

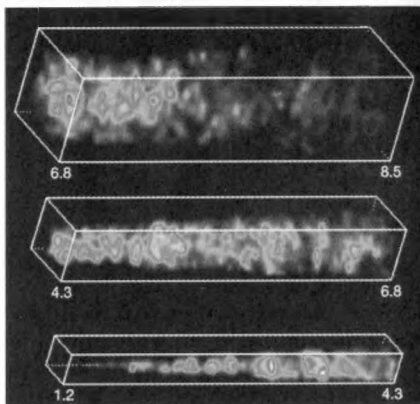
Csillagászati hírek

Fény derülhet a sötét energia titkára

L. Guzzo (INAF-Osservatorio Astronomico di Brera, Merate, Olaszország) és munkatársai egy kiterjedt, nemzetközi együttműködés keretében (melyben 24 kutatóintézet 51 csillagásza vett részt) több ezer távoli galaxist vizsgáltak spektroszkópai módszerekkel. Céljuk az volt, hogy kiderítsék: vajon alátámaszthatóak-e megfigyelési bizonyítékokkal az Univerzum tágulására adott jelenlegi elméleteink.

Közel tíz évvel ezelőtt nagy meglepetés érte a tudósokat: az észlelési eredmények azt mutatták, hogy a Világegyetem egyre gyorsuló ütemben tágul (ez annak a fényében különösen meglepő, hogy az ismert, alapvető kölcsönhatások közül nagy méretskálákon egyértelműen a gravitáció válik uralkodóvá – ami pedig vonzóerő, tehát éppen hogy lassítania kellene a méretnövekedést). A gyorsuló tágulásnak – jelenlegi ismereteink szerint – kétféle oka lehet. Az egyik, hogy a gravitáció ezeken az óriási méretskálákon mégsem a jól ismert elméletek szerint működik (ennek térelméleti okai lehetnek, azaz a vizsgálatokhoz extra térdimenziók bevezetése szükséges). A másik lehetséges ok pedig egy, az egész Univerzumot átható, titokzatos taszító erő, az ún. sötét energia vagy kozmológiai állandó jelenléte.

A jelenlegi mérések nem teszik lehetővé, hogy eldöntsük, melyik az igazi ok. A nemzetközi csoport azonban kidolgozott egy olyan eljárást, ami választ adhat a jelen kozmológiájának egyik legnagyobb kérdésére. Az utóbbi két-három évtizedben nagyon sok galaxis látszólagos sebességét sikerült megmérni, s ezáltal – a Világegyetem egy jelentős tartományára nézve – háromdimenziós térképet készíteni a galaxisok eloszlásáról. Ez tette lehetővé a legnagyobb méretskálájú struktúrák (galaxishalmazok és szuperhalmazok) „kozmosz hab”-szerű



A VIMOS-VLT felmérés adataiból származtatható galaxiseloszlás térképe, rajta a sűrűségkülönbségekkel és a nagyléptékű struktúrákkal. A tőlünk 1,2 és 8,5 milliárd fényév távolság között megfigyelt galaxisok eloszlása három nagy szeletre vágva látható (ESO)

megjelenésének felfedezését is. Mai eszközeinkkel ugyanakkor képesek vagyunk meghatározni a galaxisok lokális sebességét is, elkülönítve a közöttünk lévő tér tágulása okozta látszólagos sebességtől. Ezek az értékek apró ingadozásokként figyelhetők meg az eloszlástérképeken. Guzzo és kollégái szerint különböző távolságokban (azaz az Univerzum különböző életkoraiban) mérve ezeket a kis mértékű fluktuációkat, tesztelhetjük kozmológiai elméleteink helyességét.

A projekt tagjai az ESO chilei VLT távcsőegyüttesének egyik 8,2 m-es teleszkópját használták a VIMOS spektrográffal. Egy kb. 4 négyzetfokos, azaz a telihold korongjánál hússzor nagyobb területen sikerült rögzíteni mintegy 13 ezer galaxis nagyfelbontású spektrumát, ami az eddigi legnagyobb ilyen jellegű minta. A megfigyelt legtávolabbi galaxisok mintegy 7 milliárd fényév távolságban vannak.

A sebességeloszlások vizsgálata azt sugallja, hogy a sötét energia modellje helytállóbb,

de a hibahatárok túl nagyok ahhoz, hogy más elméleteket teljes bizonyossággal ki lehessen zárni. Ahhoz, hogy a rejtélyes tisztítóerő létét kísérleti úton is sikerüljön egyértelműen bizonyítani, a mostaninál tízszer érzékenyebb technológiára van szükség.

