

Galaxia, Mliečna cesta – encyklopedické heslo

Galaxia alebo Mliečna cesta je obrovský systém asi 200 - 400 miliárd hviezd, v ktorom je spolu so Slnkom aj Zem a celá naša slnečná sústava. Patria do nej všetky hviezdy, ktoré bežne vidíme na oblohe, hmloviny, hviezdokopy, ale aj plyn, prach a skrytá tmavá hmota. Celková hmotnosť Galaxie dosahuje približne 10^{12} hmotností Slnka.

Heslo vypracoval: RNDr. Ladislav Hric, CSc.

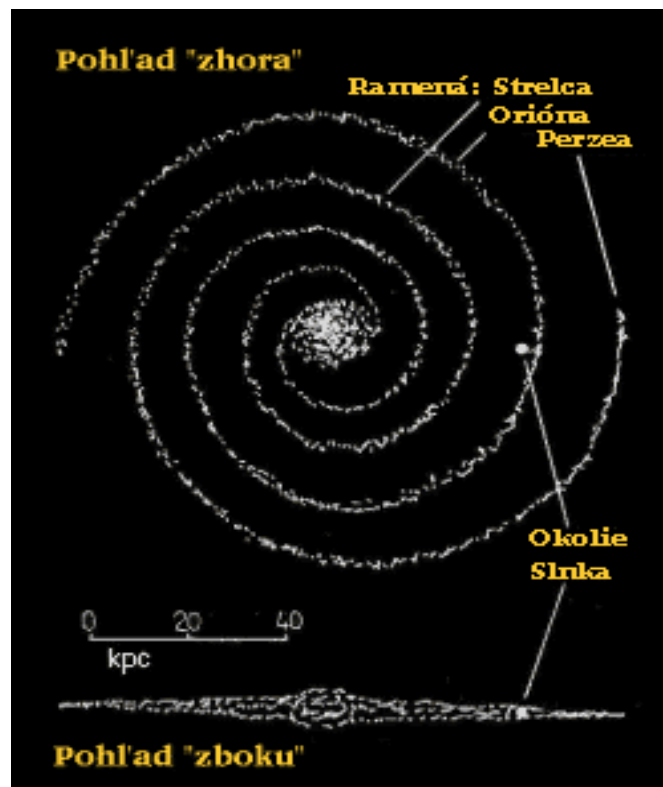
Astronomický ústav Slovenskej akadémie vied

hric@ta3.sk

Dátum aktualizácie: december 2007

Galaxia Mliečna cesta – čo si má zapamätať žiak

Galaxia Mliečna cesta je obrovský systém asi 200 - 400 miliárd hviezd, v ktorom je spolu so Slnkom aj Zem a celá naša slnečná sústava. Patria do nej všetky hviezdy, ktoré bežne vidíme na oblohe, hmloviny, hviezdokopy, ale aj plyn, prach a skrytá tmavá hmota. Pri pohľade na nočnú oblohu sa nám Galaxia javí ako hmlovitý pás so stredom v súhvezdí Strelca, ktorý sa na severe rozprestiera až k súhvezdiu Kasiopeja a na juhu až k súhvezdiu Južný kríž. Celková hmotnosť Galaxie dosahuje približne 10^{12} hmotností Slnka. Galaktický disk má priemer asi 100 000 svetelných rokov, vzdialenosť Slnka od stredu galaxie je asi 27 700 svetelných rokov. Väčšina objektov Galaxie vytvára plochý galaktický disk, v ktorého strede sa nachádza galaktická vypuklina v tvare splošteného rotačného elipsoidu. V tejto vypukline je hustota hviezd a medzihviezdnej látky podstatne vyššia ako v okrajových častiach Galaxie. V strede Galaxie je galaktické jadro (premieta sa nám do súhvezdia Strelca), ktoré obklopuje masívnu čiernu dieru s hmotnosťou 10^6 hmotností Slnka. Galaktický disk nie je homogénny, ale hviezdy a medzihviezdna hmota sú nahustené v 6 špirálových ramenách, ktoré sa odvíjajú od galaktickej vypukliny. Slnečná sústava sa nachádza na vnútornom okraji špirálového ramena Orióna. Štruktúru a tvar Galaxie môžeme najlepšie študovať v rádiovkej oblasti na vlnovej dĺžke 21 cm, na ktorej vysiela neutrálny medzihviezdny vodík. Galaktický disk je obklopený sférickým galaktickým halom, v ktorom sa nachádzajú najstaršie objekty galaxie ako napr. guľové hviezdokopy. Galaktické halo obklopuje ešte väčšia zložka a tou je galaktická koróna s priemerom až 200 000 svetelných rokov.



