



АЛЕКСАНДАР КОТЕВСКИ

АСТРОНОМИЈА

ТАЈНИТЕ НА ВСЕЛЕНАТА

Астрономија – Тајните на вселената

Автор: Котевски Александар

Рецензент: Проф. д-р Вељаноски Благоја

АСТРОНОМИЈА
ТАЈНИТЕ НА ВСЕЛЕНАТА

2012 година

“Достоинството треба да го барам не во вселената, туку во владеењето со сопствените мисли. Ништо не би имал, ако би владеел со световите. Во вселената бескрајноста ме опкружува и проголта сум од атоми, меѓутоа чувствувам дека во мислите го сваќам светот.”

Блез Паскал

СОДРЖИНА

1.	Астрономијата како посебна дисциплина	1
	1.1. Потекло на астрономијата	2
	1.2. Историја на астрономијата	3
	1.3. Кон модерната астрономија	14
2.	Вселена	21
	2.1. Што е вселена?	22
	2.2. Материја во вселената	29
	2.3. Гравитација, движење и орбити	32
	2.4. Ширење на вселената	34
	2.5. Почеток и крај на вселената	37
3.	Сончев систем	42
	3.1. Вовед во Сончевиот систем	43
	3.2. Сонце	49
	3.3. Меркур	52
	3.4. Венера	56
	3.5. Земја	63
	3.6. Месечина	68
	3.7. Марс	76
	3.8. Јупитер	82
	3.9. Сатурн	92

3.10. Уран	103
3.11. Нептун	110
3.12. Џуцести планети	116
3.13. Куперов појас и Ортов облак	118
3.14. Астероиди	120
3.15. Комети	123
3.16. Метеори и метеорити	127
4. Млечен Пат	130
4.1. Основни карактеристики на Млечниот Пат	131
4.2. Свезди	136
4.3. Етапи во развојот на свездите	143
4.3.1. Создавање на свездите	143
4.3.2. Свезди – главна низа	146
4.3.3. Стари свезди	150
4.3.4. Свезди – завршни фази	154
4.4. Видови на свезди	160
4.4.1. Умножливи свезди	160
4.4.2. Променливи свезди	162
4.5. Јата свезди	165
4.6. Вонсоларни планети	167

5.	Надвор од Млечниот Пат	170
5.1.	Видови галаксии	172
5.1.1.	Спирални галаксии	173
5.1.2.	Елиптични галаксии	174
5.1.3.	Дисковидни галаксии	175
5.1.4.	Неправилни галаксии	176
5.1.5.	Средишни црни дупки	177
5.2.	Развиток на галаксија	178
5.3.	Галаксии	179
5.4.	Активни галаксии	181
5.5.	Јата галаксии	184
5.6.	Суперјата галаксии	186
6.	Во потрага по други Земји	190

1. АСТРОНОМИЈАТА КАКО ПОСЕБНА ДИСЦИПЛИНА



1. АСТРОНОМИЈАТА КАКО ПОСЕБНА ДИСЦИПЛИНА

*“Историјата на астрономијата е
историја на далечни хоризонти”*

Едвин Хабл

1.1. ПОТЕКЛО НА АСТРОНОМИЈАТА

Астрономија (старогрчки: $\alpha\sigma\tau\rho\nu + \nu\omicron\mu\omicron\sigma$ и во превод значи: *законот на ѕвездите*) е наука која ги проучува предметите и појавите надвор од Земјата и нејзината атмосфера. Таа го проучува потеклото, развитокот, физичките и хемиските својства, движењето и процесите кои се одвиваат во небесните тела (на пример, како планети, ѕвезди, ѕвездени системи, галаксии, . . .), феномените како што е космички позадинското зрачење, како и создавањето, развојот и судбината на универзумот.

Астрономијата е една од најстарите науки. Геометријата им овозможила на древните Грци да ги направат првите мерења на Сонцето, Земјата и Месечината, за во XVII век, благодарение на прецизните инструменти научниците да ги отфрлат нивните претстави за Земјата како центар на вселената. Телескопот го отвори небото, како и низа нови прашања на кои ќе одговори Њутновата теорија на гравитација. Спектроскопијата донесе нов метод за проучување на својствата на ѕвездите и конечно откри нови галаксии и ширење на вселената. Во последните неколку децении развојот на вселенските летала им овозможи на телескопите што орбитираат да ја проучуваат длабоката вселена, а патувањата на неколку луѓе и леталата надвор од Земјината орбита овозможија конечно да се согледа вистинското опкружување на нашата планета.

Од XX век, астрономијата професионално е поделена на набљудување и теоретски дел. Набљудувањето на астрономијата е фокусирано на стекнување и анализа на податоци, претежно со

користење на основните принципи на физиката. Теоретски астрономијата е ориентирана кон развивање на компјутерски или аналитички модели за да се опишат астрономските објекти и појави. Овие две полиња се надополнуваат меѓусебно.

1.2. ИСТОРИЈА НА АСТРОНОМИЈАТА

Историјата на астрономијата се протега од предисториските камени кругови до вселенските сонди во XXI век. Тоа е приказна за низа револуции - за сваќањето на нашата положба во вселената и начините на кои ги прошируваме нашите сознанија за неа.

Историјата на Астрономијата почнува пред 6 000 години што значи дека истата е најстарата наука денеска. Во текот на историјата народите на речиси сите култури го проучувале Сонцето, Месечината и ѕвездите и го набљудувале движењето на небеските тела на небото. Човековото набљудување на небото е одраз на љубопитноста и зачуденоста пред светот на природата, но е мотивирано од практични потреби, како што се навигацијата, мерењето на времето и религијата.

Љубопитноста на античките народи за денот и ноќта, Сонцето, Месечината и ѕвездите најпосле ги довела до набљудувања со кои небесните тела изгледале дека се движат по еден вообичаен начин. Ова движење се покажало од голема корист при дефинирањето на времето, локацијата и правците на Земјата. Астрономијата всушност потекнала од самите проблеми со кои се соочиле уште првите цивилизации. Античките народи имале потреба од воспоставување на вистинските периоди на садење и жнеење на житата како и за нивните ритуални и религиозни прослави. Движењето на небесните тела им помагало да го мерат времето при долгите патувања на вршење на стоковата размена.

Најстарите пронајдени цртежи поврзани со небесните набљудувања датираат од пред 3 000 година п.н.е. На самите цртежи кои биле нанесувани на коски, а најчесто на пештерските ѕидови, се наоѓаат претставени соѕвездија како Големата Мечка и Касиопеа онака како што тогаш изгледале.

Културата на **древните Кинези** датира уште од 3 000 година п.н.е. кога почнува да се развива нивната астрономија. Тие уште тогаш

знаеле да ги предвидат затемнувањата на Сонцето и Месечината, да ги определат рамнодениците и горната и долната кулминација. Времето го мереле со помош на сончеви часовници, а воедно се и првите луѓе кои почнале да зборуваат за сончевите пеги кои случајно ги откриле кога преку густитот чад на голем пожар погледнале кон Сонцето.

Од периодот од 3 000 година п.н.е. се среќаваат и интересни градби меѓу кои се издвојува најстарата астрономска опсерваторија, **Стоунхенџ** (помеѓу 3 000 и 1 000 година п.н.е.). Тоа се, всушност, огромни камени блокови кружно распоредени кои се лоцирани близу Салсбјури, Англија. Се смета дека за предисториските луѓе Стоунхенџ претставувал еден вид ритуален споменик.

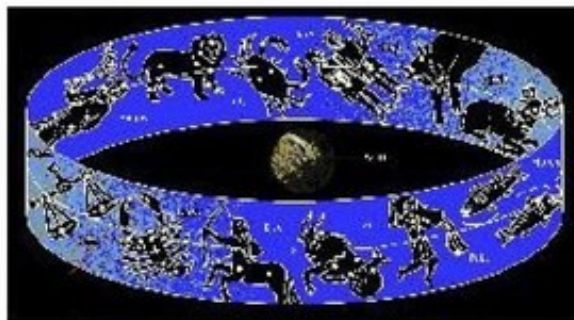


Стоунхенџ

Малку се знае за неговата вистинска функција, но се верува дека неговата структура им овозможувала на неговите градители да ги предвидат положбата на Сонцето, рамнодениците, затемнувањата и други настани од Сончевиот календар.

Месопотамците биле први од античките набљудувачи на ѕвезди кои направиле обид за уредување на деновите, односно месеците во еден постојан временски систем, односно календар. Тие ги делеле светлите тела на небото на подвижни и неподвижни ѕвезди. Петте “подвижни ѕвезди” биле Меркур, Венера, Марс, Јупитер и Сатурн. Подоцна овие тела го добиле името планети (“скитници”). Тие, заедно со Сонцето и Месечината, се движат околу ѕвездената сфера во еден тенок појас кој бил наречен Зодијак. На секое соѕвездие му бил определен период на “владеење” кој се совпаѓал со периодот за кој Сонцето привидно минувало низ тој дел од сферата. Овие соѕвездија подоцна биле именувани од *Птоломеј*, астроном кој живеел во II век од нашата ера, и тоа со следниве имиња:

Овен (Aries), Бик (Taurus), Близнаци (Gemini), Рак (Cancer), Лав (Leo), Девица (Virgo), Вага (Libra), Шкорпија (Scorpio), Стрелец (Sagittarius), Јарец (Capricorn), Водолија (Aquarius) и Риби (Pisces).



