

A **galaxisok** égitestek: csillagok, csillagközi gázok, por és a láthatatlan sötét anyag nagy kiterjedésű, gravitációsan kötött rendszerei.^{[1][2]} Egy tipikus galaxis tízmillió és ezermilliárd ($10^7 - 10^{12}$) közötti számú csillaggal rendelkezik^{[3][4]}, és mind azonos középpont körül kering. A magányos csillagokon kívül egy galaxisban rengeteg több csillagot tartalmazó rendszer, nyílthalmaz, gömbthalmaz és köd található. A legtöbb galaxis átmérője több ezertől több százezer fényévig terjed és közöttük több millió fényév távolság a jellemző. A közöttük lévő űr nagyon jó vákuumnak tekinthető kevesebb, mint köbméterenkénti egy atommal. Feltehetően 1 billió(10^{12}) galaxis van a Világegyetem belátható részében.^[5]

A *galaxis* szó a Tejútrendszer görög nevéből (Γαλαξίας) származik (a görög γάλα, *gala* szó jelentése *tej*). Az **extragalaxis** az összes, a Tejútrendszerünkön kívüli galaxis összefoglaló neve.

A mi galaxisunk, a Tejútrendszer (sokszor csak *Galaktika*) küllős spirálgalaxis, a Lokális Galaxiscsoport egyik nagy galaxisa (a másik az Androméda-galaxis, mellyel néhány milliárd év múlva összeütközik)(Triangulum), amelynek az átmérője 30 kiloparszek (100 000 fényév) és körülbelül 300 milliárd csillagot tartalmaz, a tömege egytrilliószor annyi, mint a Nap tömege.

[S]

A leggyakoribb galaxistípus.^[8], spirális szerkezetűek.

A galaxismagot lapos korong veszi körül, amelyben – hasonlóan a Tejútrendszerhez – spirálkarok helyezkednek el, ezek sok csillagközi anyagot tartalmaznak, bennük jelenleg is zajlik csillagkeletkezés. A csillagokhoz hasonlóan a spirálkarok is keringenek a központ körül, de nem állandó szögsebességgel.

-1/3 rész közönséges spirálg., 2/3 rész **küllős spirál**[SB].

-Alosztályok: a,b,c,d –Hubble)

a: viszonylag fejlett mag, c: viszonylag halvány mag.

Ez a rendszerezés azonban nem utal feltétlenül a galaxisok fejlődési stádiumára, amire nagy hatással vannak a galaxisütközések.

[E]

Az **elliptikus galaxisok** a szabályos galaxisok egyik alcsoportja. Gömb vagy forgási ellipszoid alakúak, csillagaik a magjuk körül keringenek, ellentétben a spirálgalaxisokkal, többé-kevésbé véletlenszerű síkú pályákon. Kozmikus környezetünkben ezek a leggyakoribbak. Csillagközi anyag nagyon kevés van bennük, ezért csillagkeletkezés sem zajlik, következésképpen a nyílthalmazok is hiányoznak ezekből a galaxisokból.

{Az elliptikus galaxisokat lapultság szerint csoportosítjuk az E0-E7 osztályokba.

$k=10(a-b)/a$ (egész számra kerekítve), ahol *a* és *b* az ellipszoid nagy- illetve kistengelye.

Méret szerint is megkülönböztetjük őket. (Törpe,Óriás)}

[S0]

A **lenticuláris galaxis** (vagy **lencsegalaxis**) galaxis, mely szerkezetét tekintve átmenetet képez a spirálgalaxisok és az elliptikus galaxisok között. Korongjában nincsenek spirálkarok, magja szokatlanul nagy méretű. Napjainkban már nem zajlik bennük csillagkeletkezés.

[IR]

A **szabálytalan(irreguláris) galaxisok** olyan galaxisok, amelyeknél központi mag és

szimmetriatengely sem figyelhető meg. Semmilyen lényeges jellegzetességet nem mutatnak, és a legkülönbébb alakúak lehetnek. Előfordulásuk ritka (3%). Jellegzetes képviselőik a szabad szemmel is látható, de hazánkból nem megfigyelhető Magellán-felhők.

[DE]

A **törpegalaxis** olyan galaxis, amely néhány milliárd csillagnyi tömegből áll, ellentétben a normális galaxisok több százmilliárd csillagnyi tömegével. Épphogy eléri az egymillió Napnyi tömeget. Kis méretük miatt elsősorban közvetlen környezetünkben, a Lokális Csoportban lévő törpegalaxisokat ismerjük, több ilyen objektum kering Tejútrendszerünk, az Androméda-köd és a Triangulum-galaxis körül is. A galaxisokra alkalmazott tipológia működik a törpegalaxisoknál is, így léteznek:

- Törpe spirálgalaxisok
- Törpe elliptikus galaxisok (dE)
- Törpe szabálytalan galaxisok (dI).