Obr. 1 – Špirálová štruktúra Galaxie pri pohľade zhora a z boku

Galaxia alebo **Mliečna cesta** (z lat. *Via Lactea* = mliečna cesta, čo je odvodené z gréckeho *Γαλαξίας* (*Galaxias*, *γάλα* znamená „mlieko“)) je obrovský systém asi 200 - 400 miliárd hviezd, Hubblovho typu SBbc, v ktorom je spolu so Slnkom aj Zem a celá naša slnečná sústava. Patria do nej všetky hviezdy, ktoré bežne vidíme na oblohe, hmloviny, hviezdokopy, ale aj plyn, prach a skrytá tmavá hmota. Pri pohľade na nočnú oblohu sa nám Galaxia javí ako hmlovitý pás so stredom v súhvezdí Strelca, ktorý sa na severe rozprestiera až k súhvezdiu Kasiopeja a na juhu až k súhvezdiu Južný kríž. Pás Mliečnej dráhy na oblohe je nerovnomerne hustý. Najužší je v súhvezdí Perzeus a najvýraznejší je v smere súhvezdí južnej oblohy, hlavne Škorpióna (Scorpio), Strelca (Sagittarius) a Hadonosa (Ophiucus). Hviezdy, ktorých svetlo sa nám zlieva do pásu Mliečnej cesty tvoria iba najbližšie okolie Slnka. Opticky môžeme pozorovať iba asi 1% hviezd galaktického disku. Kvôli veľkej hustote medzihviezdnej látky ďalej nedovídime optickými prístrojmi, Galaxiu však môžeme skúmať v iných oknách elektromagnetického spektra. Celková hmotnosť Galaxie dosahuje približne 10^{12} hmotností Slnka. Galaktický disk má priemer asi 100 000 svetelných rokov, vzdialenosť Slnka od stredu galaxie je asi 27 700 svetelných rokov.

Až do začiatku XX. storočia sa astronómovia domnievali, že naše Slnko so svojimi planétami leží v blízkosti stredu hviezdnej sústavy v tvare plochého disku, ktorú nazývame Galaxia. V rokoch 1915 - 1918 Američan Harlow Shapley (1885 - 1972) metódou cefeíd určil vzdialenosti hviezdokôp [Cefeidy sú premenné pulzujúce hviezdy - majú tú významnú vlastnosť, že podľa periódy zmeny jasnosti im možno jednoznačne priradiť absolútnu (skutočnú) jasnosť. Ak porovnáme absolútnu a pozorovanú jasnosť cefeidy, môžeme určiť jej vzdialenosť]. Keď vytvoril priestorový model systému guľových hviezdokôp, zistil, že jeho stred leží v súhvezdí Strelca vo vzdialenosti približne 8 500 pc

