

# Csillaghalál: planetáris ködök közelről

A planetáris ködök említésekor feltehetően mindenkinek eszébe jutnak olyan jól ismert objektumok, mint pl. a Gyűrűs-köd a Lyrában, vagy a Bagoly-köd az Ursa Maiorban. Jelen cikk célja ezen rendkívül érdekes égitesttípus áttekintése, mind történeti, mind a modern csillagászati kutatások fényében. Emellett észlelési ajánlatként szeretnénk átnyújtani egy csokrot a Kedves Olvasónak a fényes planetáris ködökből. Mindezek során kitekintünk a planetáris ködökkel közeli rokonságban álló objektumokra is (felmenő és lemenő ágon), amelyek hasonlóságáért a kialakulásukat meghatározó folyamatok felelősek.

## Egy kis história

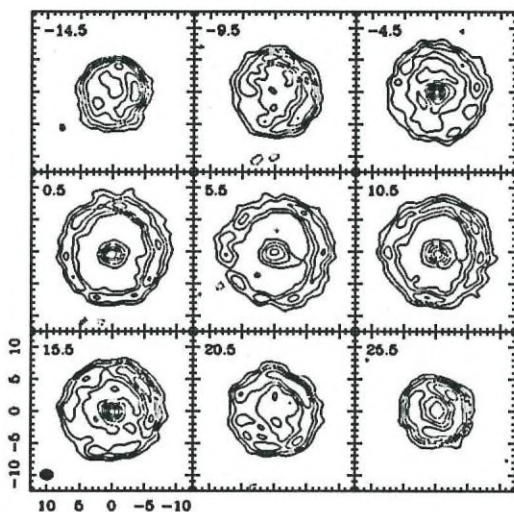
Maga a planetáris köd kifejezés tisztán leíró jellegű, mivel ezen objektumoknak semmi köztük a bolygókhoz. Egyedül az átlagos megjelenésük hasonlít a Jupiter, Uránusz, vagy a Neptunusz távcsőben látott képéhez. Nem teljesen klasszikus példány az elsőként felfedezett Gyűrűs-köd, amelyet Antoine Darquier francia csillagász talált meg 1779-ben. Háromhüvelykes távcsövével a Jupiterre emlékeztető korongot írt le, aminek azonban egyenletesen halványodik a fénye a pereme felé. Ugyanebben az évben Messier is megtalálta egy üstökös észlelése közben, és rengeteg halvány csillag együttesének gondolta. William Herschel 1785-ben az ég egyik legfurcsább objektumának tekintette, ami feltételezései szerint egy gyűrű alakú csillaghalmaz.

A 19. század során tucatnyi új planetáris ködöt találtak, valódi természetük azonban nagyon sokáig homályban maradt. Ehhez megfigyelési oldalról a spektroszkópia csillagászati alkalmazása, elméleti oldalról pedig a csillagfejlődés megértése bizonyult nélkülözhetetlennek. Herschel még azt gondolta, hogy az összes ködös objektum távoli csillaghalmaz(ok) összeolvadó fényéből áll, és hogy emiatt a távcsövek javulásával előbb-utóbb mindegyik felbomlik majd halvány csillagokra. A 19. sz. második felében a színképelemzés utalt először a különböző ködök teljesen eltérő jellegére. A planetáris ködök színképe akkoriban nehezen, vagy egyáltalán nem azonosítható, éles emissziós vonalakból áll, amiket a fizikusok laboratóriumi kísérletei ritka gázok izzításakor mutattak. Ezzel szemben az elsőként felvett galaxiszínkép (Andromeda-köd) a csillagokéra emlékeztető elnyelési vonalakat tartalmazott, amiből többen már 1900 körül a galaxiselmélet helyességére következtettek (t.i. a spirálködök *nagyon* távoli csillagrendszer). Ilyeténképpen a planetáris ködök gázköd felépítése fizikai igazolást nyert. Asztrofizikai helyzetük azonban lényegében semmit nem tisztult.