ESO-PR-04/08, 2008.01.30. – Szalai Tamás

Árapálycsóva és galaktikus kannibalizmus

Az NGC 4013 az Ursa Maior (Nagy Medve) csillagképben található mintegy 50–55 millió fényév távolságban. Sokáig magányosnak tekintett csillagváros volt, aminek a környezetében semmilyen nagyobb galaxis nem befolyásolja a szinte pontosan éléről látható – és emiatt markáns porsávval átszelt – NGC 4013 fejlődését. Pár éve a Hubble Űrtávcső egyik sajtóközleményében is szerepelt, mint az éléről látható porsávos galaxisok egyik legszebb példánya – az objektum szépségén kívül sokat nem tudtunk meg.

R. Jay Gabany (Blackbird Observatory) és munkatársai 0,5–2 m-es távcsövekkel készítettek nagy határfényességű felvétele-



Az NGC 4013, fősíkjában a sötét porsávval és a szokatlan nyúlvánnyal (fotó: R. Jay Gabany és munkatársai)

ket, amelyeken meglepő struktúra részletei bontakoztak ki. A galaxis magjából balra fölfelé kiinduló halvány fénylés egészen 80 ezer fényév távolságig követhető, ahonnan éles kanyarral fordul vissza az NGC 4013 magja felé. Az átelenes oldalon is sejtethető a

galaxis fősíkjából kiemelkedő szerkezet, de korántsem annyira markáns a megjelenése, mint balra felfelé.

Az NGC 4013 képeinek részletes elemzése alapján a halvány fénylés a galaxisból kinyúló ún. árapálycsóva, ami egy korábban bekebelezett kisebb galaxis szétszört csillagaiból áll. A Tejútrendszerünkben is ismerünk hasonló szerkezeteket, pl. a Monoceros-gyűrűt, amiről szintén azt gondoljuk, hogy a galaktikus kannibalizmus példája. A galaxisfejlődésre vonatkozó elméleteink szerint a legtöbb galaxis folyamatosan nő a közvetlen kozmikus környezetében található kisebb csillagvárosok elnyelésével, aminek során a gravitációs kölcsönhatás látványos csillagíveket hoz létre. Ezek az árapálycsóvák a helyi gravitációs tér nyomjelzőiként a sötét anyag eloszlásáról is árulkodnak, részletes modellezésükkel pedig egyaránt feltérképezhető a látható és a láthatatlan tömeg eloszlása. Az NGC 4013 esetében az új megfigyelések magyarázatot adnak a semleges hidrogén már korábban is észlelt aszimmetrikus eloszlására.

arXiv.org/0801.4657 – Ksl

Galaxisközi vándor a Nagy Magellán-felhőből

Tejútrendszerünk csillagai jól beilleszkednek a galaktikus szerkezetből eredő sebességeloszlásba, s legtöbbjük Napunkhoz képest maximum 100–200 km/s sebességgel mozog. Ismerünk azonban kb. egy tucatnyi ún. hipersebességű csillagot, melyek annyira gyorsan távolodnak a Tejútrendszertől, hogy egyfajta kozmikus ágyúgolyókként el is hagyják galaxisunkat. Ezekről a csillagokról azt gondoljuk, hogy életük korai szakaszában túl közel kerültek a Tejútrendszer központjában levő nagytömegű fekete lyukhoz, amelynek gravitációs ereje egyfajta hintamanóverrel felgyorsította és kidobta az égitesteket.

A HE 0437-5439 jelzésű hipersebességű csillag azonban nem illik bele ebbe a képbe. 2005-ben fedezték fel a Tejútrendszertől 2,6 millió km/h (720 km/s) sebességgel távolo-

dó objektumot, s az első mérések alapján erről is azt gondolták, hogy a galaxisunk központjában található, mintegy 3 millió naptömegű fekete lyuk gyorsíthatta fel. Egy új vizsgálat eredményei azonban cáfolják ezt az elképzelést.