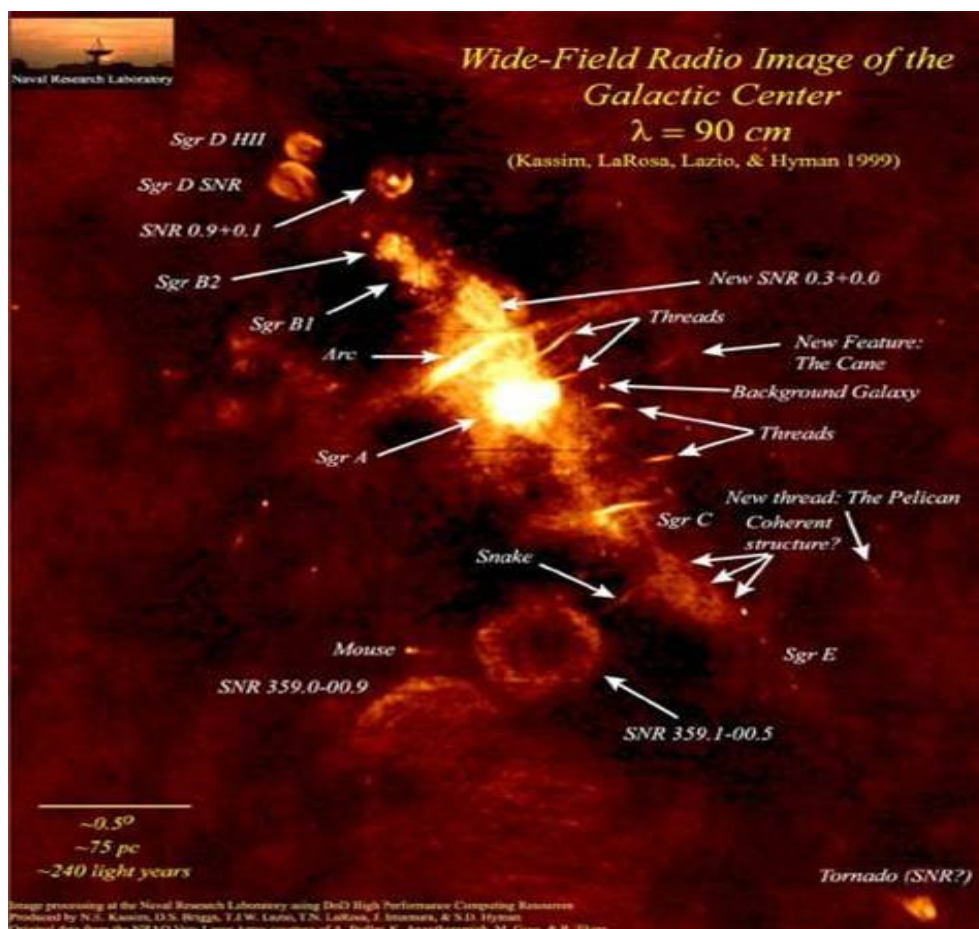


Obr. 2 – Zložená snímka celej oblohy, je to vlastne pohľad na Galaxiu z jej vnútra z oblasti Zeme

Galaxia je komplexný útvar, ktorý pozostáva z mnohých typov objektov s odlišnými vlastnosťami. Ich rôznym rozdelením v rámci Galaxie vznikajú **zložky**, ktoré sa líšia tvarom, vekom, typickým zastúpením objektov a ďalšími charakteristikami. Zložky rozdeľujeme na **podsystemy** objektov podľa ich astrofyzikálnej príslušnosti, napríklad ku guľovej zložke patrí podsystem premenných hviezd typu RR Lyrae, či podsystem guľových hviezdokôp.

