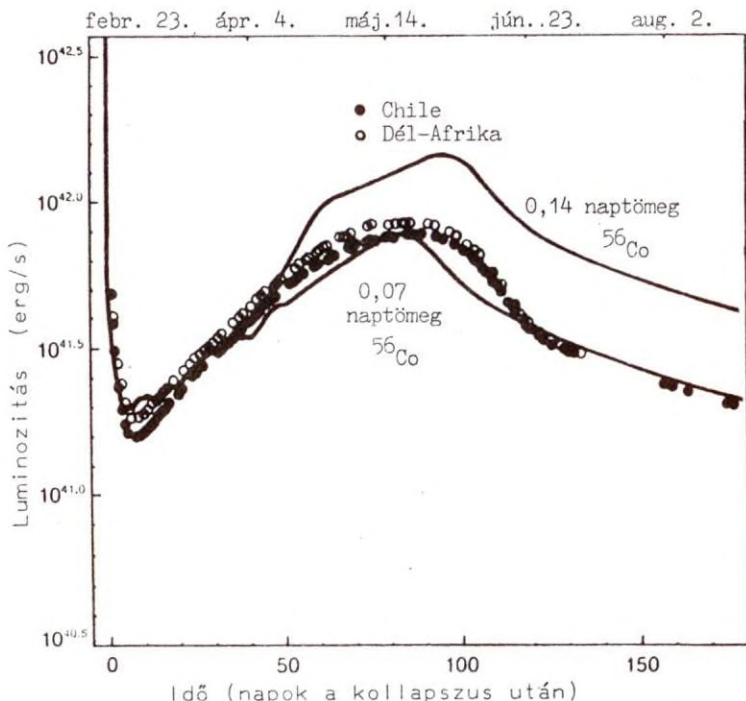
Elméletileg mindenképpen M típusú (tehát vörös) szuperóriás csillagtól várható szupernóva-robbanás. Az is nyilvánvaló, hogy egy többszörös rendszerben — melynek tagjai feltehetőleg egyidősek — a legnagyobb tömegű, legfényesebb csillag szenvedhet szupernóva-robbanást, hiszen annak kell a leggyorsabban fejlődni, és ezáltal ez jut el leggyorsabban életének végpontjához. Ez utóbbi megállapítás azonban csak első közelítésben igaz. Az ugyanis, hogy egy adott csillag szupernóva-robbanást szenved-e, elsősorban a belső magjának a tömegétől függ. Az viszont, hogy milyen fényes, elsősorban a külső részeketől, a fotoszféra méretétől (és hőmérsékletétől) függ.



3. ábra. A Nagy Magellán Felhő HRD-je. A nyíllal jelzett csillag a Sanduleak -69 202. Az ábráról az is leolvasható, hogy ennek az elfejlődött szuperóriásnak a tömege 20-25 naptömegnyi lehet.

Elképzelhető tehát egy olyan "őscsillag" is, melynek megvan a szükségesen nagy belső magja, de a külső részei lekopasztódtak róla. Ez úgy lehet, hogy a csillag egy olyan kettős rendszer tagja, melynek két nagytömegű

komponense hosszú ideig függetlenül fejlődhetett, de a nagyobbik a vörös óriás állapotban — amikor a szén begyulladását megelőző fázisban a csillag külső részei óriási mértékben kitágulnak — kitöltötte Roche-térfogatát, és külső részei úgy "átfolytak" a másik komponensre, hogy az eredetileg nagyobb tömegű vörös óriásnak szinte csak a magja maradt meg, a kísérő csillag pedig még tovább növekedett. A kérdés az, hogy elképzelhető-e a Sanduleak -69 202 mellett egy ilyen kísérő úgy, hogy egyrészt elég nagytömegű legyen ahhoz, hogy szupernóvarobbanást szenvedjen, másrészt viszont elég halvány legyen ahhoz, hogy a területről készült korábbi felvételeken észrevétlen maradjon?