Alceste Bonanos, Mercedes Lopez-Morales (Carnegie Intézet) és munkatársaik meghatározták a csillag legfontosabb paramétereit, közülük is elsődlegesen a kémiai összetételt, tömeget és a becsült kort. Kiderült, hogy a HE 0437-5439 fémszegény égitest, legjobban a Nagy Magellán-felhő csillagaira hasonlít. Kora mintegy 35 millió év, ami egyúttal kizárja, hogy a Tejútrendszer közepéből löködött volna ki: jelenlegi helyzete és sebessége alapján ugyanis legalább 100 millió évre lett volna szüksége az észlelt pozíció eléréséhez.

A kutatók figyelme ezek után fordult a kb. 160 ezer fényév távolságban levő Nagy Magellán-felhő felé. A HE 0437-5439 tömege mintegy kilencszerese a mi Napunkénak, és a sebesség, valamint a csillag forgásának méréseiből a csillagászok úgy gondolják, hogy feltehetőleg egy kettős rendszer egyik tagja lehetett. A Nagy Magellán-felhőben egy legalább ezer naptömegű fekete lyuk közelében kellett elhaladnia, hogy felgyorsulhasson a megfigyelt sebességre. Amint a csillagkettős a feltételezett fekete lyuk közelébe ért, az a pár egyik tagját elnyelhetette, a másik pedig hatalmas sebességgel kirepült a törpegalaxisból. Amennyiben az elképzelés helyes, ez lenne az első megfigyelési tény, ami a Nagy Magellán-felhőben létező nagytömegű fekete lyukra utalna.

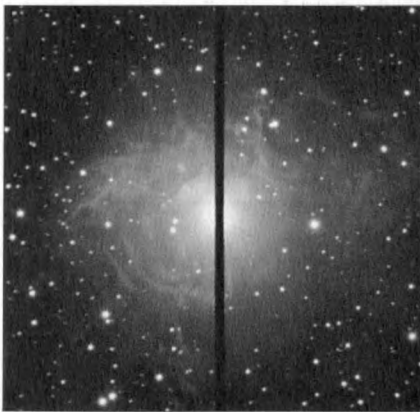
Astronomy.com 2008.01.31. – Szulágyi J.

Az RS Puppis távolsága

A Pierre Kervella vezette kutatócsoport, melynek tagja Szabados László (MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézet) is, az ESO La Silla-n üzemelő NTT (New Technology Telescope) teleszkópjának segítségével gyűjtött adatok alapján mindössze 1,4 százalékos (!) hibával tudta meghatározni az RS Puppis távolságát. Ezzel a cefeida

típusú változócsillagok közül az RS Pup távolsága ismert a legnagyobb pontossággal. A rendkívül kis hibának az egyedi mérésen túlmutató jelentősége van.

A cefeidák pulzáló változócsillagok, nevüket az osztály prototípusáról, a δ Cepheiről kapták. A periódus–fényesség–reláció majdnem száz évvel ezelőtti felismerése (Henrietta Leavitt, 1912) óta a legfontosabb távolságindikátorok közé tartoznak: jellegzetes fénygörbéjük alapján könnyen meghatározható pulzációs periódusuk, ebből kiszámítható teljes fénykibocsátásuk, ami a látszó fényességgel összevetve kiadja a cefeidákat tartalmazó csillagrendszerek, pl. más galaxisok távolságát. Az új mérés azért különösen fontos, mert tisztán geometriai alapokon nyugszik, a távolság meghatározásához a csillag fizikai paramétereiről, a pulzáció természetéről nem kell előzetesen semmi-



Az RS Pup körüli köd gyűrűs szerkezete

ilyen feltevéssel élni. Ábránkon a csillag korábbi életszakaszaiban lezajlott tömegvesztési folyamatokkal kapcsolatos héjak láthatók. A kép az ESO NTT távcsövére szerelt EMMI műszerrel B, V és R színszűrőkön keresztül készült felvételek kombinációja. A köd részleteit jobban mutató felvételek érdekében a műszert úgy pozícionálták, hogy a fényes csillag a két CCD-érzékelő közötti „vakfoltra” (sötét függőleges sáv közepén) essen.

◀Az RS Pup a Napnál körülbelül tízszer nagyobb tömegű, mérete központi csillagunkénak 200-szorosa, energiakibocsátása pedig átlagban 15 000-szeresen haladja meg a Napét. A fényváltozás periódusa 41,4 nap, ami a galaktikus cefeidák között az egyik leghosszabb. A változás amplitúdója eléri a 2 magnitúdót, azaz az RS Pup maximumban ötször fényesebb, mint minimumban. A csillag érdekessége, hogy a cefeidák között szintre egyedülálló módon egy nagykiterjedésű reflexiós ködbe van beágyazódva, melyet 1961-ben fedezett fel B. Westerlund. A köd eredete még tisztázatlan, gyűrűs szerkezete azonban azt sejteti, hogy a benne található anyag forrása legalább részben az RS Pup periodikusan felfűvódó, majd összehúzódó légköre. Becslések szerint a csillag tömegvesztési rátája 10^{-6} naptömeg/év körüli.