A fő nehézséget nagyon sokáig a „közeli bolha, vagy távoli elefánt” problémája jelentette, ugyanis még a legfényesebb planetáris ködök parallaxisát sem sikerült kimérni. Emiatt a távolságok ismeretlenek maradtak, a látszó átmérőket nem lehetett valódi átmérőre átszámítani, így akár kialakulófélben levő Naprendszer, akár éppen keletkező galaxis is lehetett volna egy-egy köd. Az 1970-es évekig kellett várni, míg a megfigyelési technikák fejlődése, valamint a kis- és közepes tömegű csillagok fejlődésének elmélete kialakította a planetáris ködök ma elfogadott képét, ami tömören egy csillagfejlődési végállapothoz vezető út látványos közbülső állomásaként foglalható össze. Lássuk a részleteket!

## Úton a keletkezés felé

Minden csillag önszabályzó termonukleáris erőműként működik mindaddig, amíg belsejében elegendő „üzemanyag” áll rendelkezésre. Kezdetben a hidrogént fúziós reakciókon keresztül héliummá alakító csillagmag elegendő sugárnyomást biztosít a csillag súlyának összeroppantó erejével szemben. Később, a hidrogén elfogytával szétválak a kis- és nagytömegű csillagok életének menete (a határ valahol  $10 M_{\odot}$  körül van). A nagytömegűeknél lépcsőzetesen ismétlődő folyamatok játszódnak le, amelyek során az előző energiaforrás kimerülése után a magjuk összehúzódnak, majd a kellően nagy nyomás és hőmérséklet kialakulásával magasabb rendszámú elemek fúziós reakciói indulnak be. A sorozat legvégén áll a teljes kimerülés, az energiát már nem termelő, hanem elnyelő vasmag létrejötté, ami után megállíthatatlanul összeomlik a csillag, és II-es típusú szupernóvaként befejezi életét. Mindez néhány millió, vagy tízmillió év alatt zajlik le.



Molekulahéjak az U Camelopardalis körül

körülmények létrejöttek. Ekkor ugyanis a légkör külső tartományai olyan messzire kerülnek a rendszer gravitációs központjától, hogy viszonylag kisebb instabilitások is elindíthatják az AGB-n jelentkező erős tömegvesztési folyamatokat. A tömegvesztést modulálhatják az energiatermelés ingadozásait okozó ismétlődő héliumhég-lobbanások (termális pulzusok). A termális pulzusok alatt a magot övező hélium-, ill. hidrogénhéjakban egyenetlenül történnek a fúziós reakciók, amelyek jellemzően néhány száz évig tartanak és átalakítják a belső régiókat. Az AGB-n fejlődő csillagok tömegük jelentős részét elvesztik. A ledobott anyagot a kései hélium-villanások révén napvilágra kerülő, nagyságrendileg százezer K hőmérsékletű csillagmag planetáris köd formájában ionizálja és fénylésre gerjeszti.

Természetesen felmerül a kérdés, hogy a fentebb részletezett, és az 1970-es, 1980-as években elvégzett elméleti számításokon alapuló csillagfejlődési képet milyen megfigyelési tények támasztják alá (hozzá kell tenni, hogy az eredeti ötlet még

Egészen más utat járnak be a kis- és közepes tömegű csillagok. Érdeemes megjegyezni, hogy mivel ebbe a kategóriába a durván  $0,6-5 M_{\odot}$  tömegű csillagok tartoznak, ezért Tejútrendszerünk csillagainak 90%-a, köztük a mi Napunk is, hasonló sorsra jut. Ezek a csillagok fejlődésük során évmilliárdok alatt eljutnak a vörös óriás állapotba, amikor a Hertzsprung–Russell-diagram aszimptotikus óriáságán (AGB) tartózkodva energiatermelésük kikerül a degenerálttá váló magjukból az azt övező hidrogén- és héliumhéjakba. A fajlagosan nagyobb magbéli hőmérséklettel járó állapot felfújja a légkörüket, így akár néhány száz  $R_{\odot}$  sugarúvá híznak a csillagok. Pontosán a felfúvódás lesz az oka a planetáris köd kialakulását biztosító