4. ábra. A megfigyelt fénygörbe összehasonlítása a radioaktív  $^{56}\text{Co}$  bomlása alapján számított elméleti fénygörbékkel. A felső folyamatos vonal 0,14 naptömegnyi  $^{56}\text{Co}$  keletkezését tételezi fel, míg a mérési pontokra jobban illeszkedő alsó görbe 0,07 naptömegnyi  $^{56}\text{Co}$  alapján számított elméleti görbe.

Az amerikai Massachusetts Institute of Technology kutatói szerint igen. Az általuk kidolgozott modell szerint a szupernóva-robbanást a Sanduleak -69 202 kísérője szenvedte el, amit — alkalmazkodva a korábbi jelölésekhez — star 4-nek neveztek el. A kezdeti állapotban a star 4 tömege 12 naptömeg, a star 1-é pedig 10 naptömeg. (Ha a star 4 kezdeti tömege kisebb lenne 8 naptömegnél, akkor nem lehetne belőle II. típusú szupernóva, ha viszont tömege nagyobb lenne mint 15 naptömeg, akkor nem maradhatott volna láthatatlan a területről készült korábbi felvételeken.) A kezdeti keringési idő kb. 2 év, a két komponens távolsága mintegy 4 Csillagászati Egység. (Természetesen star 2 és star 3 is a rendszerhez tartozik, de ezek a

csillagok olyan távol keringenek, hogy nincsenek befolyással a star 1 — star 4 szoros rendszer fejlődésére.)

A modellszámítások szerint a rendszer paraméterei a szupernóva-robbanást közvetlenül megelőzőleg a következők voltak: A külső részektől megszabadult star 4 tömege 3-6 naptömeg (ebből kb. egy naptömegnyi a megmaradt hidrogénben gazdag külső rész), a "meghízott" star 1 tömege pedig 18 naptömeg. A keringési idő 3-10 év, a pálya excentricitása 0,1-0,4. Ekkor a számítások szerint a star 4 fényessége  $14 \pm 0,5$  magnitúdó — így még éppen elképzelhető, hogy a területről készült felvételeken és az objektívprizmás spektrumokon észrevétlen maradhatott.

A modell talán kissé bonyolultnak és esetlegesnek tűnhet, de nagy előnye, hogy a megfigyelt szupernóva-robbanás számos különleges tulajdonságát lehet vele megmagyarázni:

- Megoldódik a legnagyobb kérdőjel: valóban nem B típusú, hanem M csillag robbant.
- A héj lecsökkent tömege miatt a szupernóva-robbanáskor ledobódó anyagmennyiség kisebb, ezért halványabb a szupernóva.
- A kisebb ledobódó héjtömeg miatt annak anyaga nagyobb sebességgel indul, ezért gyorsabb lesz a fénygörbe fejlődése.

A második maximum léte valójában nem olyan nagyon különös jelenség. A radioaktív bomlás okozta kifényesedést már sok szupernóva-fénygörbe leszálló ágán megfigyelték, de ez sokkal fényesebb szupernóva-robbanások mellett csupán a leszálló ágon levő púpként jelentkezett, és nem okozott önálló maximumot.

DR. PATKÓS LÁSZLÓ

(A 16. PVH-találkozón, 1988. április 9-én elhangzott előadás anyaga)

## Augusztusi (meteor)észlelőtábor Kötcsén

Idén augusztusban ritka jó megfigyelési alkalmat teremt a jó holdfázis. A hónap közepén bekövetkező újhold lehetőséget nyújt a nagy augusztusi meteorrajok, a Perseidák és a Kappa Cygnidák teljes fel- és leszálló ágának figyelemmel kísérésére. Természetesen fokozottan készülünk az eseményre, s ezúton szeretnénk minden meteorozás és fotózás iránt érdeklődő amatőrtársunk segítségét kérni.

