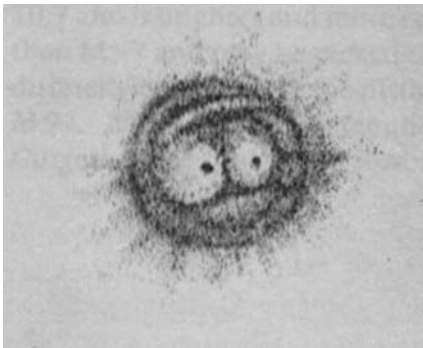


A Bagoly-köd és az M108 nyomában

Charles Messier katalógusa összesen négy planetáris ködöt tartalmaz, ezek egyike az M97. Az M97 felfedezője azonban nem maga Messier, hanem barátja, és egyben asszisztense: Pierre Méchain. Az M97 a Nagy Medve (Ursa Maior) csillagkép Merak (β UMa) nevű csillagától alig több mint 2° távolságra van DK felé. A távcsőbe pillantva több fényesebb csillag kalauzol minket egészen a 9,9 magnitúdós, 3' átmérőjű planetáris ködig. Az odavezető úton szembetalálkozunk egy keleti-nyugati irányba megnyúlt 8,6' hosszúságú „fényszivarral”, mely a majdnem az élével felénk forduló M108-as küllős spirál galaxis.

William Parsons, ismertebb nevén Lord Rosse az 1840-es években figyelte meg ezt a planetáris ködöt. Az általa készített rajzon az objektum egy bagoly fejére emlékeztetett. Bár egy soha többé nem észlelt, mások által meg nem erősített csillag is szerepel a rajzon (az egyik szem), az M97-en rajta ragadt a Bagoly-köd elnevezés.



Lord Rosse rajza az M97-ről

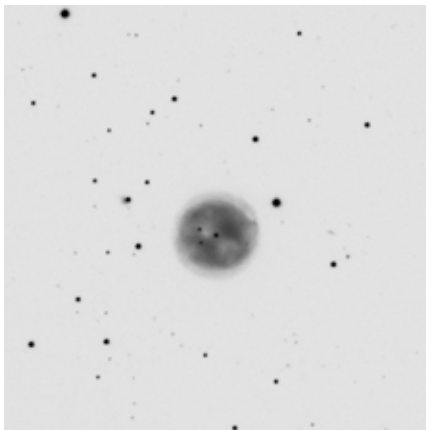
A két Messier-objektum gyönyörű párost alkot egy látómezőben. Miközben szemléljük a látványt, érdemes azon eltöprengeni, planetáris ködöt és a galaxist elválasztó hatalmas távolságon. Míg az M97 körülbelül 2600 fényévre van tőlünk (távolsága igen pontatlanul ismert), addig az M108 45 millió fényévre.

Hogyan is jönnek létre a planetáris ködök? A mai csillagfejlődési elméletek szerint, miután a körülbelül 0,8 és 8 kiindulási naptömegű csillagok magjukban felhasználták hidrogénkészleteiket, felfúvódnak, és vörös óriás csillagokká válnak. Beindul a hélium fúziója, miközben a külső héjakba tevődik át a hidrogénfúzió. A csillag tehát eljut az AGB fázisba (asymptotic giant branch – aszimptotikus óriáság a Hertzsprung–Russell-diagramon). Ebben a fázisban a csillagok instabilak, és jellemző rájuk a hélium-fellobbanás nevű jelenség. Mire ez bekövetkezik, addigra a csillag magja javarészt már szénből és oxigénből áll. Az ekkora tömegű csillagokban a héliumnál nehezebb elemek fúziója már nem tud beindulni, mert ehhez kicsi a tömegük, és a magjukban nem alakulnak ki a szükséges feltételek (nyomás, hőmérséklet). A belső magot egy héliumhéj, azt pedig egy hidrogénhéj veszi körbe. A fúzió javarészt a hidrogénhéjban történik, miközben hélium jön létre, mely lefelé „szivárog” a héliumhéj felé, melyben a nyomás így egyre nő. A héliumfúzió pedig nyomás- és hőmérséklet-érzékeny folyamat. Ha megteremtődnek a feltételek, akkor robbanásszerűen indul el. A kifelé irányuló erő kitágítja a hidrogénhéjat, az kevésbé lesz sűrű, és leáll benne a hidrogénfúzió. Egy darabig még folyik a héliumhéjban a fúzió, majd az is leáll. A hidrogénhéj összehúzódik, elég sűrűvé válik, és kezdődik az egész ciklus előlről.