Különleges galaxisok

Aktív galaxisok

A szokatlanul erős elektromágneses sugárzással rendelkező galaxisok.

Kvazárok

A Világegyetem korai szakaszában keletkezett galaxisok erős sugárzást kibocsátó magvai.

Galaxisok egyik csoportja.

Rádiógalaxisok

Olyan **galaxisok**, amelyek rádiófluxusa nagyságrendekkel erősebb annál, mint ami az optikai fényességük alapján várható.

A csillagászok feltételezik, hogy az aktív galaxisok különböző osztályai csak látszólagosak, elsősorban az aktív magjukra való rálátás szerint csoportosíthatóak az egyik vagy másik osztályba. Ha a látóirányunk merőleges az akkréciós korong síkjára, vagyis egybeesik az anyagkilövellések irányával, akkor blazárt figyelünk meg. Ha viszont éppen a perem felől látunk rá a galaxisra, akkor rádiógalaxisnak nevezzük.

Egyéb különleges galaxisok

- Kék kompakt törpegalaxisok (BCD-galaxisok)
 - Óriás diffúz galaxisok (cD galaxisok)
 - dE galaxisok: törpe elliptikusok vagy törpe szferoidikus galaxisok
 - LSB galaxisok: kis felületi fényességű galaxisok: általában törpegalaxisok, tömegük nagy része (95%-a) sötét anyag.
 - Sötét galaxisok: Csak sötét anyagot tartalmazó galaxisok.
 - Polárgyűrű-galaxisok
 - Csillagvihar-galaxisok
 - TDG-galaxisok (tidal dwarf galaxies)
-

Ütköző és kölcsönható galaxisok

Az elméletek szerint a galaxisok tömegének 90%-át sötét anyag teszi ki, azonban ennek a tömegkomponensnek a természetét még nem ismerjük. A megfigyelési adatokból arra következtetnek, hogy számos galaxis középpontjában szupermasszív fekete lyuk van. [Ilyenkor aktív galaxismagról beszélünk.]

Folyamatosan, de nagyon változó intenzitással nyelik el a körülöttük áramlás közben létrehozott szerkezet formájában keringő **diffúz anyagot**(por,gáz,**plazma**), egy részét a korong síkjára merőleges plazmakilövelés formájában kilövik a csillagközi térbe.

Ha a beáramló anyag mennyisége megnövekszik (például két galaxis ütközésekor), az akkrécióskorong[diffúz anyag keringése közben létre hozott szerkezet] felforrósodik, és az energiafelesleg egy részét elektromágneses sugárzás formájában bocsátja ki.

A galaxisok középpontjában lévő szupermasszív fekete lyukak a galaxisok ütközése után az új galaxis középpontjában egymás körül keringenek, eközben részben gravitációs hullámok kibocsátásával, egyre közelebb kerülnek egymáshoz, majd egyesülnek. Az ilyen maggal rendelkező galaxisok a különféle aktív galaxisok, kvazárok és blazárok.

Nem minden esetben van szupermasszív fekete lyuk, mert ha a galaxis középpontjában két fekete lyuk összeolvad (például egy másik galaxissal való ütközés következtében), akkor a keletkező új fekete lyuk további gravitációs hullámok kibocsátása után kirepülhet a galaxisból, örökre elhagyva azt.^{[6][7]}

Ütközések: A galaxishalmazokon belül a galaxisok viszonylag közel vannak egymáshoz, és eltérő sebességük és mozgásirányuk miatt összeütközhetnek egymással. Egy-egy ilyen ütközés több százmillió évig is eltarthat, a végén a galaxisok általában egyesülnek, új, nagyobb galaxist létrehozva.

Az Óriás elliptikus galaxisok, galaxishalmazok központi vidékein találhatóak, és általában ezen halmazok legnagyobb tömegű tagjai. Valószínűleg több galaxis ütközésével jöttek létre.

Természetesen az ütközések lefolyásában döntő szerepet játszik a galaxisok egymáshoz viszonyított tömege, a nagyobb galaxisok a törpegalaxisokat lényegében elnyelik.

A Törpe elliptikus galaxisok (dE), a nagyobb galaxisok körül keringenek, és a velük folytatott gravitációs kölcsönhatás=árapály hatás miatt folyamatosan veszítik el anyagukat, és beleolvadnak a nagyobb galaxisba.