Зодијак

Помеѓу античките народи кај кои се сретнуваат податоци за небесните набљудувања е и цивилизацијата на **Маите**, кои во тоа време го знаеле точното привидно движење на небесните тела.

Цивилизација на Маите



Археолозите веруваат дека формативниот период на Маите започнал околу 1 500 година п.н.е., но врвот на нивните културни достигнувања бил постигнат за време на класичниот период кој траел од 300 до 900 година од н.е.

Во овој временски интервал, Маите имаат создадено уникатна уметност и архитектонски стилови, направено зачудувачки астрономски опсерватории и развиено систем на хероглифи за бележење на значајните настани. Придонесите од оваа цивилизација продолжуваат да се чувствуваат во Мексико каде многу туристи ги посетуваат руините од времето на Маите, како на пример оние од посткласичниот град Chichèn Itzà.

- *Вавилонска астрономија*

Иако Египќаните, Маите и Кинезите развиле интересни мапи на соѕвездија, како и корисни календари, сепак културата на **Вавилонците** бележи поголеми достигнувања. Вавилонската цивилизација растела од XVII до VI век п.н.е. За да го усовршат нивниот календар, тие ги проучувале движењата на Сонцето и Месечината. Тие го назначиле денот после новата Месечина за почеток на секој месец. Околу 400 година п.н.е., период кога Вавилон е дел од Персија, вавилонските астрономи забележале дека привидните движења на Сонцето и Месечината од исток кон запад околу Зодијакот немаат постојани брзини. Овие тела наизглед се движат со брзина која расте се до

половината на нивната ротација до одреден максимум по што нивната брзината опаѓа на својот минимум. Вавилонците се обиделе да го претстават овој циклус аритметички со тоа што на Месечината и дале фиксна брзина на движење за време на едната половина од нејзиниот циклус, а различна фиксна брзина за другата половина од циклусот. Подоцна тие го усовршиле математичкиот метод со тоа што ја претставиле брзината на Месечината како фактор кој линеарно расте од минимум до максимум за време на првата половина од револуцијата, за потоа да опадне на минимумот до крајот на циклусот. Со овие пресметки на месечевите и сончевите движења Вавилонските набљудувачи на ѕвезди можеле да го предвидат времето на новата Месечина и воедно првиот ден од месецот. На сличен начин биле пресметани и планетарните позиции претставени заедно со нивните ретроградни и вообичаени движења кон исток. Веројатно е дека од оваа цивилизација потекнуваат астрономите кои го измислиле системот на пресметки.

- ***Грчка астрономија***

Подемот на античка Грција претставувал пресвртница во развојот на астрономијата како наука, грчките мислителите ги формулирале сложените физички закони и го одредиле обликот на вселената. Античките Грци уживале во дотогаш невидената политичка и интелектуална слобода и придонесле за неверојатен напредок на науката.



Грчка астрономија

Цивилизацијата на античките Грци се развивала од околу 1 400 до 300 година п.н.е. Во самата “Одисеја” на големиот **Хомер** се споменуваат ѕвездени групи како Големата Мечка, Орион и Плејадите, при што е опишана функцијата на ѕвездите како водич во навигацијата на луѓето. Во една од своите поеми познатиот грчки поет **Хесиод** ги информира фармерите за тоа кое соѕвездие изгрева пред мугри во различни годишни времиња назначувајќи го најпогодното време за орање, садење и жнеење.

Важни научни придонеси се поврзуваат со Талес од Милет и Питагора од Самос, но никакви пишани дела не се сочувани од овие

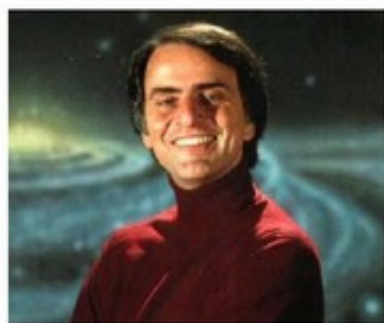
грчки филозофи. Постои легенда, чие потекло буди сомнежи, дека **Талес** точно го предвидел затемнувањето на Сонцето во мај 585 година п.н.е. Околу 450 година п.н.е. **Филолас**, еден од следбениците на Питагора, верувал дека Земјата, Сонцето, Месечината и планетите се движат околу централен оган. Околу 370 година п.н.е. астрономот **Евдокс** ги објаснил набљудуваните движења врз претпоставката дека огромна сфера, која ги носи на својата вдлабната страна ѕвездите, се движи околу Земјата со дневна ротација. Додека, пак, за објаснување на движењата на Сонцето, Месечината и планетите, сметал дека внатре во сферата постојат други провидни сфери меѓусебно поврзани на различни начини.

Најверојатно најоригиналниот антички набљудувач на небото бил **Аристарх** од Самос. Тој верувал дека движењата на небото можат да се објаснат со хипотезата дека Земјата се свртува околу својата оска еднаш на 24 часа и заедно со другите планети се врти околу Сонцето. Ова објаснување било отфрлено од многу грчки филозофи кои ја сметале големата, тешка Земја за статична топка околу која кружи светлината како безмасивно тело. Оваа, пак, теорија, која е позната како **геоцентричен систем**, останува виртуелно непредизвикана околу 2 000 години. Аристарх, исто така, го измерил и радиусот на растојанијата од Земјата до Сонцето и до Месечианта.

Математичарот, астрономот и географот **Ератостен** (276 - 194), кој пред се бил голем филозоф и логичар, стигнал дотаму што успеал со голема точност да го одреди радиусот на Земјата.



Ератостен



Карл Саган

Приказната за ова негово откритие е широко позната за која пишува и Карл Саган во својата книга “Космос”. Накусо, Ератостен прочитал во некоја папирусна книга дека во Сиена, на пладне, на 21 јуни, стаповите што вертикално се забодени во Земјата не фрлаат никаква сенка.

Во денот на летната долгоденица, во најдолгиот ден од годината,

додека часовите изминуваат кон пладне, сенките од столбовите на храмовите стануваат се покуси. На пладне исчезнуваат напoлно. Тогаш одразот на Сонцето може да се види и во водата на дното од најблискиот бунар. Сонцето се наоѓа точно над главата. Љубопитноста го натерала Ератостен да превземе експеримент - всушност да провери дали вертикално забодените стапови остануваат без сенки и во Александрија на 21 јуни.



Експеримент на Ератостен

И тоа: колку што е поголема таа закривеност толку е поголема и разликата во должината на сенките. Сонцето се наоѓа толку далеку што неговите зраци се паралелни кога ќе пристигнат до Земјата. Стаповите што се забодени под различни агли во однос на правецот на доаѓањето на сончевите зраци фрлаат сенка со различна должина. Со оглед на забележаната разлика во должината на сенките, оддалеченоста меѓу Александрија и Сиена морала да изнесува околу седум степени по површината на Земјата; со други зборови, ако замислиме дека стаповите се протегаат се до центарот на Земјата, тие тука би се сечеле под агол од седум степени.

Седум степени се приближно педесет-ти дел од 360° колку што изнесува вкупниот периметар на Земјата. Ератостен знаел дека растојанието меѓу Александрија и Сиена е приближно 800 km затоа што ангажирал еден човек да пропешачи и измери. $800 \text{ km} \cdot 50$ изнесува 40 000 km: значи толкав мора да биде периметарот на Земјата. Тоа и е точниот одговор. Ератостен, меѓу другото, зад себе има оставено и еден нацртан каталог на ѕвезди.

Во астрономијата, големиот грчки филозоф, **Аристотел** ја застапувал претпоставката за конечна сферична вселена со Земјата како нејзин центар. Според него, централниот регион е составен од четири елементи: земја, воздух, оган и вода. Во Аристотеловата физика, секој од овие четири елементи има свое одредено место, детерминирано од својата релативна тежина односно “специфична гравитација” (според својата тежина, од полесното кон потешкото, Аристотел ги подредил елементите по овој редослед: оган, воздух, вода, земја). Секој елемент по природа се движи по права линија - земјата надолу, оганот нагоре - кон своето одредено место каде што ќе остане да мирува. Според тоа, земјиното движење е секогаш линеарно и секогаш доаѓа до запирање. Небото, меѓутоа, се движи природно и бескрајно со комплексно кружно движење. Затоа небото би морало да биде составено од петти, различен елемент, кој го нарекол етер. Етерот како супериорен елемент е неспособен за било каква промена освен промена на местото при кружното движење. Аристотеловата теорија дека линеарното движење секогаш се одвива низ отпорна средина е всушност валидна за сите земјини движења кои можат да се набљудуваат. Аристотел, исто така, сметал дека потешките тела од некој материјал паѓаат побрзо од полесните со ист облик. Ова погрешно гледиште било прифатено како факт се додека италијанскиот физичар и астроном Галилео Галилеј не го спроведе својот експеримент со пуштањето на различните тежини од Кривата Кула во Пиза.