Szklovszkijtól származik 1956-ból). Talán nem egyértelmű, de az AGB-n tartózkodó vörös óriás csillagok az amatőr csillagászoknak is kedvelt objektumai, hiszen itt vannak a mirák és a félszabályos változócsillagok (SRa, SRb, Lb). Fényváltozásukat légkörük pulzációja okozza, ami szintén hozzájárulhat a tömegvesztéshez. A vörös változók jellemzően  $10^{-7}$ – $10^{-6}$   $M_{\odot}$ /év mennyiségű anyagot veszítenek lassú (kb. 10 km/s) csillagszél formájában, mint azt az infravörös és mikrohullámú tartományban felvett színekp vonalak elemzése kimutatta. A termális pulzusokra mira változóknál éppen a belső szerkezet ártrendeződése miatt fellépő periódusváltozáson keresztül következtethetünk — kizárólag évtizedekre kiterjedő amatőr fénybecslések segítségével! A legmeggyőzőbb megfigyelési bizonyítékok azonban az utóbbi 4–5 évben, rádiótartományban elvégzett mérések adták, amelyek több félszabályos csillag körül is kimutattak levált molekulahéjakat (X Her, Y CVn, TT Cyg, U Cam). Ezek jórészt széncsillagok, körülöttük pedig széndioxidban gazdag, 15–20 km/s-os sebességgel táguló molekulahéjakat találtak. Színes mellékletünkben mutatjuk be a TT Cygnit övező, jó 25" sugarú héjat.

Az AGB tetején találjuk az ún. OH/IR csillagokat, ezek már a ledobott anyagból kialakult sűrű burokokban vannak, belül pedig egy mira, vagy ahhoz hasonló infravörös változócsillag helyezkedik el, ami az erős mézersugárzás mellett a szintén infravörös mérések szerint évente  $10^{-5}$ – $10^{-4}$   $M_{\odot}$ -et veszít el (pl. CW Leo). Az ismétlődő termális pulzusok végül lelökik a csillagmagot burkoló rétegeket, feltárul a kompakt, igen forró központi égitest (a leendő fehér törpe), aminek sugárnyomása elindítja az akár 2000 km/s sebességű gyors csillagszelet. Ennek kölcsönhatása az AGB-csillag maradványával (lassú szél) fogja kialakítani a planetáris ködöt.

## Nehéz szülés

A megértéshez szükséges „csillagfejlődési alapozás” után vegyük szemügyre magát a planetáris ködöt létrehozó folyamatot. A jelenleg uralkodó elképzelések szerint a gyors csillagszél hamar utoléri a lassú csillagszállal távozott anyagot. Ütközésük háttérfelületén egy lökeshullám elindul kifelé, valamint egy gyengébb befelé. A kifelé haladó lökeshullám mögött egy anyagmentes zóna is halad előre, és az elmélet szerint, ameddig ez a kettős eljut, addig látjuk a forró központi csillag-maradvány sugárzása által jórészt ionizált gázanyag rekombinációs sugárzását (csak emlékeztetőül: a semleges atomokat a bejövő nagyenergiájú fotonok gerjeszthetik, vagy akár ionizálhatják is, majd a korábbi állapot visszaállásakor az ionok, ill. gerjesztett atomok az energiakülönbséget kisugározzák). Ami mind a mai napig izgalmassá teszi a vázolt jelenséget, az az, hogy a pontos fizikája nem ismert kellő részletességgel, így nagyon sok kérdés várja a tisztázását. Ösztönösen sejtethetjük, hogy a probléma kezeléséhez hidrodinamikára és sugárzásterjedésre van szükségünk, ennek részletezése azonban nem célja cikkünknek.

Ahogy a lökeshullám átfut a korábban ledobott csillagkörülí anyagon (nagyságrendileg néhány tíz év alatt), az egész világitani kezd. Innen nevezhető teljesnek a planetáris köd. A lassú szél sebességével — 10–20 km/s — tágul, majd szép lassan eloszlik a csillagközi térben. A központi maradvány megindul a fehér törpékhez vezető hűlési útvonalon. Mindennek a végén ott áll egy fehér törpe, egy Föld-méretű egykori csillagmag, magányos esetben a Világegyetem egyik legstabilabb képződménye. Az átmenet néhány tízezer évig tart, és eddig figyelhetjük meg a planetáris ködöket, a csillaghalál csodaszép kísérőjelenségeit.