A köd jelenléte lehetővé teszi annak megfigyelését, hogy a csillag jellegzetes fényváltozásának hatása milyen módon jelentkezik a közvetlen környezetében. A mérés elve az, hogy a köd nagyon finom porszemcséiről az irányunkba visszaverődő fény egy kicsit később éri el a teleszkópot, mint a csillagról közvetlenül érkező fotonok. A köd néhány kiválasztott, jellegzetes porcsomójának fényességváltozása ugyanolyan jellegű lesz, mint a csillagé, de azt időben (fázisban) eltolva követi. Erre a késleltetésre a megfelelő hangeffektus mintájára a szakirodalom a „visszfény” (light echo) kifejezést használja. Az egyes csomók fényességváltozásának nyomon követésével meghatározható a csomó csillagtól mért távolsága: a késleltetést egyszerűen meg kell szorozni a fény sebességével. Ezen valódi távolság és a szintén mérhető porcsomó-csillag szögtávolság ismeretében aztán a csillag távolsága maga is meghatározható. Az RS Pup távolsága a fenti módszerrel 1992 parszeknek (kb. 6500 fényév) adódott, a hiba pedig mindössze 28 parszek (90 fényév).

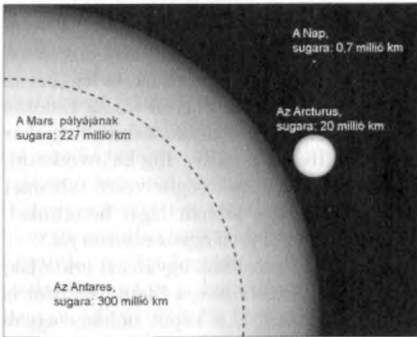
ESO SR 2008.02.11. – Kovács József

Túléli-e a Föld a Nap felfűvódását?

A ma elfogadott csillagfejlődési elméletek szerint a Nap idővel felfűvődik, és légköre az összes belső bolygót elnyeli majd. Érdekes adalék az emberi gondolkodáshoz, hogy bár csak évmilliárdok múlva fog bekövetkezni, a beláthatatlan messzeségbe vesző folyamat esetenként mégis jobban izgat bennünket, mint a közelebbi jövő egyes eseményei.

Az egyszerű becslések ugyan azt mutatják, hogy a Nap mérete még a Mars pályájáé is meg fogja haladni, a képet néhány egyéb szempont figyelembe vételével árnyalni kell. Az egyik legfontosabb ezek közül, hogy a Nap ezt az óriási méretet fejlődési útjának vége felé éri majd el, de addigra csillagszél formájában jelentős mennyiségű anyagot fog elveszíteni. Ahogyan növekszik, az anyagkiáramlás intenzitása is egyre nagyobb lesz. Az erős csillagszél hatására viszont a bolygók, köztük a Föld, spirális pályán kifelé, a felfűvódó központi csillaggal ellentétes irányban kezdenek mozogni. Kérdés az, hogy melyik folyamat lesz a gyorsabb, a felfűvódás vagy a „menekülés”.

A kérdés megválaszolására K. Schröder (University of Sussex) és R. Smith (Universidad de Guanajuato, Mexico) új, a Nap fejlődési útjának végső szakaszaira vonatkozó modellszámítást végzett. Azt találták, hogy 7,59 milliárd év múlva, amikor a Nap eléri a vörös óriás állapotot, a csillagszél formájában történő anyagkiáramlás annyira felerősödik, hogy központi égitestünk mostani tömegének 67%-át elveszti, miközben maximális mérete a mostaninak 256-szorosa lesz. A felfűvódási folyamat első része csillagászati értelemben rövid idő alatt megy majd végbe, a Nap mindössze 5 millió év leforgása alatt kitölti a Merkúr pályájáig terjedő térrészt. Ezt egy 130 millió évig tartó szakasz követi, melynek során a magban a hélium égése termeli az energiát, miközben tovább táguló légköre előbb a Merkúrt, majd a Vénuszt is elnyeli. Mire a Föld is sorra kerül, a csillagszél már olyan intenzív lesz, hogy a Nap évente a földtömeg 8 százalékának megfelelő mennyiségű, $4,9 \cdot 10^{20}$ tonna anyagot veszít.