Во II век н.е., на почетокот на Хелинистичкиот период на грчката цивилизација, Грците ги комбинирале своите теории за небесните тела со внимателно испланирани опсервации. Астрономите **Хипарх** и **Птолемеј** ја одредиле положбата на речиси 1 000 ѕвезди и ги употребиле тие ѕвездени табели како основа за мерење на планетарните движења. Напуштајќи ја идејата на Евдокс за сферите и прифаќајќи многу пофлексибилен систем на кругови тие поставиле постулати за низа ексцентрични кругови каде Земјата е близу центарот за да ги претстават главните истонасочени движења при различни брзини на Сонцето, Месечината и планетите околу зодијакот. За да ги објаснат периодичните варијации во брзината на Сонцето и на Месечината и обратните движења на планетите, го поставиле постулатот дека секое од овие тела се врти униформно околу втор круг,

наречен епицикл, чиј центар се наоѓа во првиот круг. Па така, при правилен избор на дијаметрите и брзините за две кружни движења припишани на секое тело, неговото набљудувано движење би можело да се претстави. Во некој од случаите се јавува потреба за уште еден, трет круг. Оваа техника била опишана од Птоломеј во неговото големо дело “Алмагест”. Птоломеј направил и каталог со 1 022 ѕвезди распоредени во 48 ѕозвездија врз основа на претходната работа на Хипарх.

Птоломеј ја дал завршницата на геоцентричниот систем. Основните начела на Птолемевиот систем се:

- Земјата е топка;
- Земјата лежи во близина на центарот на вселената;
- Земјата е неподвижна;
- Земјата не се движи околу својата оска;
- Земјата не се движи околу Сонцето;
- Сите тела се движат околу Земјата по кружни патеки и со непроменлива брзина (исклучок прават планетите).

- Средновековна астрономија

Во овој период грчката астрономија била пренесена кон исток на Сиријците, Хиндусите и Арапите. Арапските астрономи составиле нови ѕвездени каталози во IX и X век, а притоа развиле табели на планетарни движења.

Арапите, како добри набљудувачи, направиле неколку корисни придонеси во астрономските теории.



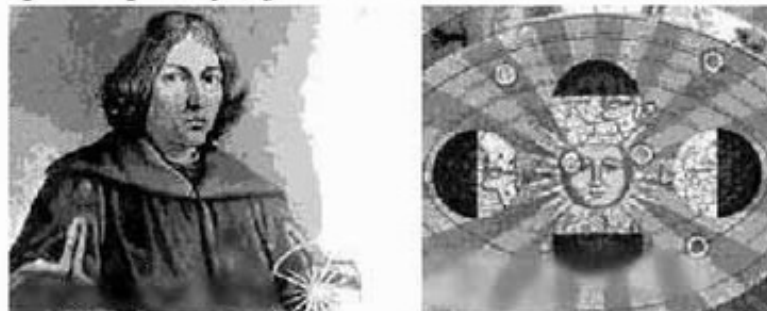
Средновековна астрономија

Ал-Бируни (973-1050) бил арапски научник кој пишувал на мноштво различни научни теми. Неговите најважни придонеси како научник биле неговите високо перцептивни набљудувања на природните феномени. Меѓу неговите најголеми дела се наоѓа и “Канон” што претставува негова најсеопфатна студија за астрономијата.

Ал-Бируни поднесол докази дека Земјата е округла и развил нов метод за мерење на нејзината површината. Наоѓајќи ги разликите помеѓу аглите на Земјините испакнатини, тој извршил пресметка на

дијаметарот на Земјата врз основа на различниот видик што се наоѓа пред него.

- *Коперник - револуција*



Никола Коперник

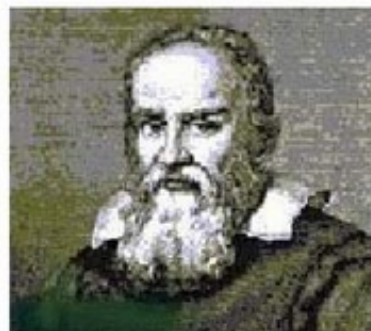
Полскиот астроном **Никола Коперник** извршил револуција во науката со тоа што го поставува постулатот дека Земјата и другите тела кружат околу стационарно Сонце. Со тоа, тој му се спротивставил на дотогаш многу популарниот геоцентричен систем на Птоломеј. Коперник најпрвин се двоумел околу издавањето на неговото откритие, бидејќи се плашел од критицизмот на научните и религиозните заедници. Иако на почетокот претрпел отфрлање и недоверба, Коперниковиот систем е рангиран за најприфатен концепт за вселената до крајот на XVII век.

Всушност системот на Коперник привлекувал многу малку внимание се додека италијанскиот астроном **Галилео** не пронашол докази за негово поткрепување. Како таен обожавател на Коперниковиот труд, Галилео ја увидел шансата да ја испроба Коперниковата теорија со пронаоѓањето на телескопот во Холандија.

Во 1609 година Галилео направил мал рефракторен телескоп, го насочил кон небото и ги открил фазите на Венера, што било индикација дека оваа планета кружи околу Сонцето. Исто така открил четири месечини кои кружеле околу Јупитер, а ги забележал и прстените на Сатурн. Убеден во тоа дека, барем, некои тела не кружат околу Земјата, тој започнал да зборува и пишува подржувајќи го Коперниковиот систем.

Неговите обиди да го публицира Коперниковиот систем го довеле до судири со црковните власти. Иако бил принудуван да се откаже од неговите верувања и писанија, оваа моќна теорија не можела да остане потисната.

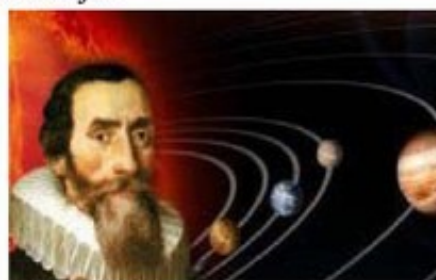
Галилеј Галилео



- ***Законите на Кеплер и теоријата на Њутн***

Од научна гледна точка Коперниковата теорија била само еден вид преуредување на планетарните орбити на Птоломеј. Теоријата на античките Грци за движењето на планетите по кружници со фиксни брзини претставува, всушност, продолжение на Коперниковиот систем. Од 1580 до 1597 година данскиот астроном **Тихо Брахе** ги набљудувал Сонцето, Месечината и планетите од опсерваторијата близу Копенхаген, а подоцна продолжил и во Германија.

Врз основа на податоците собрани од Брахе, неговиот германски асистент, **Јохан Кеплер**, ги формулирал законите за планетарните движења, притоа давајќи точен математички опис на планетарните орбити.



Јохан Кеплер

Кеплер формулирал три закони за планетарното движење. Тој во 1609 открил дека орбитите на планетите се елиптични, а не кружни или епициклични. Сонцето е во еден фокус на елипсата. Второ, покажал дека радиус - векторот Сонце – планета оцртува еднакви површини во еднакви временски интервали, а орбиталната брзина на планетата е помала во поодалечените точки од нејзината орбита. Трето, Кеплер во 1691 година ја докажал поврзаноста на големината на орбитата и орбиталниот период. Кеплер имал мистични погледи и сметал дека вселената е проткаена со музика така што секоја планета создава тон сразмерно со својата брзина. Како и сите други научници пред Њутновото откривање на гравитацијата, тој не можел да објасни што ги принудува планетите да се движат по утврдени патеки.

Иако во Италија храброста на Галилео да навести постоење на други светови и храброста на Џордано Бруно да се впушти во

размислување за други облици на живот им донела многу страдања, во Холандија астрономот **Кристијан Хајгенс**, кој отворено ги застапувал идеите на Галилеј и на Бруно, бил опкружуван со почести. Хајгенс (1629-1695) конструирал повеќе дурбини како и часовник со секундарно нишало.

Тој ја открил тајната на Сатурновиот прстен, а малку подоцна го извел и законот за центрифугална сила. Во времето на Хајгенс светлината претставувала предмет на научно истражување. Додека Снелиус ја испитувал рефракцијата, а Левен Хук го измислил микроскопот, самиот Хајгенс ја поставил теоријата за брановата природа на светлината. Тој тврдел дека однесувањето на природата на светлината е како ширење на бранови низ вакуум, слично на движењето на брановите во морето. Многу особини на светлината, вклучувајќи ја тука и дифракцијата, можат природно да се објаснат со брановата теорија, така што идејата на Хајгенс доминирала во годините потоа.

Британскиот физичар **Сер Исак Њутн** (1643-1727) се восхитувал од Хајгенс. Тој верувал дека светлината се однесува така како да претставува струја од ситни честички, делумно и поради тоа што сенките се одликуваат со остри рабови. Сметал дека црвената светлина се состои од најголеми честички, а виолетовата од најмали.



Исак Њутн

Тој усовршил едноставен принцип за да ги објасни Кеплеровите закони за планетарните движења. Преку математичко резонирање, тој дошол до заклучокот дека постои одредена привлечна сила помеѓу Сонцето и секоја од планетите. Оваа сила, која зависи од масите на Сонцето и планетите како и од растојанијата меѓу нив, претставува основа за физичко интерпретирање на Кеплеровите закони. Њутновото математичко откритие е наречено *Теорија на гравитација*.

1.3. КОН МОДЕРНАТА АСТРОНОМИЈА

По Њутн астрономијата се разгранува во неколку насоки. Со неговиот закон за гравитација, старото прашање за планетарното движење е повторно проучувано како небесна механика.

Усовершените телескопи дозволија скенирање на површините на планетите, откривање на многу послабо сјајни ѕвезди како и мерење на ѕвездените растојанија. Во XIX век, новиот инструмент наречен спектроскоп овозможи да се добијат информации за хемискиот состав и движењето на небесните тела.