## Gömb, pont, tengely, vagy valami más

A planetáris ködökkel kapcsolatban az utóbbi évek legintenzívebben vizsgált kérdése a különböző szimmetriák értelmezése. A Hubble Űrtávcső (HST) kiváló felbontású képei több kérdést vetettek fel, mint amennyit megmagyaráztak — talán érthető, hogy miért szontyolodtak el az elméleti szakemberek. Néhányan egy tavaly őszele tartott konferencián egyenesen úgy fogalmaztak, hogy az elmúlt 5 év nagyfelbontású képei tisztán rámutattak, hogy mennyire nem értjük a planetáris ködöket formáló mechanizmusokat.

Miről is van szó? Mint azt a színes mellékletünkben található planetáris köd galéria is szépen mutatja, rendkívül különböző szimmetriájú ködökkel találkozhatunk. A gömbszimmetria mellett leggyakrabban tengelyszimmetriát látunk, ám egyértelmű pontszimmetriával is összefuthatunk. Hogy a helyzet bonyolultabb legyen, előfordulhat kombinált szimmetria-együttes is (pl. tengely- és pontszimmetria), de bizonyos planetáris ködökben még spirális szerkezeteket is megörökített a HST.

A megfigyelt szimmetriák értelmezése nem könnyű. Magányos csillagoknál „természetes” feltevés, hogy gömbszimmetrikus lesz a planetáris köd. Tengelyszimmetrikus lehet egy kettős rendszer, de egy magányos csillag is, csak éppen erős mágneses térrel. A kérdéssel foglalkozó kutatók egy része a kettőscsillag hipotézis mellett teszi le a voksát, míg mások a mágneses teret részesítik előnyben. Sajnos megfigyelési szempontból mindkét lehetőség nehezen igazolható, főleg az olyan, planetáris köd állapothoz legközelebb álló előrehaladott AGB-csillagokban, mint pl. a sűrű porburokkal fedett OH/IR csillagok esetében. Ugyanígy nem könnyű a planetáris ködök központi csillagának kettősségét nagy számban kimutatni, hogy legalább statisztikusan következtetni lehessen a kettős rendszerek gyakoriságára. Mindezeket túl tengelyszimmetriához vezethet még a szülő csillag gyors tengelykörüli forgása, esetleg nemradiális pulzációja.

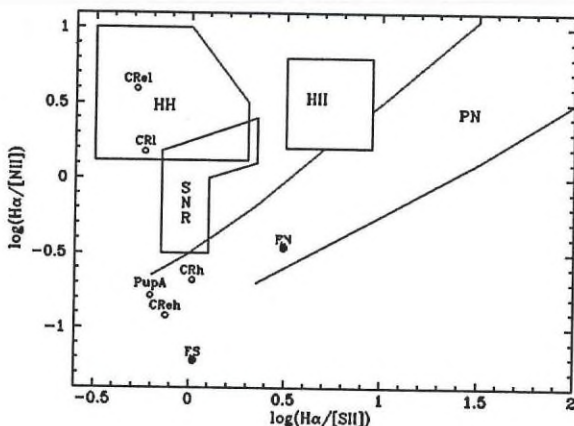
Pontszimmetriához olyan gyors csillagszél szükséges, ami jetszerűen irányított, ráadásul még precesszálnia is kell. Ez is olyan feltevés, ami vagy kettősséget, vagy mágneses teret, vagy specifikus határfeltételű hidrodinamikát igényel. Ismét az a gond, hogy nem tudunk választani hasonló morfológiát generálni képes modellek között. Mindenképpen várható, hogy az egyre jobb felbontású képek (HST, VLT, NGST...), ill. részletesebb modellszámítások érdekes eredményekre fognak vezetni a következő években.