A Nap (sárga törpe), az Arcturus (α Boo, sárga óriás) és az Antares (α Sco, vörös szuperóriás), illetve a marspálya méreteinek összehasonlítása (astroprofspace.com nyomán)

A Föld élete azonban addig sem lesz eseménytelen. Bolygónk jelenleg a Nap ún. lakhatósági zónájának kellős közepén foglal helyet. Ez az a térrész egy csillag körül, ahol az adott „pillanatban” a viszonyok kedvezőek a víz stabil megjelenésére egy Föld-típusú bolygó felszínén. Schröder és Smith számításai szerint csillagunk 1 milliárd év múlva fogja elérni legforróbb állapotát, amikor felszíni hőmérséklete 5820 K lesz. Ez ugyan csak 50 kelvinnel nagyobb a mostani hőmérsékleténél, energiakibocsátása azonban mégis 26 százalékkal fogja meghaladni a mai értéket. Ennek következtében a földi óceánok el fognak párologni, s bolygónk felszíne néhol olvadt állapotba kerül. Mire a Nap eléri a vörös óriás állapotot, a korábban vázoltak alapján a Föld már 1,5 csillagászati egységre lesz a középpontjától, de ez nem lesz elegendő a túléléshez. Mihelyt belekerül a csillag atmoszférájába, a sűrűbb gázban történő mozgás okán bekövetkező impulzusnyomaték-vesztés miatt a Föld kifelé tartó spirális mozgásából egy befelé spirálózó, a végső megsemmisülés felé vezető mozgás lesz. A megmaradt csonka bolygórendszer lakhatósági zónája áthelyeződik a mai Kuiper-öv területére, 50 és 70 csillagászati egység közé. Érdekes, hogy ha a Föld pályája ma 15 százalékkal nagyobb lenne, akkor a számítások szerint bolygónk túlélhetné a Nap felfúvódását. Más kérdés, hogy ebben az esetben talán

most nem elmélkedhetnénk ezekről a problémákról...

arXiv:0801.4031v1 – Kovács József

Molekulákat megkötő gyűrűk

Szoros kapcsolat áll fent a Szaturnusz gyűrűi és a körülötte keringő holdak között. A Hubble Űrtéleszkóppal még az 1990-es években kimutattak egy kiterjedt, H_2O molekulából álló felhőt, amelynek legsűrűbb tartománya közel 240 ezer kilométerre van a planétától. Az itt található molekulák a modellek alapján lassan befelé, a bolygó irányába vándorolhatnak.

Ma már tudjuk, hogy ezek jelentős része az Enceladusról származik. A holdról „kipöfélélt” molekulák a bolygó körül töltést nyerne és a mágneses erővonalakba ragadnak. Utóbbiak mentén a bolygó északi és déli fele között spiráloznak. Ahol a gyűrűrendszer sűrűbb részeit keresztezik, ott sok közülük elnyelődik – ezért van kevés plazma az A gyűrű térségében, mint azt a távolabbról odajutó részecskék száma alapján várnánk. 2004-ben a Cassini-sonda a rádiósugárzása révén feltérképezte ennek a plazmának az eloszlását. Eszerint az A gyűrűnél a sűrűsége lecsökken, mivel a gyűrű a töltött részecskéket elnyeli. Ahol az anyag ritkább, pl. a Cassini-résnél, ott átmenetileg visszaemelkedik a plazmasűrűség.

Kimondhatjuk tehát, hogy az Enceladus vízmolekulái a mágneses tér révén lassan befelé vándorolnak, és a gyűrűrendszerben elnyelődnek. Ezzel kapcsolatban érdemes megjegyezni, hogy a Jupiter plazmakörnyezete részben azért energikusabb, mint a Szaturnuszé, mert annak sokkal kisebb és ritkább gyűrűrendszere van, ami így kevesebb töltött részecskét tud csak elnyelni.