За време на XX век се изградени значително поголеми рефлексионни телескопи со огледала од 1 000 cm во дијаметар.

Проучувањата со овие инструменти доведоа до откривање на структурата на далечните галаксии и нивните јата.

Во втората половина на XX век развојот во физиката доведе до појава на нови класи на астрономски инструменти од кои некои се поставени на сателитите-опсерватории кои орбитираат околу Земјата. Овие инструменти беа чувствителни на широк спектар на радијациски бранови должини, вклучувајќи ги γ -зраците, x-зраците, ултра-виолетовите зраци, инфрацрвените зраци и радио регионите на електромагнетниот спектар. Астрономите започнуваат да ги проучуваат не само планетите, ѕвездите и галаксиите, туку и плазмата (топол јонизиран гас) која ги опкружува двојните ѕвезди, меѓуѕвездениот простор во кој се раѓаат нови ѕвезди, ладниот прав кој е невидлив во оптичките региони, енергетските јадра на галаксиите кои можеби содржат во себе црни дупки и фотоните кои потекнуваат од големата експлозија кои можеби носат информации за раната историја на вселената.



Телескоп

• **ПРОСТОРОТ И ВРЕМЕТО**



Релативност на времето

Повеќето луѓе имаат исти разумни претстави за светот. Една од нив е дека времето за сите минува еднакво. Втората е дека должината на цврсто тело не се менува. Всушност тие претстави кои во минатото претставувале темел на законите на физиката се само илузии и важат само во ограничен број случаи со кои луѓето се најдобро запознати.

Всушност, просторот и времето не се апсолутни категории, туку се растегнуваат и закривуваат во зависност од релативната точка на гледиште. Уште повеќе присуството на маса го изобличува просторот и времето и ја создава силата на гравитација.

- **Алберт Ајнштајн – биографија**

Алберт Ајнштајн (14 март, 1879 – 18 април, 1955) бил германски теоретски физичар, најпознат по неговата теорија на релативноста и теоријата за масно-енергетска еквиваленција.

Во огромниот број на придонеси на Ајнштајн кон физиката се вбројува:

- неговата специјална теорија на релативноста, која ги споила механиката и електромагнетизмот, и
- неговата општа теорија на релативноста, која ја проширила теоријата на релативноста за нерамномерното движење, создавајќи нова теорија на гравитација.

Има бројни придонеси во полињата на релативистичка космологија, капиларна акција, класични проблеми на статистичката механика и нивната примена во квантната теорија, објаснување на брауновото движење на молекулите, веројатности на атомската транзиција, квантната теорија на едноатомски гасови, термодинамичките својства на светлината со ниско ниво на радијација (со што ги дава темелите на теоријата на фотони), теорија за радијација вклучувајќи стимулирана емисија, концептот на теоријата на унифицирани полиња и придонеси кон физичката геометризација. Ајнштајн објавил преку 300 научни и над 150 ненаучни дела. Има

статус на славноста во заедницата на физиката, а магазинот *Тајм* во 1999 год. го именува како “Личност на векот”. Во пошироката култура, името “Ајнштајн” стана синоним на генијалност.

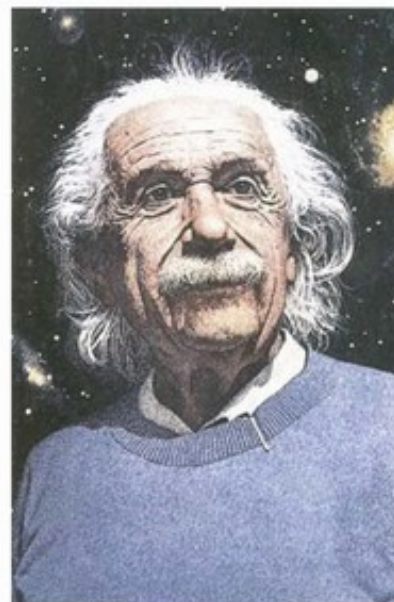
Алберт Ајнштајн бил роден во еврејско семејство во Улм, Вуртемберг, Германија на 14 март 1879 год. Кога Ајнштајн имал пет години, неговиот татко му покажал зебен компас. Ајнштајн сфатил дека има нешто во празниот простор што ја движи иглата и подоцна изјавил дека ова искуство му направило “длабока и долготрајна импресија”.

Неговите истражувања се дотолку импресивни, бидејќи немале обемни наоди во поранешната научна литература и претставувале битен исчекор кон нови разбирања на физичките феномени.

Три од нив, на тема: брауново движење, фотоелектричен ефект и специјална релативност, се од посебна важност бидејќи разјасниле набљудувања за кои што до тогаш не постоеле научни објасненија.

- ***Специјална теорија на релативноста***

Во 1905 година Алберт Ајнштајн ја отфрлил идеата дека постои каков бил апсолутен или привилигиран референтен систем во вселената. Со други зборови, се е релативно. Тој исто така ја отфрлил идеата дека времето е апсолутно, наведувајќи дека тоа не мора секаде да минува со еднаква брзина. За да ги смени старите претстави Ајнштајн ја формулирал специјалната теорија на релативноста. Наречена е “специјална” затоа што е ограничена на референтните системи во состојба на движење со константна брзина што не се менува. Според првиот принцип, наречен принцип на релативноста, исти закони за физиката важат во сите референтни системи во состојба на движење со константна брзина. Вториот принцип е дека брзината на светлината е константна и не зависи од движењето на набљудувачот или изворите на светлина. Ајнштајн заклучил дека овој принцип не е во сообразност со прифатената претстава за собирање на брзините. Понатаму дека резултатот на комбинирање на овој принцип со првиот навидум дава

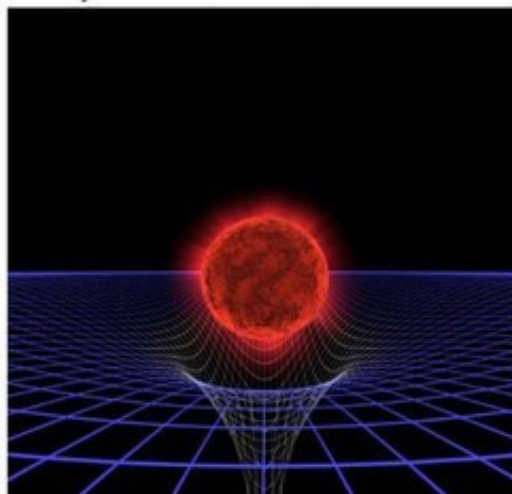


Алберт Ајнштајн

неинтуитивни резултати кои збунуваат. Значи, сватил дека човечката интуиција за просторот и времето може да биде погрешна.

Благодарение на својата работа на теоријата на релативноста, Алберт Ајнштајн станал најпопуларен научник на XX век.

Иако доби Нобелова награда за фотоелектричниот ефект, тој е познат по својата теорија на релативноста која се дели на општа (1905 год.) и специјална (1915 год.). Овие две теории донесоа нов револуционерен начин за сваќањето на поимите како што се: просторот, времето, масата, енергијата и гравитацијата.



Закривеност на просторот

- ***Резултати од специјалната теорија на релативноста***

Со замислените експерименти Ајнштајн докажал дека равенките кои што важат во еден референтен систем, мора да се трансформираат во равенки кои ќе важат и во друг референтен систем, кој во однос на првиот мирува или се движи рамномерно праволиниски, со цел брзината на светлината во двата системи да остане иста. Овие трансформации покажуваат дека кога објектот се движи со голема брзина во однос на набљудувачот, на истиот му изгледа дека објектот е пократок отколку што навистина е - поради ефектот познат како Лоренцова контракција. Изгледа дека времето за тој објект побавно минува - што е ефект познат како дилатација на времето. Мерките за просторот и времето се разликуваат од еден референтен систем во движење во друг. Ајнштајн исто така докажал дека со зголемувањето на енергијата објектот добива во маса, а дека ја губи масата ако енергијата се намалува. Дошол до заклучок дека масата и енергијата се правопрпорционални, тоа го изразил преку далеку познатата негова равенка $E = m \cdot c^2$.

• ***Стивен Хокинг - биографија***

Стивен Вилјам Хокинг, роден на 8 јануари, 1942 год., е англиски теоретски физичар и космологист чии научни книги и јавни

појавувања го направија академски позната личност. Тој е почесен пријател на Кралското друштво на уметности, доживотен член на Попската академија на науките и во 2009 год. е награден со претседателски медал на слободата, највисоката цивилна награда во САД.

Тој е познат по своите придонеси во полето на космологијата и квантната гравитација, особено во контекст на црните дупки. Исто така, тој се здобил со успеси за неговата работа во полето на популарната наука во која тој генерално дискутира за неговите теории и космологијата. Во клучните научни трудови на Хокинг се вклучени обезбедувањето, со Роџер Пенроуз, теореми во врска со гравитационите сингуларитети во рамките на општата релативност и теоретското предвидување дека црните дупки емитуваат радијација, што денес е познато како Хокингова радијација.

Хокинг има лателарна амиотропска склероза што е поврзано со амиотрофична латерална склероза, состојба која се развила со текот на годините и го направила скоро целосно парализиран.

Достигнувањата на Хокинг и неговите признанија не престанаа и покрај развиената парализа предизвикана од неговата болест. Полето на истражување на Хокинг е во доменот на теоретската космологија и квантната гравитација.