A hélium-fellobbanás jelenség többször is bekövetkezik, és minden egyes ilyen alkalommal viszonylag kis sebességű, de porban gazdag, sűrű csillagszél indul meg. A nehezebb elemek alkotta por magával sodorja a felfúvódott csillag külső rétegeiből a gázt. Először hihetetlenül hangzik, de ez a csillagszél elviheti a csillag tömegének 50–90%-át is. Miközben a csillag tömeget veszít, lassan teljesen leállnak a fúziós folyamatok, és fehér törpévé válik. Gyakorlatilag egy lecsupaszított, szénben és oxigénben gazdag roppant forró mag marad hátra. A fehér törpévé válás folyamán a lassú

és sűrű csillagszelet egy gyors, de kis sűrűségű csillagszél váltja fel. Alapvetően a két különböző típusú anyagkiáramlás bonyolult kölcsönhatása és a központi csillag intenzív UV sugárzása az, mely meghatározza egy planetáris köd felépítését, illetve láthatóvá teszi azt.

A planetáris ködök csillagászati időskálán mérve roppant gyorsan jönnek létre. Az AGB fázis végén ehhez elég mindössze néhány évszázad, létezésük pedig alig pár tízezer év. Nukleáris fúzió hiányában a csillagszél megszűnik, miközben lassan fehér törpe állapotba jut a csillag. Mire ez a folyamat teljesen befejeződik, a planetáris köd elenyészik az űr sötétjében, láthatatlanná válik.

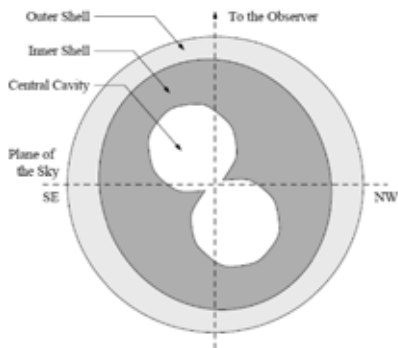


A Bagoly-köd (M97) a szerző felvételén (UMA-GPU 102/635 refraktor, ASI 120MM kamera, 3 óra expozíció)

Lássuk, hogy a fenti általános leírás után milyen tulajdonságai vannak az M97-nek. A központi csillag a megfigyelések szerint roppant forró, effektív hőmérséklete 123 000 K, tömege 0,7 naptömeg. A külső burok ledobása előtt 1,5–2 naptömegű lehetett. Érdekes azonban, hogy a köd tömegének meghatározásakor, mindössze csak 0,15 naptömeget kaptak eredményül a kutatók.

Az M97 látszólagos méretének és távolságának ismeretében a planetáris köd átmérője 2–3 fényévnek adódik. Ezen eredményt és távolsági sebességét felhasználva, az úgynevezett dinamikus kora 6000 év körülínek mondható.

A planetáris ködök morfológiája rendkívül változatos. Foglalkozzunk most csak az M97-tel, ahogy ezt több kutató is tette az elmúlt évtizedekben. Egy jó modell a planetáris köd morfológiáját és dinamikáját egyaránt leírja, azonban előtte ezeket fel kell térképezni. Ezt a munkát végezte el Martin A. Guerrero, You-Hua Chu, Arturo Manchado, Karen B. Kwitter 2003-ban.



Az M97 felépítése. Körszimmetrikus struktúra alkotja a külső héjat (Outer Shell). A köd belseje (Inner Shell) pedig egy ellipszoid (1:1,1 az elnyúltság) alakú régió. Ebben a belső részben két bipoláris üreg (Central Cavity) helyezkedik el (Martin A. Guerrero, You-Hua Chu, Arturo Manchado, Karen B. Kwitter – Physical Structure of Planetary Nebulae. I. The Owl Nebula)

A köd külső héja körszimmetrikus. Ezen belül foglal helyet az ellipszoid alakú belső terület, melyben két nagy bipoláris üreg található. Ezeknek az üregeknek a hossz tengelye 30 fokok szöget zár be a látóirányunkkal. Az üreget, az AGB fázis végén, a nagymennyiségű anyag kidobását követő gyors csillagszél vájta ki. Megnézve a felvételemet, azon is látszik, hogy a bagoly egyik szeme sötétebb. Ez az üreg „néz” ugyanis nagyjából a mi látóirányunkba. A központi csillag gyors szele napjainkra már rég lecsendesedett, és megkezdődött az üregek lassú feltöltődése.