Az Enceladus kitöréseiről is közöltek új eredményeket, amelyek alapján mégis elképzelhető, hogy azokat felszín alatti folyékony víz táplálja. A déli sarkvidéken lévő repedésekből kiáramló anyagsugarakról már korábban felmerült, hogy nem egy felszín alatti vízrétegből származnak, hanem például a repedések falainak súrlódásától,

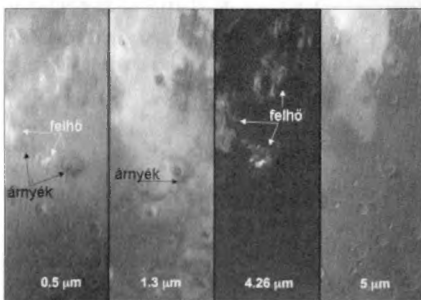
avagy ún. klatrátok (jégbe zárt gázmolekulák lebomlásától származnak). Ezúttal Juergen Schmidt (Universitát Potsdam) és kollégái a Cassini mérései alapján a kirepülő szemcsék méretét, számát és a kibocsátás intenzitását vizsgálták.

Eredményük szerint a jelenséghez akkora hőmérséklet kell, amelyen a jég megolvad. A folyadék hőmérséklete 273 K körüli, és a vákuumal érintkező vízből 300–500 m/s sebességgel áramlanak ki a molekulák. A repedések falai között ide-oda „pattognak”, és energiát veszítenek. A kirepülő anyag végül kikondenzálódik, és jég szemcsék keletkeznek, amelyek nagyobbik része visszahullik a holdra.

universetoday.com 2008.02.05. – Kru

Marsi felhők árnyékában

A Mars légkörében eddig elsősorban vízjég kristályokból álló felhőket azonosítottak, amelyek a földi cirruszokra (fátyolfelhőkre) emlékeztetnek, és napi ciklus szerint erős változékonyságot mutatnak. Emellett főleg a sarki területeken mutatkoztak olyan téli, illetve éjszakai ködök, amelyeket a lehűlő légkörből kifagyó szén-dioxid kristályok alkotnak. Harmadik csoportként említhetők azok a Mars Express által nemrég megfigyelt szén-dioxid felhők, amelyek sokkal magasabban húzódnak a légkörben az előbb említett sarki ködöknél.



Néhány felhő és árnyéka a Mars Express felvételein

Franck Montmessin (UVSQ) és kollégái a Mars Express-szonda OMEGA detek-

torával a látható és az infravörös tartományban rögzített mérések alapján a marsi felhőknek egy új csoportját azonosították. Az egyenlítői térségben közel 80 kilométer magas, közel 100 km átmérőjű, szén-dioxid kristályokból álló felhőket mutattak ki. A felhők anyaga viszonylag sűrű, szemcséik meglepően nagyok, az ezred millimétert is meghaladhatják. Nem érteni pontosan, hogy ilyen nagy szemcsék miként lebeghetnek a ritka marsi légkörben. Ezek konvektív felhők lehetnek, és a felszíntől induló meleg légtömegektől keletkeznek. Ellenben a Földön az ilyen magas felhőkre alig hatnak a konvektív feláramlások.

A marsi felhők változékonysága a bolygó nagy, akár 100 fokot is elérő napi hőingásával lehet kapcsolatos. Ettől heves légáramlások támadhatnak, az emelkedő és hűlő légtömegekben a szén-dioxid kiválásakor látnak hó szabadul fel, tovább melegeítve a gázt, és elősegítve a felhő emelkedését. A jégkristályok képződéséhez a kondenzációs magvak talán a szelek által felkavart por, de akár a légkörbe hulló mikrometeoritok is szolgáltatathatják. A felhők a felszínre jutó napfényt akár 40%-kal is lecsökkentik, ezért a felhők árnyékában a felszín 10 fokkal hűvösebb lehet. A hőmérsékleti különbség befolyásolja a szeleket és a felszíni jég szublimálását vagy kicsapódását.

Sciencedaily.com 2008.01.01. – Kru

Nyári MCSE-táborok

Ifjúsági észlelőtáborunkat Ágásváron tartjuk, július 1–8. között, a 15–19 éves korosztály számára.

A Meteor '08 Távcsöves Találkozó helyszíne Tarján, a Német Nemzetiségi Tábor. A táborozás jellegű rendezvényt július 31. és augusztus 3. között tartjuk (csütörtöktől vasárnapig), minden korosztály számára.

Tavalyi táborainkkal kapcsolatban l. cikkeinket: Átjöttünk a szivárvány alatt (Meteor 2007/11., 34. o.) és A második tarjáni tábor (Meteor 2007/10., 33. o.).