Во доцните 1960-ти тој и неговиот пријател и колега од Кембриџ, Роџер Пенроуз, создале нов, комплексен математички модел кој го креирале од општата теорија на релативност на Ајнштајн. Ова, во 1970 год., довело до докажување на првата од многуте сингуларитетни теореми, теореми кои обезбедуваат збир од издржани услови за постоење на гравитационен сингуларитет во просторот - времето. Ова дело покажало дека, далеку од тоа што се интересни работи од математичка гледна точка, сингуларитетите се прилично генеричка функција на општата релативност.

Тој обезбедил математички доказ, заедно со Б. Картер, В. Израел и Д. Робинсон, за таканаречената “теорема без коса “ на Џон Вилер, која вели дека секоја црна дупка е потполно опишана од страна на три својства: маса, импулсен момент и електрично полнење.

Хокинг, исто така, по анализа на емисијата на γ - зраците која се случила по Биг Бенг-от, сугерирал дека биле формирани мини црни

дупки. Со Брендон и Картер тој ги предложил четирите закони за механизмот на црните дупки, изработувајќи аналогична со термодинамика. Во 1974 год. тој пресметал дека црните дупки треба термички да креираат и емитуваат субатомски честички, кои денес се познати како Бекенстеин – Хокинг радијација, се додека не ја истрошат својата енергија и да испарат.

Во соработка со Џим Хартли, Хокинг развил модел во кој универзумот нема граници во просторот и времето, заменувајќи го почетниот сингуларитет на класичниот Биг Бенг модел со регион сличен како и северниот пол – никој не може да патува северно од северниот пол бидејќи нема граници. Додека оригиналниот безграничен предлог предвидувал затворен универзум, дискусијата со Нил Тјурок довела до реализација со тоа што безграничниот предлог, исто така, содржел незатворен универзум.

Заедно со Томас Хертог во ЦЕРН, во 2006 год., Хокинг предложил теорија на “од врвот-надолна космологија” (или на англиски јазик *top-down cosmology*) во која вели дека универзумот нема посебна поединечна состојба и затоа е несоодветно за физичарите да се обидат да формулираат теорија која предвидува дека сегашната конфигурација на универзумот е посебна поединечна состојба. Оваа космологија претпоставува дека во извесна смисла, сегашноста “го селектира” минатото од една суперпозиција, од многу можни историски позиции. Притоа, теоријата сугерира можна резолуција на деликатно дефинираниот универзум: неизбежно е тоа дека во сегашните физички константи на нашиот универзум ќе ги пронајдеме само оние историски делови кои тој ги “селектирал” и кои довеле до сегашноста. Според ова, оваа космологија ни обезбедува антропично објаснување за тоа зошто се наоѓаме самите во универзум кој овозможува работа и живот без повикување на ансамлот на повеќе универзуми.

Многу други научни истражувања на Хокинг се вклучени во студиите за квантна космологија, инфлационен универзум, продукцијата на хелиум во анизотропскиот модел на Биг Бенг-от, густината на матрицата на универзумот, топологија и структура на универзумот, младиот универзум, Јанг-Милсовиот инстантон и расејувачката матрица, квантното заплеткување и ентропија, природата на времето и просторот вклучувајќи ја временската стрелка, квантната

пена, Теорија на струните, супергравитација, Евклидовата квантна гравитација, гравитациониот Хамилтон, гравитационите теории Бренс-Дики и Хојл-Нарликар, гравитационата радијација и црните дупки.

На предавање во универзитетот Џорџ Вашингтон во чест на педесет годишнината на НАСА, Хокинг го теоризирал постоењето на вонземски живот, верувајќи дека “примитивниот живот е многу чест, додека пак интелегентниот живот е далеку поредок”.

Хокинг посочил дека е скоро сигурен дека вонземски живот постои во други делови од универзумот и употребил математичка основа за неговите претпоставки. “Во мојот математички мозок, самите броеви совршено рационално размислуваат за вонземјани. Вистинскиот предизвик е да се дознае како всушност вонземјаните би изгледале. “Тој верува дека вонземскиот живот не постои само на планети, туку можеби и на други места, како на ѕвезди или пак во други вселени. Тој, исто така, предупредува дека некои од овие видови би можеле да бидат екстремно интелегентни и дека претставуваат опасност за Земјата. Контакт со таквите видови би можел да биде катастрофален за човештвото. Тој рекол: “Доколку вонземјаните не посетат, резултатот ќе биде скоро ист како и кога Колумбо стигнал во Америка, што и не се покажало добро за домородните Американци”. Хокинг се залагал за тоа, наместо да се обидуваме да воспоставиме контакт со нив, луѓето да го избегнуваат контактот со вонземските животни форми.

2. ВСЕЛЕНА



2.ВСЕЛЕНА

*“Посматрано од вселената и најголемите човечки
достигнувања изгледаат безначајни и безвредни ”*

Карл Саган

2.1.ШТО Е ВСЕЛЕНА?

Вселената е се што постои - целиот простор, време, материја и енергија во неа. Границите на вселената е невозможно да се определат, а од самото нејзино создавање таа се шири, засекогаш носејќи ги далеку од очите на астрономите од Земјата, некои од своите најоддалечени области. Вселената опфаќа се, од најситните атоми до најголемото јато галаксии, а сепак за сите нив важат исти основни закони. Свкупната видлива материја (што е само мал дел од вкупната материја) е составена од истите субатомски единици, а истите основни сили ги овозможуваат сите меѓусебни дејства на овие елементи. Сознанието за принципите на функционирањето на вселената - од општата теорија на релативитетот до квантната физика - се дел од космологијата, наука за вселената како целина. Космолозите настојуваат да одговорат на различни прашања, а некои од нив се: “Колкава е вселената?”, “Колку е стара?”, “Како функционира на највисоко ниво?”.

- Големина на вселената

Сè во вселената е дел од некој голем систем. Размерите на Земјата и нејзината Месечина, човековиот мозок може релативно лесно да ги замисли, но најблиската ѕвезда се наоѓа незамисливо далеку, а најоддалечените галаксии се дури милијарди пати подалеку.

Космолозите што ја проучуваат големината и структурата на вселената, користат математички модели за да направат слика на вселената како целина. Тие можеби никогаш нема да ја одредат големината на вселената, бидејќи и таа може да е бесконечна.



Големината на вселената

Дури и вселената да е конечна, истата не би имала ниту средиште ниту граници, туку би можела да биде свртена околу самата себе. Така парадоксално, телото што се движи во една насока конечно ќе се појави од спротивната насока. Тоа што е сигурно, е дека вселената се шири и тоа од самото создавање по Големата експлозија (Бинг – Бенг - от) пред 13,7 милијарди години. Со проучување на флукуацијата во зрачењето од таа експлозија космолозите може да ја проценат најмалата големина на вселената, ако се докаже дека е конечна. Некои делови на вселената се оддалечени најмалку десетици милијарди светлосни години, а светлосна година е растојанието што го минува светлината за една година (9 460 милијарди километри), што значи дека вселената е несватливо голема.

- Видлива вселена

Иако вселената нема граници и би можело да биде безгранична, дел од неа им е позната на научниците, има граници и е конечна. Таа видлива вселена е сферната област околу Земјата од каде светлината стигнала до нас, од создавањето на вселената до денес.



Видлива вселена

Границата што ја раздвојува оваа област од другиот дел на вселената се нарекува вселенски светлински хоризонт. Светлината што доаѓа до Земјата од тело многу блиско на тој хоризонт мора да се движела во поголемиот дел од постоењето на вселената, т.е. мора да поминала растојание од 13,7 милијарди светлосни години за да стигне до Земјата.

Тоа растојание се дефинира преку “време за движење на светлината” од оддалечениот објект до Земјата. Меѓутоа вистинското растојание е значително поголемо, затоа што од мигот кога светлината што доаѓа до Земјата го напуштила телото, тоа се оддалечило од Земјата поради ширењето на вселената.

- ***Небесни тела***

Вселената е составена од енергија, простор и материја. Дел од енергијата се движи во просторот во облик на одделни атоми или молекули на простите гасови. Преостанатата материја создава острови на материјата, од зрнца прав до циновски ѕвезди или се распаѓа и создава црни дупки. Гравитацијата ги поврзува сите тела во огромни облаци и дискови на материјата наречени галаксии. Натому галаксиите се групираат во јата и конечно создаваат најголеми небесни структури - суперјата.

- ***Гас, прав и честички***

Голем дел од обичната материја во вселената се наоѓа во облик на разреден гас внатре во самите галаксии и околу нив и во облик на уште поредок гас во просторот меѓу галаксиите.



Гас, прав и честички

Гасот главно е составен од атоми на водород и хелиум, иако некои облаци во галаксиите имаат атоми на потешки елементи и прости молекули. Облаци од галактички гас се измешани со прав - ситни цврсти честички на јаглерод или други супстанции како што се силикатите (соединенија на силициум и кислород). Во галаксиите гасот и правот ја создаваат меѓуѕвездената материја. Видливите концентрации на оваа материја од кои многу претставуваат места каде што се создаваат ѕвездите се нарекуваат маглини. Емисионите маглини се многу сјајни, затоа што нивните составни атоми ја апсорбираат енергијата што ја емитираат ѕвездите и ја реемитуваат како светлина. За

разлика од нив темните маглини се гледаат како дамки што го спречуваат ширењето на светлината на ѕвездите. Честички од материја постојат и како вселенски сноп - субатомски честички со голема енергија кои со големи брзини се движат низ вселената.