Ha nagyobb galaxis útjába törpegalaxisok kerülnek (a törpegalaxisok nagy száma miatt ez meglehetősen gyakori), akkor a nagyobb galaxis árapály-hatása (gravitációja) a törpéket egyre jobban megnyújtja, és csillagai a nagyobb galaxis tömegközéppontja körül kezdenek el keringeni, megközelítőleg azonos pályán, de egymás mögött. A csillagoknak eme halmaza egyre jobban elnyúlik, majd elkeveredik a nagyobb galaxis többi csillaga között. Tejútrendszerünk csillagai közül egyre többnek ismerjük mozgási paramétereit, és ezen adatok alapján több olyan csillagáramlatot sikerült kimutatni, amely bizonyíthatóan régebben elnyelt törpegalaxisok csillagait tartalmazza.^[18]

-A már említettek alapján az ütközés közben a galaxisok egymás gravitációs hatása miatt megváltoztatják alakjukat: Az ütközés irányában mindkét galaxis megnyúlik, ez különösen a spirálgalaxisok spirálkarjainál feltűnő, ez az árapálycsóva.

A **Gyűrűs galaxisoknak** a fő ismertetőjelük a korong kerületén lévő, fényes, gyűrűs szerkezet, melynek közepén van a galaxis magja. Az ilyen objektumok a valószínűleg a galaxisok közötti kölcsönhatások során, az grav. erők hatására jönnek létre. Amikor egy kisebb galaxis nagy sebességgel átzuhan egy spirálgalaxison a korong síkjára merőlegesen, → a gravitációs kölcsönhatás csillagkeletkezési hullámot indít el a korongban, hasonlóan egy pocsolya felszínén terjedő hullámokhoz, amikor kavicsot dobunk bele. Az Androméda-galaxis infravörös képen is látszanak gyűrűs szerkezetek, így elképzelhető, hogy részt vett hasonló kölcsönhatásban.

-A galaxisok kölcsönhatása gyors csillagkeletkezést eredményez. Az ilyen területeken nagyon sok fiatal, általában nagyon fényes és nagy tömegű csillag keletkezik, amelyek általában igen rövid idő, gyakran csak néhány millió év után, szupernóvaként fejezik be pályafutásukat, ezért kölcsönható galaxisokban a szupernóvak is meglehetősen gyakoriak.

Csillagvihar galaxisok

Olyan galaxisok, melyekben az átlagosnál nagyságrendekkel több csillag keletkezik. Tejútrendszerünkben átlagosan évente három naptömegnyi csillag keletkezik, a csillagvihar-galaxisokban akár 10* ennyi is lehet. A robbanásszerű csillagkeletkezést általában a **gázban gazdag galaxisok** (elsősorban szabálytalan és spirálgalaxisok) **gázanyagának** **összenyomódása** váltja ki, ennek leggyakoribb oka két galaxis ütközése. Az intenzív csillagkeletkezés általában nem terjed ki a galaxis egészére, leggyakrabban a galaxismag környékén, vagy ütköző galaxisoknál a két galaxis találkozásánál zajlik.

A keletkező csillagok egy részének élettartama a nagy tömeg miatt meglehetősen rövid, ezek szupernóvaként megsemmisülve tovább fűtik a csillagközi gázt, és újabb lökéshullámokat indítanak el. A folyamat végén a gázanyag teljes egészében vagy csillagokká alakul, vagy a szupernóvak lökéshullámai (vagy a galaxis közepében lévő szupermasszív fekete lyuk által kifújta gázsugár) kilöki a galaxisból. A folyamat végeredménye egy csillagközi gázban szegény elliptikus galaxis lesz.

Galaxishalmazok

A **galaxishalmazok** galaxisok csoportosulásai, a csillagászatban a legnagyobb, gravitációsan kötött objektumok, amelyek akár több mint ezer galaxist is tartalmazhatnak.

Egy tipikus galaxishalmaz:

- Általában 50 – 1000 galaxist tartalmaz, forró röntgenforrást és nagy mennyiségben sötét anyagot; ennek a három összetevőnek az aránya hozzávetőlegesen egyenlő.
- Teljes tömege 10^{14} és 10^{15} naptömeg közötti.
- Átmérőjük 2 és 10 megaparsec($6,52 \cdot 10^5$ - $3,26 \cdot 10^6$ fé) közötti
- A halmazt alkotó egyes galaxisok radiális diszperziója[szóródás] 800-1000 km/s érték körüli

Az egyes galaxishalmazok össztömege elérheti a $10 \cdot 10^{15}$ naptömeget, átmérőjük pedig a $3 \cdot 10^7$ fényévet.

A csillagászati megfigyelések arra utalnak, hogy a galaxisok túlnyomó része halmazokban található.

A **Virgo-halmaz** környékén feltűnően sok galaxis található. Ebből arra következtethetünk, hogy a galaxisok **szuperhalmazokat** alkotnak

A szuperhalmazokon túlmenően úgy tűnik, hogy a galaxisok egy buborékszerű képződményben helyezkednek el, térbeli **eloszlásuk tehát nem egyenletes**.