## Köd előttem, köd utánam

Érdekes kérdés, hogy egy tetszőleges ködös objektumról hogyan lehet eldönteni a pontos természetét. A szupernóva-maradványok (SNR), ionizált hidrogénfelhők (HII-régiók) és a Herbig–Haro-objektumok (HH, kialakuló fiatal csillagokat övező anyagfelhők) mind lehetnek planetáris ködökhöz (PN) hasonló megjelenésűek. Mint a csillagászat annyi más területén, itt is a színképelemzése a döntő szó. Mellékelt ábránkon (a következő oldal tetején) egy igazi diagnosztikai segédeszközt mutatunk be, ahol a két tengelyen három jellegzetes emissziós vonal (H $\alpha$ , egyszeresen ionizált nitrogén és kén) erősségeiből képezhető két hányados van feltüntetve. Ezen a diagramon a négy hasonló objektumtípus jól elkülönülő tartományokat jelöl ki. Ennek megfelelően egy első pillantásra nehezen besorolható diffúz köd színképét felvéve, valamint a vonalak erősségét kimérve, a grafikonon elfoglalt pozíció jelzi a valós termé-



szetet. Jó példa az ilyen empirikus módszerek alkalmazásának szükségességére a színes mellékletben látható egzotikus nevű ködösség, a PN G218.9-10.7 1. Ez az érdekes objektum mind a HII-régiók, mind a szupernóva-maradványok, mind pedig a planetáris ködök jellegzetességeivel rendelkezik. A színeképekből meghatározott paraméterek alapján valószínűleg egy olyan planetáris ködről van szó, amelyik rendkívül erős kölcsönhatásban áll a környező csillagközi anyaggal. Nos, aki kedveli az igazán bonyolult számításokat, kezdhet elmélyedni az elméleti asztrofizikai tankönyvekben...



## Újjászületés 1.

Mint azt korábban említettük, a planetáris köd „begyulladását” követően a központi csillag a fehér törpékhez vezető hűlési útvonalon halad a Hertzsprung–Russell-diagram bal alsó fertálya felé (forró és kis abszolút fényességű tartományba). Az 1980-as évek elején elméleti számítások arra utaltak, hogy ez a hűlési útvonal nem szükségszerűen hullad bele az egyenletesség monotóniájába, hanem a csillagmag összehúzódásával a vékony, hidrogénben és/vagy héliumban gazdag héjban még egyszer utoljára beindulhat a fúzió. Ezt hívják végső hélium-villanásnak (Final Helium Flash), és 1996-ig csak a Nova Aql 1919-cel kapcsolatban gyanították, hogy nóvarobbanás helyett talán végső hélium-villanást átélt csillag lehetett (egyesekek az FG Sge-t is ide sorolták). Ilyenkor a csillag felfúvódik, az egyenletes halványodás helyett egy fényes, „újjászületett” óriáscsillagként tűnik fel, és az övező, adott esetben már elhalványodott planetáris köd is újra fényesebben ragyoghat. A jelenség igen ritka, mivel nagyon rövid ideig tart az „újjászületett” állapot, tipikusan 100–1000 évig, ami után a csillag végleg elindul a fehér törpék közé.

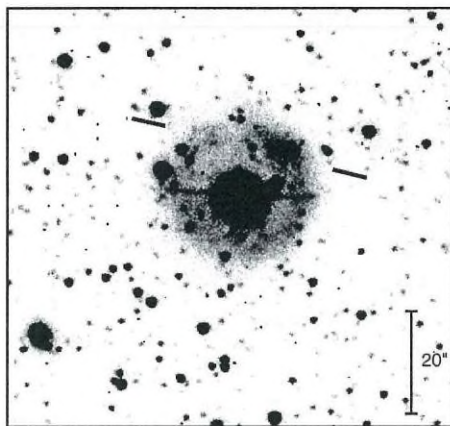
Amikor Yukio Sakurai japán amatőr csillagász az 1996. február 21-én készített fotóin egy „új” csillagot talált a Sagittarius csillagképben, az első napokban mindenki egy nóvarobbanásra gondolt. Az ESO-ban felvett színeképfelvételek azonban megcáfolták a kezdeti feltevést, ugyanis egy bonyolult, szénben gazdag, hidrogénben pedig szegény csillagra utaló abszorpciós spektrum látszott a növőkémissziós színeképe helyett. Mindez nagyon jól illett a végső hélium-villanást éppen átélő csillag elméletileg várt színeképehez. Amikor pedig egy 32” átmérőjű, igen halvány planetáris ködmaradványt is azonosítottak közvetlen leképezéssel, széles körben elfogadták a szakirodalomba a felfedezőről elnevezett objektum állapotának értelmezését (l. még Meteor 1996/7–8., 15. o.). Az 1996 és 1999 közötti folyamatos mérések a következő megfigyelési alapokra helyezték a végső hélium-villanás feltevést:

1. A csillagot egy tipikus elfejlődött planetáris köd színeképét mutató anyagfelhő veszi körül.

2. A fotoszféra hidrogénben szegény, ugyanakkor gazdag nehezebb elemekben. Már egy-két év alatt kimutathatóan csökkent a hidrogén mennyisége, míg az s-folyamattal keletkező elemek feldúsultak.

3. A fényváltozása jó egyezést mutatott az elméleti modellekkel.

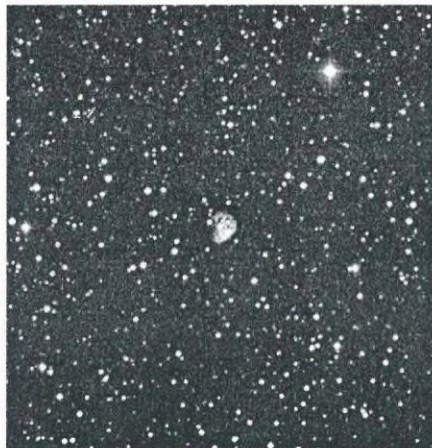
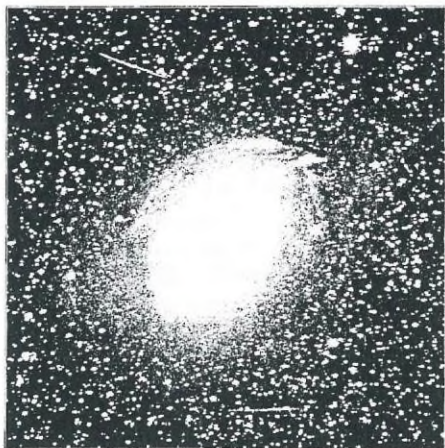
4. Az erős infravörös többlet alapján az elmúlt években egyre sűrűbb porfelhő alakult ki körülötte. Az ezzel párhuzamosan fellépő elhalványodás az R CrB csillagokhoz teszi hasonlóvá Sakurai objektumát.



A Sakurai-objektum a 4,2 m-es William Herschel Teleszkóppal

## Újjászületés 2.

Szintén a planetáris köd újjászületéséhez vezethet, ha a központi csillag kellően szoros kapcsolatban áll egy kísérő komponenssel. Ekkor valamennyi idő után létrejöhet egy kölcsönható kettőscsillag, pl. egy nóva, ami nővarobbanáson eshet át, megvilágíthatja az esetleg már elhalványodott planetáris ködöt. Újabbban a GK Persei-ről (Nova Per 1901) gondolják azt, hogy a nóva 1901-es 0 magnitúdós maximuma után rögtön felfedezett diffúz ködösség esetleg a planetáris köd állapoton átesett fehér törpe ledobott maradványa. Mivel a csillag átlagosan 800 naponta kis kitéréseket mutat, amikor  $13^m,0$ -ról felfényesedik közel  $10^m,0$ -s kis maximumáig, a csillagot övező ködösség folyamatosan kap enyhe megvilágítást. Ezt láthatjuk az alábbi ábra jobb oldalán, ahol a Digital Sky Survey fotóján a minimumbeli állapot látszik. Bal oldalon egy 1901. november 12-én felvett fotót mutatunk be, ami a 90 cm-es Crossley-reflektorral (Lick Observatórium) készült 10 órás (!) expozíciós idővel.