- *Ѕвезди и кафеави џуџиња*

Вселенската светлина, воглавно, потекнува од ѕвездите - жешки топки од гас во чии јадра по пат на нуклеарна фузија се ослободува енергија. Ѕвездите се создаваат со собирање на смеса од гас и прав во маглините, а понекогаш се појавуваат во двојки или јата. Во зависност од составот на смесата ѕвездите се разликуваат според бојата, температурата на површината, сјајот и должината на постоењето. Најмасивните ѕвезди како што се циновите и суперциновите се најжешки и најсјајни, но живеат само неколку милиони години.

Ѕвездите што имаат мала маса, чиј број е најголем, се мали, имаат црвена боја и слаб сјај, но може да живеат милијарди години и се нарекуваат црвени џуџиња.

Уште помали од нив се кафеавите џуџиња. Тоа се небесни тела што не се преобразени во ѕвезди, бидејќи не се доволно масивни и жешки за да може во нив да се случат реакциите на фузија. Истите емитураат придушена светлина и спаѓаат во обичната вселенска материја.



Ѕвезди

- *Остатоци од ѕвезди*

Ѕвездите не се вечни. Дури и најмалите и најоддалечените црвени џуџиња конечно гаснат. Ѕвездите со средна маса како што е Сонцето се шират во големи ѕвезди со мала густина.



Остатоци од ѕвезди

Отфрлените слоеви што се шират околу овие ѕвезди се нарекуваат планетарни маглини, иако не се врзани со планети. Помасивните ѕвезди доживуваат уште поспектакуларен крај во експлозиите на супернова. Кај нив нема целиот материјал да биде разнесен и дел од нивното јадро се преобразува во компактно многу густо тело наречено неутронска ѕвезда. Најмасивните ѕвезди по колапсот стануваат црни дупки.

- *Планетите и помалите тела*

Постои верување дека нашиот Сончев систем бил создаден од прав и гас што се згуснувале во подвижен протопланетарен диск. Од материјалот во средиштето се создало нашето Сонце, а од другите материи се создале планетите и останатите студени тела. Планета е топка со дијаметар од најмалку 1 500 km, што кружи околу ѕвезда. Во неа нема реакции на нуклеарна фузија.

Во нашиот Сончев систем планетите се или гасовити цинови како Јупитер или помали карпести тела како што се Земјата и Марс.

Понатаму составен дел од Сончевиот систем се сателитите на планетите, астероидите - карпести тела со дијаметар од 50 km до 1 000 km, кометите – парчиња од мраз и карпи со дијаметар од неколку километри, како и метеорите и остатоците од нив и од самите комети.



Сончев систем

- **Галаксии**

Сончевиот систем има само мал дел од од огромната дисковидна структура која има ѕвезди, гас и прав и се нарекува Млечен Пат или Кумова Слама. До пред стотина години се верувало дека нашата галаксија е всушност целата вселена и никој не ни помислувал за тоа што би имало надвор од Млечниот Пат. Денес знаеме дека само видливиот дел од вселената има 100 милијарди галаксии. Тие се разликуваат според големината од џуцести, со дијаметар од неколку светлосни години со неколку милиони ѕвезди, до циновски големи неколку стотици илјади светлосни години со неколку трилиони ѕвезди.



Галаксии

Галаксиите се состојат од облаци од гас, прав и темна материја кои во едно место ги држи гравитацијата. Галаксиите ги има во 5 форми: спирални, спирални со пречка, елиптични, дисковидни и неправилни. Астрономите ги идентификуваат галаксиите според бројот во еден од неколкуте каталози на небеските тела, како на пример NGC 1530 означува галаксија 1530 во Новиот генерален каталог.

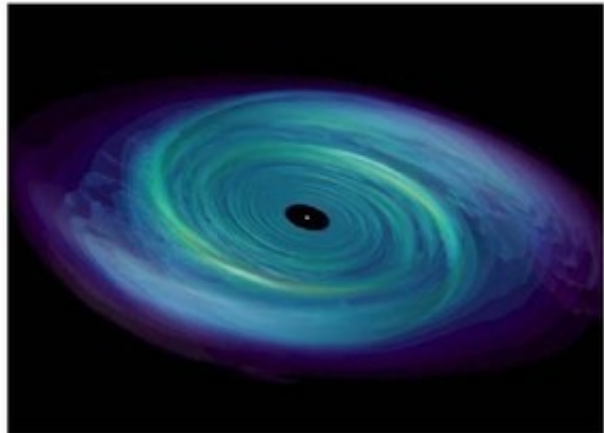
- **Црни дупки**

Црна дупка е простор во кој материјата е собрана само во една точка со бесконечна густина која се нарекува сингуларитет.

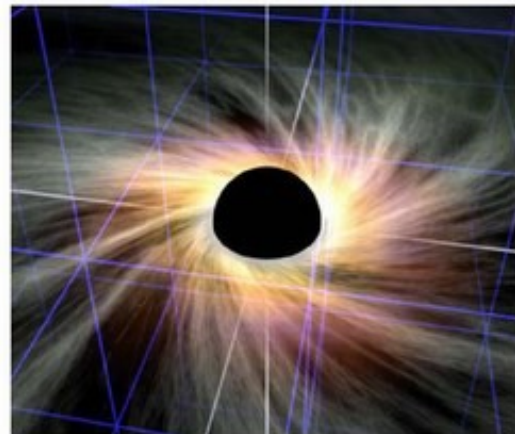
Во сферниот простор околу сингуларитетот силата на гравитација е толку моќна, така што, дури ни светлината не може да излезе од него. Според тоа црните дупки може да се откријат само врз основа на однесувањето на материјата што се наоѓа во нивна близина т.е. индиректно.

Постојат два вида на црни дупки: супермасивни и оние со маса колку ѕвезда.

Првите чија маса е неколку милијарди пати поголема од масата на Сонцето се наоѓаат во средиштето на повеќето галаксии вклучувајќи ја и нашата, за кои вистинското потекло сеуште не е објаснето, а вторите се создаваат со колапсирање на остатокот од експлозијата на ѕвездите цинови и многу се чести во сите галаксии.



Црна дупка



Црни дупки

- ***Јата галаксии***

Благодарение на гравитацијата, галаксиите се групираат во јата од околу 20 до неколку илјади членки. Дијаметарот на јатото достигнува од 3 до 30 милиони светлосни години. Некои јата имаат згуснато јадро и јасна топчеста структура, а другите се со неправилен облик и структура.

Јатото во кое се наоѓа нашата галаксија се нарекува локална група. Тоа е неправилно јато од неколку стотици галаксии оддалечени 50 милиони светлосни години. Десетина јата поврзани со слаба гравитација образуваат суперјато со големина од околу 200 милиони светлосни години. Суперјатата се поврзани со слоеви и појаси кои создаваат мрежа што се проткајува низ целата видлива вселена.



Јата галаксии

2.2. МАТЕРИЈА ВО ВСЕЛЕНАТА

- *Темна материја и енергија*

Во вселената постои многу повеќе материја од онаа што се наоѓа во ѕвездите и другите видливи објекти. Таа невидлива маса се нарекува темна материја. Се верува дека еден дел се наоѓа во облик на масивни компактни објекти во галаксиите т.е. темни тела слични на планети, а дел во облик на честички кои се малку интерактивни со другите и се познати како WIMP.

Доказ за постоењето на темната материја е движењето на галаксиите во јата. Тие се движат побрзо отколку што е предвидено според гравитацијата од видливата материја, што значи дека мора да постои дополнителна маса.

Темна материја



Дури и ако се земе во предвид вкупната темна материја за чие

постоење е донесен заклучок врз основа на набљудувања, густината на вселената не е доволно голема за да ги задоволи теориите за нејзината еволуција. За да се реши оваа тајна, космолозите го претпоставија постоењето на темна енергија - сила која се спротивставува на дејството на гравитацијата и предизвикува забрзано ширење на вселената. Вистинската природа на темната енергија сеуште не е позната. Во потрага по темната материја научниците проучуваат некои од облиците што би можела да ги има. Подземните детектори бараат честички што не се сврзуваат, како што се WIMP или неутрината. Неутрината се толку ситни што во минатото се сметало дека немаат маса, иако имаат многу мала маса. Се смета дека нивната маса може да биде 1 до 2 % од темната материја, а WIMP честичките би можеле да бидат многу повеќе.

- **Материја**

На најситно ниво вселенската материја е составена од елементарни честички, а некои од нив под дејство на различни сили се групираат во атоми и јони. Материјата освен во овој добро проучен облик постои и во други облици. Поголемиот дел од масата на вселената ја сочинува темната материја, а нејзината вистинска природа сеуште е непозната.

Материја е всушност се што има маса и подлежи на влијанието од гравитацијата. Најголемиот дел од материјата на Земјата е составен од атоми и јони. Во другиот дел на вселената, материјата постои под голем број различни услови и има различни форми, од ретка меѓузвездена материја до материја со бесконечна густина во црните дупки.