Najstaršia je **guľová zložka** (galaktické halo), ktorá sa sformovala asi pred 10 miliardami rokov. Jej hmotnosť je $64 \cdot 10^9$ hmotností Slnka, čo je blízke hmotnosti disku, halo je však podstatne väčšie a teda aj redšie. Najstaršie objekty v Galaxii príslušia práve do hala. Ďalšie zložky Galaxie vznikali gravitačným zmršťovaním galaktického hala. Následne vznikla z hmoty sústredenej do galaktickej roviny **disková zložka** (prechodná zložka). Tu prebiehal búrlivý zrod hviezd z medzihviezdneho plynu. V priebehu prvej miliardy rokov vznikla polovica súčasného počtu hviezd. Centrálna oblasť disku sa sformovala do **galaktického jadra**. Pozorovania v infračervenom okne nám odhalili, že jadro nie je kompaktné teleso, ale veľké nahustenie hviezd a pravdepodobne aj supermasívna čierna diera. Na širokouhlejšej rádiovkej snímke jadra Galaxie vidíme jasný rádiový zdroj Sagittarius A a viacero zvyškov po výbuchoch supernov. Ako posledná sa sformovala **plochá zložka**, ktorú tvoria mladé a rodiace sa hviezdy. Obiehajú takmer presne v rovine galaktického disku. Pozorovania nám naznačujú, že musí existovať ešte veľmi hmotná zložka Galaxie guľového tvaru, ktorú voláme **galaktická koróna**. Vieme o nej vďaka jej gravitačnému pôsobeniu, z ktorého odhadujeme že sústreďuje až 90% hmotnosti Galaxie, doposiaľ však nie je uspokojivo vysvetlené, z akých objektov sa skladá. Je to takzvaná **skrytá hmota**, ktorú zatiaľ stále hľadáme.