Lássuk, hogyan készült a fotóm! Megnézve a meteorológiai előrejelzéseket, és a műholdas képeket, 2014. december 23/24. éjszakája végre igazán derültnek ígérkezett. Miután a gyerekek lefeküdtek, kipakoltam a kertbe a távcsövet. Erősen fúj a szél, és a felhőzet is

csak lassan indult oszlásnak. Egészen éjfélig reménytelennek látszott a helyzet. Ekkor a felhők eltűntek, a szél azonban megmaradt. Addigra az előre kiválasztott objektum már kedvezőtlen helyzetbe került, így más célpont után kellett nézmem. Ekkor eszembe jutott egy régi vágyam: egy olyan fotó, ahol az M97 és az M108 egy képen látható. Aznap el is készült 30 Luminance szűrős felvétel, melyből végül összeraktam az első monokróm verziót.

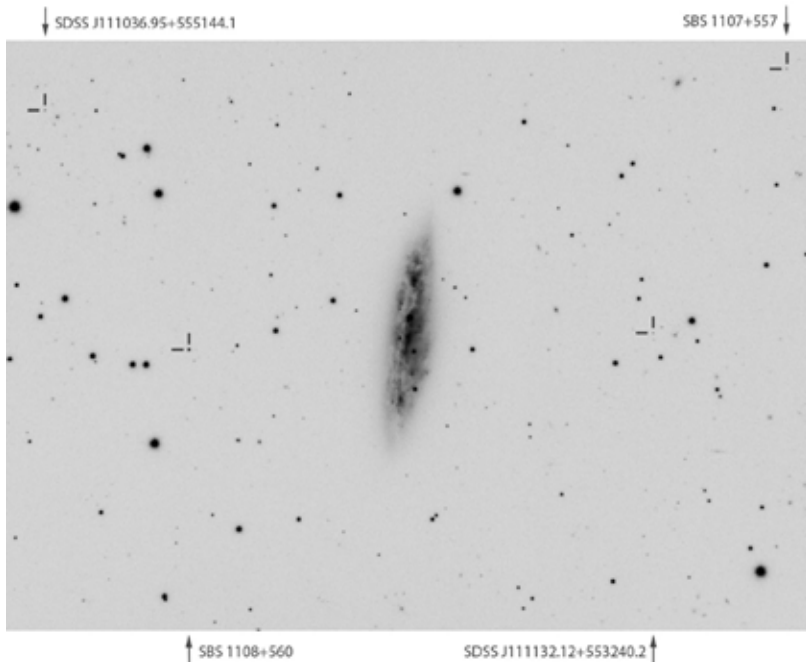
Az M108 a galaxis eredetileg nem volt része a katalógusnak. Owen Jay Gingerich, több csilagászat-történeti könyv szerzője, foglalkozott Charles Messier életével és munkásságával. Messier feljegyzéseiben talált két objektumot, melyeket Pierre Méchain fedezett fel. Ezek nem szerepeltek Messier eredeti katalógusában, noha Méchain révén tudott róluk. Ez a két galaxis a NGC 3556 és NGC 3992 katalógusszámon volt ismert, majd M108-ként és M109-ként került be utólag a katalógusba. Az M108 10,1 magnitúdós, az egyik leghalványabb Messier-objektum. Az én műszeremben vizuálisan csak egy halvány, hosszúkás foltként mutatkozott ezen az éjjelen. A galaxisnak nem volt éles pereme, és bár a közepe felé folyamatosan fényesedett, nem látszott benne magyszerű képződmény. Kisebb nagyítással és megfelelő látómezővel nagyszerű párost alkot a Bagoly-köddel, ugyanis távolságuk 48 ívperc.

Az M108 tőlünk való távolsága 45 millió fényév. Az Ursa Maior csoportnak egyik legfényesebb és legnagyobb tagja. A Tejútrendszer is tartalmazó Lokális csoportnál néhányszor nagyobb ez a galaxiscsoportosulás, és ahhoz hasonlóan gravitációsan a Virgo-szuperhal-mazhoz kötődik.

Hasonlítsuk össze az M108-at és a Tejútrendszert! A rendelkezésünkre álló kutatási eredmények szerint a két galaxis mérete nagyjából azonos, ám az M108 tömege csak valahol a Tejútrendszer tömegének harmada és fele között lehet. A Chandra-űrtávcső röntgentartományban történt megfigyelései alapján az M108 középpontjában lévő fekete lyuk durván 6–8-szor nagyobb a tömegű a miénknél (24 millió naptömeg). Mind a két galaxis küllős spirál. Az M108 típusa SB(s)cd.