Состав на материјата

Целата оваа материја не е составена само од атоми, туку и од елементарни честички, кои не се составени од помали делови. Највообичаените честички на обичната материја се кварковите и електроните, кои образуваат атоми и јони и се дел од целата видлива материја. Меѓутоа, голем дел од материјата во вселената е темна и

составена од неутрина и засега теоретски постоечките WIMP честички или е комбинација од овие две. WIMP честичките многу слабо заемно дејствуваат со останатите.

- ***Атоми и јони***

Атомите се составени од елементарни честички кваркови и електрони. Кварковите се здружуваат во тричлени групи благодарение на глюоните. Групи кваркови ги образуваат протоните и неутроните. Тие се групираат во центарот на атомот наречен јадро. Остатокот од атомот е празен простор каде што се движат електроните. Тие имаат негативно електрично полнење и многу мала маса. Речиси целата маса на атомите е концентрирана во нивното јадро кое е составено од позитивно наелектризирани честички протони и неутрални честички неутрони. Атомите имаат секогаш еднаков број на протони и електрони, па според тоа се неутрални. Ако добијат или изгубат електрони постануваат наелектризирани честички - јони.

- ***Состојби на материјата***

Обичната материја се наоѓа во четири агрегатни состојби: цврста, течна, гасовита и состојба на плазма. Состојбите се разликуваат според енергијата што честичките на материјата ја имаат. Супстанциите можат да преминуваат од една состојба во друга добивајќи или губејќи топлинска енергија. Честичките кај цврстите тела се поврзани со цврсти врски и одвај се движат, а додека пак во течностите се слабо врзани и слободно се движат. Во гасовите, честичките се многу слабо поврзани и имаат голема слобода на движење, судирајќи се повремено. Гасот поминува во состојба на плазма кога е толку жежок, што при судирот на неговите атоми, истите ги губат електроните. Плазмата е составена од јони кои имаат висока енергија на движење. Таа е најзастапена во видливата материја на вселената, а по неа следува гасовитата агрегатна состојба.

- ***Силите во материјата***

Поврзаноста на честичките на цврстите супстанции, течностите, гасовите и плазмата произлегува од дејството на електромагнетната сила (ЕМ). Таа привлекува честички со спротивна наелектризираност, а ги одбива честичките со иста. Друга основна сила или интеракција е моќната нуклеарна сила која ги држи протоните и неутроните во атомското јадро. Слабата нуклеарна сила предизвикува радиоактивно

распаѓање. Гравитацијата дејствува на привлекување на телата во вселената како последица на нивната маса и просторот што го закривуваат.

Американскиот физичар Стивен Вајнберг роден 1933 год. е најпознат по теоријата дека двете основни сили како што се слабата нуклеарна и електромагнетната се обединети унифицирано т.е. дејствуваат на ист начин при екстремно високи енергии. Оваа теорија е докажана со помош на акцелератор на честички во 1973 година и Вајнберг заедно со своите колеги добија Нобелова награда во 1979 год.



*Стивен
Вајнберг*

2.3. ГРАВИТАЦИЈА, ДВИЖЕЊЕ И ОРБИТИ

Гравитацијата е привлечна сила што дејствува меѓу сите објекти во вселената. Според јачината, гравитацијата е послаба од другите основни сили на природата, но бидејќи дејствува на големи растојанија меѓу телата што имаат маса има важна улога во создавањето на вселената. Таа има важна улога во одредувањето на орбитите и создавањето на појавите како што се планетарните прстени и црните дупки.

- Њутнова гравитација

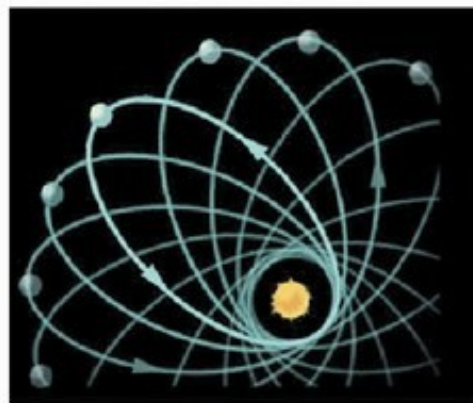
Научното проучување на гравитацијата го започнал Галилео Галилеј околу 1590 година со експериментот со кој покажал дека телата со различна маса паѓаат на земјата со сосема исто забрзување. Во 1665 и 1666 година Исак Њутн заклучил дека истата сила што ги принудува телата да паѓаат владее и во вселената и ја држи Месечината во орбитата околу Земјата. Со проучување на движењето на неколку небесни тела Њутн го формулирал универзалниот закон на гравитацијата. Со него објаснил дека секое тело во вселената има привлечна сила со која што дејствува врз другите тела. Тој заклучил дека таа сила зависи од масата и растојанието меѓу телата. Со овој закон денес се објаснува и предвидува движењето на повеќе астрономски

објекти.

- ***Облици на орбити***

Кога едно тело е во орбита околу друго тело со поголема маса, тоа се наоѓа во состојба на слободно паѓање кон поголемото тело.

Телото е под дејство на константно гравитациско забрзување, што го принудува наместо по права линија да се движи по искривена патека - траекторија. Насоката на неговото движење и насоката на забрзувањето постојано се менуваат, создавајќи криволиниска патека. Сите затворени орбити во природата имаат облик на елипса.



Облици на орбити

Степенот на отстапување на елипсата од правилниот круг се вика ексцентрицитет. Многу орбити во Сончевиот систем (како што е орбитата на Месечината околу Земјата) немаат голем ексцентрицитет т.е. имаат скоро кружен облик. Другите орбити, како што е Плутоновата околу Сонцето, имаат поголем ексцентрицитет и се поиздолжени. Одделни небески тела имаат отворени криволиниски орбити во облик на параболи и хиперболи.

- ***Тела што ротираат***

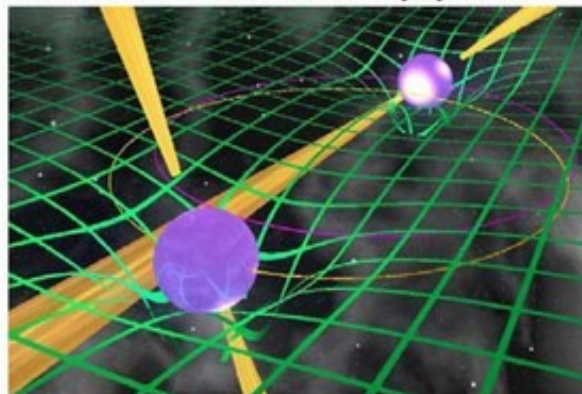
Свездите, пулсарите, галаксиите и планетите ротираат поради законот за запазување на аголниот момент. Аголниот момент е мерката на енергијата при ротација која зависи од распределбата на масата во телото и брзината на движење. Аголниот момент на телото што ротира е константен, па ако гравитацијата предизвикува собирање на телата, брзината на вртење се зголемува за да се надомести прераспределбата на масата.

- ***Простор - време***

Уште една импликација за специјалната теорија на релативност е тесната врска меѓу просторот и времето. Кога два настани ќе се случат на различни места, просторот меѓу нив не е јасно одреден, затоа што набљудувачите кои патуваат со различни брзини различно го мерат растојанието. Времето меѓу настаните, исто така зависи од движењето на набљудувачот. Меѓутоа можно е да се развие математички метод за

мерење на раздвоеноста на двата настани што вклучува комбинација на простор и време и дава резултати што се исти за двата набљудувачи.

Од таму потекнува идејата дека настаните во вселената не би требало повеќе да се опишуваат во трите просторни димензии, туку во 4-димензионален свет што го вклучува и времето наречен простор - време. Во овој систем на раздвоеност, кој било од двата настани се опишува со вредност наречена просторно - временски интервал.



Закривеност на просторот

2.4. ШИРЕЊЕ НА ВСЕЛЕНАТА

Најважно својство на вселената е нејзиното ширење. Во тоа нема сомневање - далечните галаксии брзо се оддалечуваат од Земјата, а најоддалечените уште побрзо. Ако претпоставиме дека од самиот почеток вселената се шири, доаѓаме до заклучок дека истата сигурно во минатото била помала и погуста и овој факт е во сообразност со теоријата за создавање на вселената и Големата експлозија.