## ...és mindez a távcsőben

Ennyi — remélhetően nem emészthetetlen — elmélet után utaljunk rá, mit is láthatunk kisebb-nagyobb műszereinkkel ezekből a csodálatos égitestekből! Mindenképpen *távcsőre*, azaz nagyobb nagyításokra is képes műszerre van szükségünk. Jómagam, ha tehetem, 20x60-as binokulárommal mindig megcsodálom a Súlyzó-köd almacsutkáját, vagy az ezzel a nagyítással kicsiny korongnak látszó Gyűrűs-ködöt. A Cet halvány szelleme, az NGC 246 szintén binokulárért (és jó átlátszóságért) kiált, amit jól példáz Messier-rovatvezetőnkkel közös szegedi észlelésünk, amikor a jó 15 perces 40 cm-es „szemfolyatás” (a Szegedi Csillagvizsgáló 40 cm-es Cassegrain-távcsövével) kontrasztjaként binoklimban azonnal feltűnt a kicsiny paca. Ezek azonban nem tárják fel az igazi mélységeket.

Igyekezzünk mindenféle skálán végignézni az objektumokat, azaz, váltogatni a nagyításokat. Néhol meglepő külső halókkal találkozhatunk, másutt a belső tartományok nagyfelbontású észlelése rejteget nem mindennapi megfigyelői örömeket. Jó tíz évvel ezelőtt pl. a reveláció erejével bírt az NGC 7662 közepének gyengén kontrasztos, ám egyértelmű sötétsége, míg az NGC 6543 finom osztásainak látványa csak a legkitartóbb vizuális észlelők jutalma lehet. Természetesen a CCD-s megfigyelők is hosszú órákat eltölthetnek a planetáris ködök képének rögzítésével, hiszen a nagy intenzitáskülönbségek igazi képfeldolgozó-virtuózokat igényelnek a látványos és tetsetős megjelenéshez. Az észleléshez kedvet kapó amatőrök az alábbi táblázat segítségével rándulhatnak ki a legfényesebb planetáris ködök közé.

### Fényes planetáris ködök. A koordináták tizedperc és tizedívperc pontosságúak

Koord. (2000)	Név	Csillagkép	Rövid leírás
0013,0+7231,3	NGC 40	Cep	10 <sup>m,5</sup> , 60"x40", 11 <sup>m,5</sup> *
0047,0-1152,3	NGC 246	Cet	8 <sup>m,5</sup> , 4'x3,5', 12 <sup>m</sup> *
0142,3+5134,6	NGC 650/51(M76)	Per	11 <sup>m,0</sup> , 140"x70", 16 <sup>m,5</sup> *
0407,0+6055,2	NGC 1501	Cam	12 <sup>m,0</sup> , 55"x48", 13 <sup>m,5</sup> *
0414,3-1244,4	NGC 1535	Eri	9 <sup>m,0</sup> , 20"x17", kékes köd közepén 11 <sup>m,5</sup> *
0729,2+2054,7	NGC 2392	Gem	Eszkimó-köd, 8 <sup>m</sup> , 40', 10 <sup>m</sup> *
1007,0-4026,2	NGC 3132	Vel	8 <sup>m</sup> , 84"x52", 10 <sup>m</sup> *
1024,8-1838,5	NGC 3242	Hya	9 <sup>m</sup> , 40", 11 <sup>m</sup> * egy szem alakú ködben
1114,8+5501,2	NGC 3587 (M97)	UMa	Bagoly-köd, 11 <sup>m</sup> , 150", 14 <sup>m</sup> *
1644,5+2348,0	NGC 6210	Her	Fényes kis korong. 9 <sup>m,5</sup> , 20"x16", 12 <sup>m,5</sup> *
1758,6+6638,0	NGC 6543	Dra	Macskaszem-köd, zöldes korong, 8 <sup>m,5</sup> , 22"x16", * változik
1812,1+0651,2	NGC 6572	Oph	Fényes kékes korong. 9 <sup>m</sup> , 15"x12", 12 <sup>m</sup> *
1853,6+3301,7	NGC 6720 (M57)	Lyr	Gyűrűs-köd, 9 <sup>m</sup> , 80"x60", 15 <sup>m</sup> *
1944,8+5031,5	NGC 6826	Cyg	Pislogó-köd, 9 <sup>m</sup> , 25", 11 <sup>m</sup> *
1959,6+2243,0	NGC 6853 (M27)	Vul	Súlyzó-köd, 8 <sup>m</sup> , 8'x5', 13 <sup>m,5</sup> *
2104,2-1121,8	NGC 7009	Aqr	Szturnusz-köd, 8 <sup>m</sup> , 25", 12 <sup>m</sup> *
2229,8-2049,4	NGC 7293	Aqr	Helix-köd, hatalmas, halvány gyűrű, 12' 8 <sup>m,5</sup> , 30"
2325,9+4232,1	NGC 7662	And	