Väčšina objektov Galaxie vytvára plochý galaktický disk, v ktorého strede sa nachádza galaktická vypuklina v tvare splošteného rotačného elipsoidu. V tejto vypukline je hustota hviezd a medzihviezdnej látky podstatne vyššia ako v okrajových častiach Galaxie. V strede Galaxie je galaktické jadro (premieta sa nám do súhvezdia Strelca), ktoré obklopuje masívnu čiernu dieru s hmotnosťou 10^6 hmotností Slnka. Galaktický disk nie je homogénny, ale hviezdy a medzihviezdna hmota sú nahustené v 6 špirálových ramenách, ktoré sa odvíjajú od galaktickej vypukliny. Predpokladá sa, že existujú štyri hlavné špirálovité ramená a najmenej



Obr. 3 – Najnovší výskum ukazuje stred Galaxie s množstvom pozostatkov po výbuchu supernov

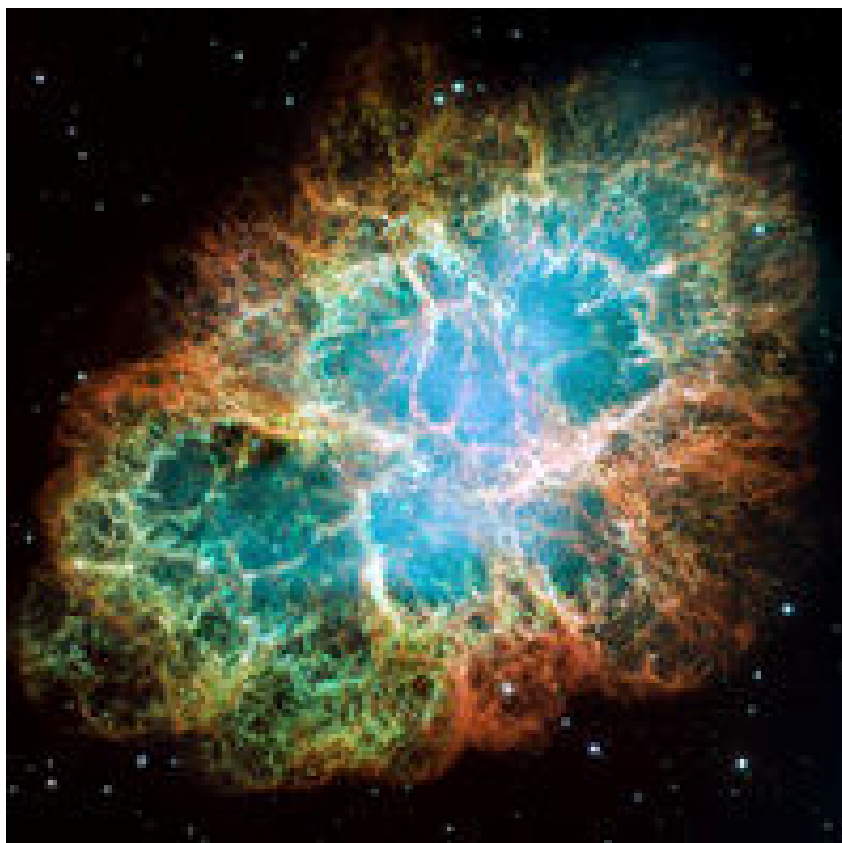
ďalšie dve menšie. Všetky ramená začínajú v galaktickom strede a sú pomenované nasledovne, tiahnuc sa smerom von zo stredu galaxie pozdĺž polomeru cez slnečnú sústavu: **rameno Norma** alebo tiež rameno 3 kpc, **rameno Štít-Južný kríž**, alebo tiež rameno Kentaur, **rameno Strelec**, alebo tiež rameno Strelec-Kýl, **rameno Orion**, alebo tiež Lokálne rameno - označené "0"; menšie špirálovité rameno (slnečná sústava sa nachádza blízko vnútorného okraja Lokálneho ramena, v Lokálnej bubline, 8.0 ± 0.5 kpc od stredu Galaxie), **rameno Perzeus** a konečne **rameno Labuť** alebo tiež Vonkajšie rameno. Názvy ramien sú odvodené od súhvezdí, v ktorých ich možno vidieť. Vzdialenosť medzi Lokálnym ramenom a nasledujúcim ramenom Perzeus je približne 6 500 svetelných rokov. Každé rameno opisuje logaritmickú špirálu (ako ostatné ramená všetkých špirálovitých galaxií) s uhlom sklonu asi 12 stupňov.