Kisfiam tett fel egyszer egy érdekes kérdést: Apa, meddig látunk el a távcsöveddel? A kérdés már jó ideje ott motoszkál a fejemben. Talán azért, mert erre nemcsak ő, hanem én is szeretném tudni a választ, talán már gyermekkorom óta. A kérdés inspirált, és elkezdtem vizsgálni annak a lehetőségét, hogy miként örökíthetnék meg minél távolabbi, és távolabbi objektumokat a saját amatőr csillagász felszereléssel. Több felvételem is láthatóak háttérben galaxisok a kiszemelt célpont mellett, melyek sok esetben az adott objektumnál, legyen az akár egy galaxis, sokkal messzebb vannak. Például ezen a felvételen maga az M108 45 millió fényévre van, míg akár 500 vagy 800 millió fényévről is látszanak halványan galaxisok. A még távolabbiak fénye azonban lassan belevész a háttérbe. Ha ennél is távolabbra szerettem volna tekinteni a kertemből, valami nagyon nagy energiakibocsátású égitestet kellett választanom: a kvazárokat (kvázisz-telláris rádióforrások, QSO-k) és aktív galaxismagokat (AGN).

A kvazárok az optikai tartományban sajátos spektrumokat mutatnak, így később már rádióforrás nélkül is elkezdtek rájuk vadászni a kutatók. Kiderült, hogy nem is minden kvazár sugároz rádiópartományban, léteznek rádiópartományban csendes kvazárok is (radio-quiet quasar, RQQ). Kiderült továbbá, hogy színképük alapján rokonságban állnak a Seyfert-galaxisokkal, melyek magja aktív (Active Galactic Nucleus, AGN), sőt a rádiógalaxisok, és a blazárok (BL Lacertae objektumok) is ennek a családnak a tagjai. A ma elfogadott modellek szerint a felsorolt objektumok magjában egy szupernagy tömegű központi fekete lyuk található, melynek tömege a pár milliótól több milliárd naptömegig terjedhet. Ezek a fekete lyukak próbálják elfogyasztani a környezetükben található anyagot. Az étékként szolgáló anyag akkréciós korongot formál, melyet kívülről sűrűbb, lassabban keringő gázfelhők vesznek körül. Az akkréciós korong anyaga miközben befelé örvénylik, egyre gyorsabban mozog, és felhevül. A mozgási energiájának pedig egy jelentős



Az M108 közelről (2014.03.29. Göd, 90x86 s light és 15x86 s dark, UMA-GPU APO Triplet 102/635, SkyWatcher HEQ-5 Pro mechanika SynScan vezérléssel, ASI 120MM monokróm kamera). SDSS J111036.95+555144.1, 18,2^m, 8,7 milliárd fényév (QSO); SBS 1107+557, 18,3^m, 4 milliárd fényév (AGN); SBS 1108+560, 16,9^m, 6,5 milliárd fényév (AGN); SDSS J111132.12+553240.2, 18,6^m, 7,5 milliárd fényév (RQQ).

része elektromágneses sugárzássá alakul. Továbbá a mozgási energia egy része biztosítja a töltött részecskék relativisztikus (közel fénysebességre) történő gyorsítását. Az akkréciós korongra merőleges, a forgástengellyel párhuzamosan plazmából álló jetek, kifúvások jönnek létre, melyekben az említett részecskék kifelé haladva spiráloznak, miközben szinkrotronsugárzást bocsátanak ki. Az, hogy a galaxis magját miként látjuk, milyen objektumként soroljuk be, attól függ csak, hogy a jet milyen irányba mutat. Leegyszerűsítve: ha pontosan felénk mutat az egyik jet, akkor blazárként jelenik meg az objektum. Ha a jet szöge egy kisebb szöveget zár be a látóirányunkkal, akkor kvazár vagy Seyfert I típusú galaxis figyelhető meg. Amennyiben oldalról látjuk a jetet, akkor rádió galaxisként, vagy Seyfert II típusú galaxisként észleljük.

Átnéztem a tél végén, tavasszal észlelhető kvazárok listáját. Sokáig kerestem a megfelelőt. Végül az M108 mellett döntöttem, mert ott annak esélyét is megláttam, hogy a 10 magnitúdós galaxis mellett be tudok cserkészni négy ilyen roppant távoli objektumot is a távcső megfelelő beállításával, és még a galaxis is középre kerül.

Aznap este nem csak a gyönyörű M108-at kaptam lencsevégre, de megörökítettem még két aktív galaxist (AGN1), egy rádióartományban csendes kvazárt (RQQ), és egy kvazárt (QSO) is! Hadd válaszoljak hát fiam kérdésére most tényleg egy mondatban. Ha az objektum elég fényes, akkor 8,7 milliárd fényévre is ellátok. A fény, amikor útjára indult onnan, a Föld még csak nem is létezett, és én ezt a fényt most rögzíthettem.

Tóth Krisztián