E.E. Barnard 1901-ben még az *Astrophysical Journal*-ban publikál(hat)ta azon megfigyelését, hogy a 102 cm-es Yerkes-refraktorral észlelve 0,25 hüvelykkel különbözik a csillagokra és a planetáris ködökre éles képet adó helyzet fókusza. Azóta nem csak azt tudjuk, hogy ennek oka a színképekben fellépő jelentős különbség, hanem sikerült megérteni az ég egyik leglátványosabb égitesttípusát, el tudtuk helyezni a csillagfejlődés grandiózus forgatókönyvébe, ezen keresztül pedig megsejtettük saját Napunk néhány milliárd éves jövőjét.

KISS LÁSZLÓ

## Irodalom

- Ali, A., Pfeleiderer, J., 1999, *A&A*, 351, 1036  
Barnard, E.E., 1901, *ApJ*, 14, 151  
Burnham, R., 1978, *Burnham's Celestial Handbook*, Dover Publications, 1978  
Carroll, B., Ostlie, D., 1996, *An Introduction to Modern Astrophysics*, Addison-Wesley Publ. Corp.  
HST sajtóközlemények (<http://hubble.stsci.edu>)  
Iben, I. és munkatársai, 1983, *ApJ*, 264, 605  
Keeler, J.E., 1890, *PASP*, 2, 265  
Lindquist, M. és munkatársai, 1999, *A&A*, 351, L1  
Newkirk, B.L., 1904, *PASP*, 16, 13  
Olofsson, H. és munkatársai, 1998, *A&A*, 330, L1  
Pollacco, D., 1999, *MNRAS*, 304, 127  
Soker, N., 1996, *ApJ*, 469, 734  
Wilczynski, E.J., 1896, *ApJ*, 4, 97  
Zanin, C., Kerber, F., 2000, *A&A*, 356, 274

## Meteor 2000/7-8.

Lapunk fennállása során most először jelentkezünk dupla terjedelmű nyári összevont számmal. Erre nem csupán anyagi okok miatt nem kerülhetett eddig sor: a lapszerkesztés feszített tempója mellett időnk és energiánk sem jutott arra, hogy a nyári Meteor terjedelmét valóban megkétszerezzük. Ahhoz, hogy mindezt megvalósítsuk, már februárban el kellett kezdenünk a 7-8-as szám előkészítését.

Köszönjük népes szerzőgárdánknak a színvonalas írásokat.

Köszönjük állandó támogatóinknak (Nemzeti Kulturális Alapprogram, Pro Renovanda Cultura Hungariae Alapítvány és Mlog Kft.), hogy a Meteor folyamatos kiadását és fejlesztését lehetővé teszik.

Köszönjük hirdetőinknek, hogy egyre nagyobb mértékben járulnak hozzá a Meteorral kapcsolatos kiadásokhoz.

Végül, de nem utolsó sorban: köszönjük Olvasóinknak, hogy továbbra is kitartanak a harmincadik évfolyamát taposó Meteor mellett, és az MCSE pártoló tagdíjakon kívül az SZJA 1%-ával is támogatják céljainkat.

Mizser Attila főszerkesztő