Slnečná sústava sa nachádza na vnútornom okraji špirálového ramena Orióna. Štruktúru a tvar Galaxie môžeme najlepšie študovať v rádiovnej oblasti na vlnovej dĺžke 21 cm, na ktorej vysielajú neutrálne medzihviezdny vodík. Galaktický disk je obklopený sférickým galaktickým halom, v ktorom sa nachádzajú najstaršie objekty galaxie ako napr. Guľové hviezdokopy. Galaktické halo obklopuje ešte väčšia zložka a tou je galaktická koróna s priemerom až 200 000 svetelných rokov.

Hviezdy v galaktickom disku obiehajú okolo stredu galaxie, pričom jeden obeh okolo stredu galaxie (galaktický rok) trvá slnečnej sústave 226 miliónov rokov a počas svojej existencie už obehla tento stred 25-krát. Rýchlosť obiehania je 217 km/s, čo znamená, že 1 svetelný rok preletí za približne 1400 rokov. Rýchlosť obiehania jednotlivých hviezd v Mliečnej dráhe je medzi 200 až 250 km/s, pričom obežná doba je priamo úmerná vzdialenosti hviezd od galaktického stredu.

V Galaxii sme v posledných dvoch desaťročiach objavili obrovské množstvo zaujímavých objektov, no najkrajšie z nich sú hmloviny, ktoré vytvárajú na pozadí hviezd bizarné farebné útvary. **Hmlovina** je nepravidelný plynovo-prachový oblak medzihviezdnej hmoty nachádzajúci sa v medzihviezdnom prostredí pozorovateľný v optickej oblasti elektromagnetického žiarenia. Avšak iba malá časť medzihviezdnej hmoty sa dá pozorovať v optickej oblasti elektromagnetického žiarenia ako hmloviny. Až 99 % hmoty hmloviny predstavuje plyn (z 90 % tvorený atómami vodíka, zvyšok sú prevažne atómy hélia spolu s atómami kyslíka, uhlíka, neónu, dusíka a i. prvkov), prach je prítomný iba v nepatrnom množstve. Pomenovanie hmloviny bolo zavedené v 17. stor., keď ešte neboli známe fyzikálne rozdiely medzi jednotlivými typmi hmlovín, a pojmom hmlovina sa označoval každý objekt na oblohe, ktorý sa v ďalekohľade zobrazoval ako svetlý neostrý oblak. V minulosti sa hmloviny delili na galaktické (nachádzajúce sa v Galaxii) a mimogalaktické, čo sú vlastne iné galaxie. Hmloviny sa môžu rozdeľovať podľa viacerých hľadísk, pričom delenia sa navzájom prekrývajú; z hľadiska zobrazenia v optickom zariadení sa delia na tmavé a svietiace, z hľadiska pôvodu na difúzne, planetárne a zvyšky po výbuchu supernov. **Svietiace hmloviny** sa rozdeľujú na emisné a reflexné. **Emisné hmloviny** sú jasné svietiace oblaky, v ktorých je plyn excitovaný žiarením z blízkej horúcej hviezdy raného spektrálneho typu až typu B1. Ultrafialové žiarenie z hviezdy ionizuje v oblaku atómy plynu (fotoionizácia), ktoré po spätnej rekombinácii vyžiarujú fotóny s väčšou vlnovou dĺžkou (fluorescencia). Emisnou hmlovinou je napr. Veľká hmlovina v Orióne. Ak sa v oblaku nachádza iba chladnejšia hviezda, vodík sa neionizuje, ale sa vytvárajú oblaky neutrálneho vodíka (H I oblasti), ktoré sa dajú pozorovať v rádiovnej oblasti elektromagnetického žiarenia na vlnovej dĺžke 21 cm. Ak je vodík v oblaku úplne ionizovaný, vytvára sa H II oblasť, ktorá jasne svieti ako emisná hmlovina. V prípade, že je hustota plynu v oblaku nízka (10^2 atómov/cm³), atómy plynu sú excitované do metastabilných hladín a následnými prechodmi do základného stavu vyžarujú nebulárne zakázané čiary, napr. [O III]. Medzi emisné hmloviny sa zaraďujú planetárne hmloviny predstavujúce expandujúce plynové obálky odhadzované hviezdami v záverečných štádiách vývoja, ako aj zvyšky po výbuchu supernov, čo sú vlastne plynové rýchlo expandujúce obálky. Najznámejšou takouto hmlovinou je Krabia hmlovina. Niektoré zvyšky po výbuchu supernov majú veľmi jemnú riasovú štruktúru, preto sa nazývajú **riasové hmloviny**. **Reflexné hmloviny**