A meteoráramlatok megfigyelésére több helyszínen is szervezünk tábort, közülük az egyik a Macsit kötcei észlelőtélke, ahol sok táborozó elhelyezésére van mód. Kötcsé a Balaton déli partján levő Balatonszárszótól 10 km-re délre található a Somogyi-dombság nyúlványain. Égboltja kiváló, a telken található létesítmények kényelmessé teszik a munkát. A rendezvény időpontja előreláthatólag augusztus 8-21. Az érdeklődőket szeretettel várjuk.

MMTÉH



## Könyvajánlat

Vargha Domokosné-Kanyó Sándor:  
...csillagkoronák éjjéli barátja  
Tittel Pál élete és működése

A magyar reformkor kiemelkedő egyéniségei méltó hazát akartak teremteni egy elárvult nemzetnek. Széchenyi fejezte ki legtisztábban ezt a vágyat, amikor a nemzet palérozódását tűzte ki célul s vele a magyar tudomány ügyének előmozdítását. Hogyne figyelt volna fel Tittel Pálra, az Európa-szerte ismert kiváló csillagászra és matematikusra, Gauss tanítványára, aki a Gellérthegy ormáról fürkészte a messzi égi mezőket. Gyakran kereste fel őt a csillagdában, hogy szót váltsanak az égbolt titkairól s e "csúnyácska" magyar haza sokféle gondjáról.

A hirtelen felpezsdülő honi szellemi élet sokak által ismert és becsült alakja volt Tittel Pál. Elsők között választották be a hazai természettudósok táborából a Széchenyi alapította Magyar Tudós Társaság — a későbbi Magyar Tudományos Akadémia — tagjai közé. Az utókor mégis mintha teljesen megfeledkezett volna róla! E könyv szerzői a korabeli dokumentumok alapján mutatják be életútját és munkásságát. S nem csupán Tittel pályáját rajzolják meg: híven ábrázolják a reformkor heroikus tudományteremtő igyekezetét, és elénk tárják a korszerű természet-tudomány meghonosodásának, megizmosodásának nehézségeit is.

Jeles tudománytörténészünk, Verkerdi László szavaival élve: "Megerőltető forrásmunka nemcsak a magyar csillagászat fejlődésének, hanem hazánk általános fejlődésének szempontjából is."

A kötetet számos fénykép, reprodukció, dokumentum egészíti ki.

Akadémiai Kiadó  
212 oldal, kötve 140 Ft

## Külföldi csillagászati könyvek

Felhívjuk az érdeklődők figyelmét, hogy a Könyvértékesítő Vállalatnál 1-1 példány megvásárolható az alábbi csillagászati kiadványokból:

SAO Csillagkatalógus (4 kötetben,  
258 997 csillag adataival,  
kb. 9,5-10,0 magnitúdóig) 26165 Ft  
Viscardy: Atlas-guide  
photographique de la Lune 5114 Ft

Népszerűsítő, ismeretterjesztő  
könyvek, némelyik színes illusztrációkkal:

Laustsen-Madsen-West:  
Exploring the southern sky 3885 Ft  
Elliot-Kerr: Rings. Discoveries  
from Galileo to Voyager 750 Ft  
Klecsek: Exercises in  
astronomy 1714 Ft  
Kaufmann: Discovering  
the Universe 2591 Ft

Magasabb színvonalú, az elmélyültebben érdeklődőknek ajánlható tudományos könyvek:

IAU Symposium: Observational  
Cosmology 3922 Ft  
Turner: Very High Energy  
Gamma Ray Astronomy 4648 Ft  
Shapiro-Teukolsky: Highlights  
of modern astrophysics 2802 Ft  
Kondo: Exploring the Universe  
with the IUE satellite 3777 Ft  
Sekido-Elliot: Early history  
of cosmic ray studies 7989 Ft

Az érdeklődők telefonon, személyesen vagy levélben Bakó Józsefné csoportvezetőhöz fordulhatnak (Könyvértékesítő Vállalat, Import csoport, 1134 Bp. Váci út 19., tel.: 498-320/135). A könyveket magánzemélyek és közületek egyaránt megvásárolhatják.