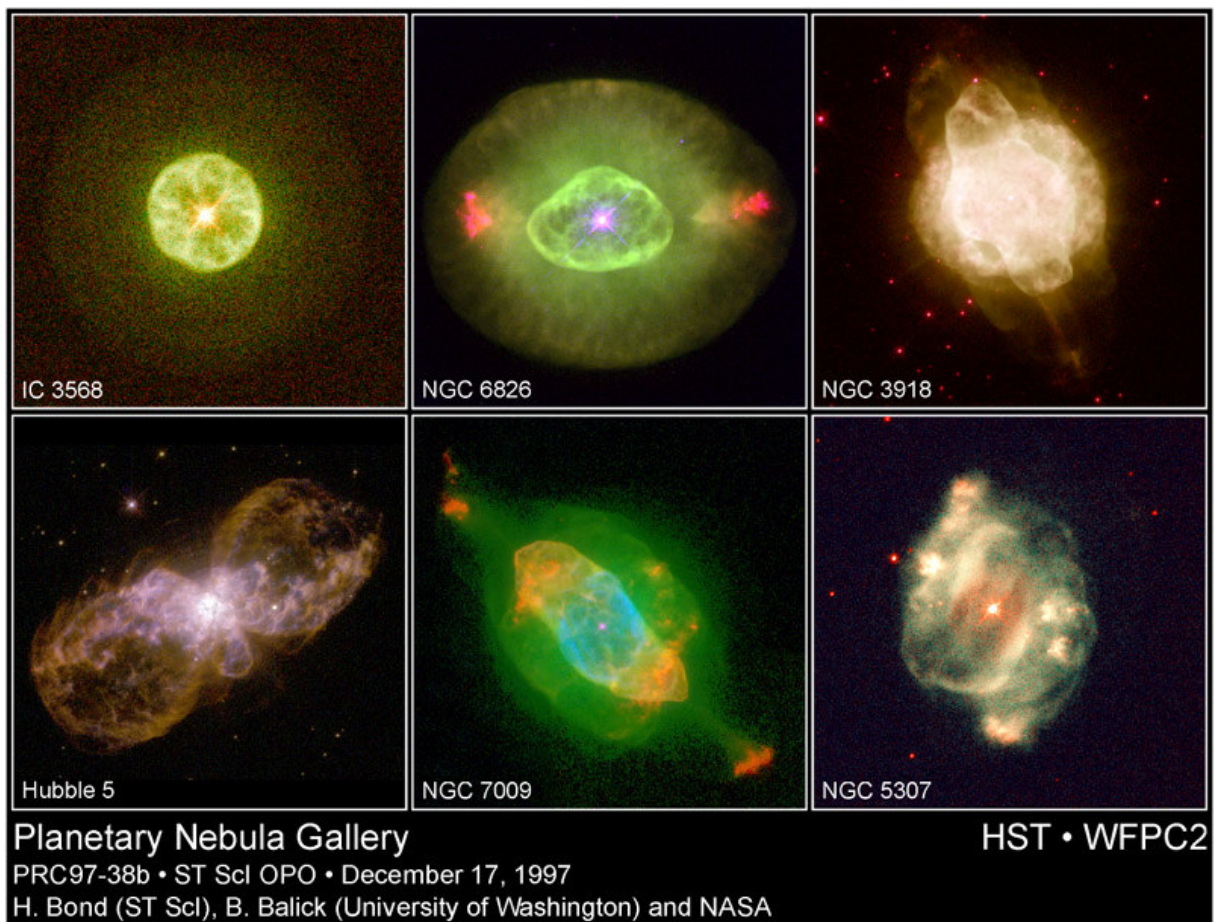
sú hmloviny, ktoré svietia len odrazeným svetlom od blízkej chladnejšej hviezdy. Žiarenie reflexnej hmloviny zodpovedá žiareniu hviezdy a vyznačuje sa spojitým spektrom v ktorom sa



Obr. 4 – Krabia hmlovina je pozostatkom po výbuchu supernovy SN 1054, ktorá bola zaznamenaná čínskymi a arabskými astronómami v roku 1054, keď bola viditeľné počas 23 dní za denného svetla

pozorujú absorpčné spektrálne čiary. Typickou reflexnou hmlovinou sú oblaky obklopujúce hviezdy v Plejádach. **Tmavé hmloviny** sú opticky husté oblaky medzihviezdnej hmoty, v blízkosti ktorých sa nenachádza žiadna hviezda s dostatočnou svietivosťou, ktorá by ich mohla osvetľovať. Sú pozorovateľné, iba ak sa premietajú na jasnejšie pozadie hviezd Mliečnej dráhy alebo na svietiace hmloviny. Opticky husté prostredie tmavej hmloviny pohltí veľkú časť žiarenia pozadia a zoslabí ho až o niekoľko magnítud. Preto sa absorbujúca hmlovina javí ako tmavý oblak na svetlejšom pozadí. Najznámejšou tmavou hmlovinou je Kónská hlava v súhvezdí Orióna. **Difúzne hmloviny** majú rozmery 10—100 pc a ich hustota je nižšia ako hustota vákua dosahovaná v laboratórnych podmienkach na Zemi. Rozdeľujú sa na svietiace (emisné a reflexné) a tmavé. V literatúre sa vyskytuje aj pojem **plynná hmlovina** (hmlovina medzihviezdneho plynu) a **prachová hmlovina** (hmlovina medzihviezdneho prachu).

Veľké úsilie bolo vynaložené na určenie veku Galaxie. V roku 2004 odhadol tím astronómov (Luca Pasquini, Piercarlo Bonifacio, Sofia Randich, Daniele Galli a Raffaele G. Gratton.) zatiaľ najpresnejšie vek Galaxie. Tím použil vizuálny UV spektrograf (angl. UV-Visual Echelle Spectrograph), umiestnený na Obrovskom ďalekohľade (angl. Very Large Telescope), aby po prvýkrát zmeral obsah berýlia v dvoch hviezdach v guľovej hviezdokope NGC 6397. Toto im umožnilo odhadnúť čas, ktorý ubehol od vzniku prvej generácie hviezd v celej Galaxii po vznik prvej generácie hviezd v guľovej hviezdokope, na 200 až 300 miliónov rokov. Dodali tiež odhad veku hviezd v guľovej hviezdokope: $13\,400 \pm 800$ miliónov rokov. Súčet vyjadruje odhadovaný vek Mliečnej dráhy: $13\,600 \pm 800$ miliónov rokov.



Obr. 5 – Ukážka bizarných tvarov niekoľkých planetárnych hmlovín z HST

Podobne ako všetky galaxie vo Vesmíre aj Mliečna cesta patrí do vyššieho hierarchického usporiadania, ktorej najbližším stupňom je Miestna skupina (alebo aj Lokálna skupina) galaxií. Mliečna cesta, galaxia v Androméde a galaxia v Trojuholníku sú hlavnými členmi Miestnej skupiny galaxií, čo je zoskupenie približne 60 tesne spojených galaxií. Miestna skupina je časťou miestnej superkopy galaxií (označovanej aj ako superkopa Virgo podľa kopy Virgo, ktorá pravdepodobne leží blízko jej stredu). Okolo Mliečnej dráhy obieha mnoho trpasličích galaxií v rámci Lokálnej skupiny. Najväčšia z nich je Veľké Magellanovo mračno (angl. Large Magellanic Cloud – skratka LMC) s priemerom 20 000 svetelných rokov. Najmenšie, trpasličia galaxia Kýl, trpasličia galaxia Drak a trpasličia galaxia Lev II majú priemer len 500 svetelných rokov. Ostatné trpasličie galaxie, obiehajúce okolo Mliečnej dráhy, sú Malé Magellanovo mračno (angl. Small Magellanic Cloud – skratka SMC), trpasličia galaxia Veľký pes – najbližšia galaxia, trpasličia galaxia Strelec – v minulosti považovaná za najbližšiu, trpasličia galaxia Malý voz, trpasličia galaxia Sochár, trpasličia galaxia Sextant, trpasličia galaxia Pec a trpasličia galaxia Lev I. V súčasnosti je možné na základe štúdia kinematiky okolitých členov Miestnej skupiny galaxií poznať aj budúci vývoj Galaxie. Je takmer isté, že Mliečna cesta sa zrazí so susednou galaxiou v Androméde. Galaxie sa k sebe približujú rýchlosťou približne pol milióna kilometrov za hodinu. Ich vzájomná vzdialenosť je asi 2,2 milióna svetelných rokov. K zrážke teda príde vo vzdialenej budúcnosti, približne za 3-4 miliardy rokov. Keď sa obe galaxie priblížia, stlačí gravitačný vplyv oboch galaxií ich molekulové mračná a začne masívna tvorba nových hviezd. Vytvorí sa množstvo modrosvietiacich hviezdokôp, oveľa jasnejších ako sú terajšie. Z prachu v oboch diskoch sa začnú gravitačným vplyvom a premiešaním tvoriť nové obrie hviezdy s krátkou životnosťou. Oba disky sa spoja asi za 100 miliónov rokov. Za ten čas vybuchnú už niektoré supernovy a vymetú plyn a prach von z nového útvaru. Okolo neho vznikne rovnaký obal, aký pozorujeme pri eliptických galaxiách. Z jadra bude vychádzať dlhý

výtrysk podobný výtrysku z galaxie M87. Predpokladá sa, že naše Slnko, ani žiadne iné hviezdy sa napriek tejto interakcii dvoch galaxií navzájom nezrazia.

Ďalšie informácie a obrázky o Galaxii môžete nájsť na www stránkach:

<http://sk.wikipedia.org/wiki/Galaxia>

[http:// astroportal.sk/deepspace/galaxia.html](http://astroportal.sk/deepspace/galaxia.html)