- Мерење на ширењето

Темпото на ширење на вселената може да се пресмета со споредување на растојанието од оддалечените галаксии и брзината со која тие се оддалечуваат. Брзините на галаксиите се мерат со проучување на црвеното поместување во нивниот спектар. Растојанијата се пресметуваат со пронаоѓање на класи од променливи ѕвезди цефеиди во галаксиите и мерење на периодичните промени на нивните магнитуди. Резултатот е познат под името Хаблова константа која претставува израз на степенот на ширење на вселената. Космолозите сеуште водат полемики за нејзината вистинска вредност,

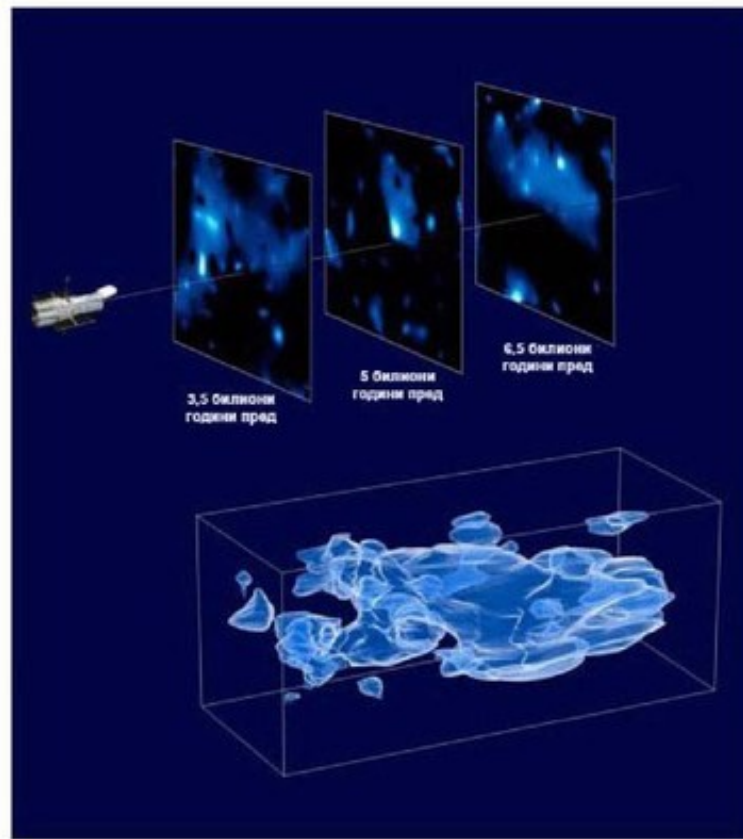
но се смета дека таа изнесува околу $80\,000 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ на милион светлосни години. Тоа значи на пример, дека две галаксии се меѓусебно оддалечени милијарда светлосни години и се оддалечуваат една од друга со брзина од $80\,000\,000 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. На временската оска тоа повлекување е многу постепено. Всушност, за зголемување на растојанието меѓу галаксиите за 1 %, потребно е да поминат десетици милиони години. Брзината на оддалечувањето на далечните галаксии се зголемува со зголемувањето на растојанието. Космолозите ја проценуваат староста на вселената со екстраполација на стапката на нејзиното ширење наназад до точката во која големината на видливата вселена би била еднаква на нула. Во зависност од тоа како се менува стапката на ширење, староста на вселената се проценува на 12 до 15 милијарди години. Денес најпрецизната процена е 13,7 милијарди години.

- Природа на ширењето

До денес се утврдени неколку важни особености на ширењето на вселената. Прво, иако сите далечни галаксии се оддалечуваат, ни Земјата ни која било друга точка во вселената не се наоѓа во нејзиниот центар. Би можело да се каже дека сите галаксии се оддалечуваат една од друга и дека нема центар. Второ, во локални рамки, гравитацијата е посилна од ширењето на вселената и ја собира материјата на куп.

Таа појава има неверојатно големи размери т.е. цели јата галаксии даваат отпор на ширењето и се држат заедно благодарение на гравитацијата. Трето, погрешно е да се мисли дека галаксиите и јатата од галаксии се оддалечуваат едни од други низ просторот. Всушност самиот простор се шири и ги носи телата со себе.

Конечно стапката на ширење речиси извесно дека се менува. Меѓу космолозите постои голем интерес за утврдувањето на таа стапка во иднина, оти тоа ќе ја реши конечната судбина на вселената.



Природа на ширењето на вселената

- ***Време и ширење на вселената***

Постојаното ширење на вселената во комбинација со неменливата брзина на светлината, ја преобразува вселената во циновски времеплов. Светлината од далечните галаксии милијарди години се движи кон Земјата, а астрономите ги гледаат истите какви што биле пред неколку милијарди години. Така колку подлабоко гледаат во вселената, толку подалеку гледаат во минатото на вселената. Во најоддалечените области се гледаат само нецелосно развиени галаксии, такви какви што изгледале набрзо по Големата експлозија. Најтемната и најоддалечената галаксија се оддалечува од Земјата со брзина приближна на брзината на светлината.

Американскиот астроном Едвин Хабл (1889 - 1953) е првиот научник кој докажа дека вселената се шири. Тој укажа на непосредната врска меѓу брзината на оддалечување на далечните галаксии и нивните растојанија од Земјата. Тоа денес е познато под името Хаблов закон.



Едвин Хабл



Хаблов телескоп

Хабл е познат и по докажувањето дека галаксиите се наоѓаат надвор од Млечниот Пат, како и по системот на нивното класифицирање. Според него е наречен еден вселенски телескоп - Хаблов телескоп кој како сателит кружи околу Земјата, а и константата на неговиот закон е позната под името Хаблова константа.

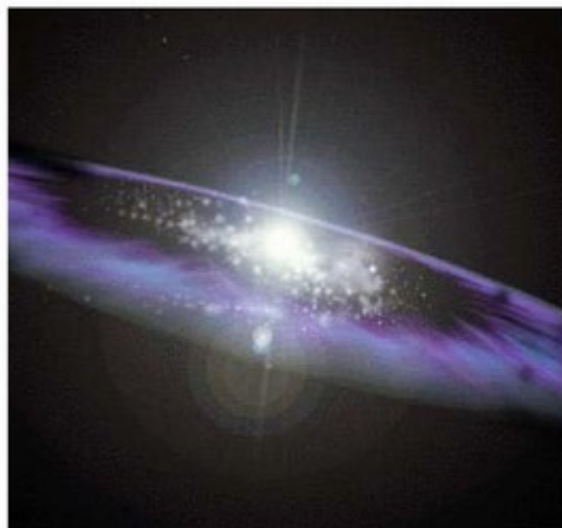
2.5. ПОЧЕТОК И КРАЈ НА ВСЕЛЕНАТА

Приказната за вселената допира длабоко во минатото, до првите мигови од нејзиното постоење според теоријата за Големата експлозија. Според овој модел, вселената во минатото била бесконечно мала, густа и жешка. По Големата експлозија почнало нејзиното ширење и ладење што трае до денес. Не е во прашање експлозија на материја во вселената, туку ширење на самата вселена, од која на самиот почеток биле создадени времето и просторот. Меѓутоа моделот на Големата експлозија не ги објаснува сите елементи на вселената, па затоа и понатаму се работи на негово усовршување. Сепак научниците го употребуваат како рамка за претставување на непрекинатата еволуција на вселената низ настаните како што се раздвојувањето на материјата и зрачењето, каде се создадени првите атоми и вселената станала проѕирна, како и згуснувањето на првите галаксии и првите ѕвезди.

Проучувањето на Големата експлозија и рамнотежа меѓу гравитацијата на вселената и силата што се нарекува темна енергија може да ни помогне да го предвидиме крајот на вселената.

- Големата експлозија

Се верува дека просторот, времето, енергијата и материјата се создадени пред 13,7 милијарди години при настанот наречен Голема експлозија – Биг Бенг. На самиот почеток вселената била бескрајно густа и незамисливо жешка и имала чиста енергија. Меѓутоа, во дел од секундата се појавиле огромен број фундаментални честички, создадени од енергија при ладењето на вселената.



Голема експлозија – Биг Бенг

Во текот на неколку стотици илјади години овие честички се соединиле во првите атоми. Големата експлозија не била експлозија во просторот, туку ширење на просторот што се случило во сите насоки.

Физичарите не знаат што се случило во првиот миг по Големата експлозија во таканареченото Планково време, но веруваат дека на крајот од тој период гравитацијата се одвоила од другите сили на природата, а по неа и моќната сила. Многу научници веруваат дека овој настан предизвикал инфлација - кратко и брзо ширење. Ако инфлацијата навистина се случила, тоа дава објаснување зошто вселената е хомогена и изотропна.

- Судбина на вселената

Иако е можно вселената да постои вечно, различни структури што денес постојат во неа, како што се ѕвездите, планетите и галаксиите, речиси сигурно нема да постојат. Во еден момент во далечната иднина и нашата и другите галаксии ќе се распадат и ќе доживеат долго, бавно, студено исчезнување или ќе исчезнат во процес спротивен од Големата експлозија. Каква судбина ќе има вселената многу зависи од природата на темната енергија - сила што се спротивставува на гравитацијата, а за која неодамна беше утврдено дека

има големо значење за развивањето на процесите во вселената. Космолозите до неодамна сметаа дека ширењето на вселената е неминовно забавено под влијание на гравитациското дејство на сопирање, и веруваа дека еден единствен фактор - густината на масата и енергијата во вселената ќе бидат решавачки за нејзината конечна судбина. Космолозите ја мерат масата и енергијата заедно, затоа што Ајнштајн докажа дека масата и енергијата се еквивалентни и меѓусебно заменливи. Според пресметувањата, кога оваа густина би ја поминала критичната вредност, гравитацијата конечно ќе доведе до прекинување на ширењето на вселената и нејзин колапс во врела општо разорна имплозија. Меѓутоа ако густината на вселената биде пониска или еднаква на критичната, вселената би можела бесконечно да се шири. Во тој случај вселената ќе заврши со големо ладење и исчезнување. Во проучувањата чија цел беше разрешување на ова прашање се утврдени особините на вселената што ја поткренуваат теоријата дека таа е хомогена и дека нејзината густина е еднаква на критичната. Иако е тешко да се открие делот на масата - енергијата во вселената што ја направил хомогена, нејзината густина мора да е приближна до критичната, па нејзината најверојатна судбина би била бесконечно ширење. Меѓутоа при крајот на XX век, новите докази кои укажуваат на тоа дека ширењето на вселената воопшто не е забавено, предизвикаа голема мешаница помеѓу теориите за можната судбина на вселената.

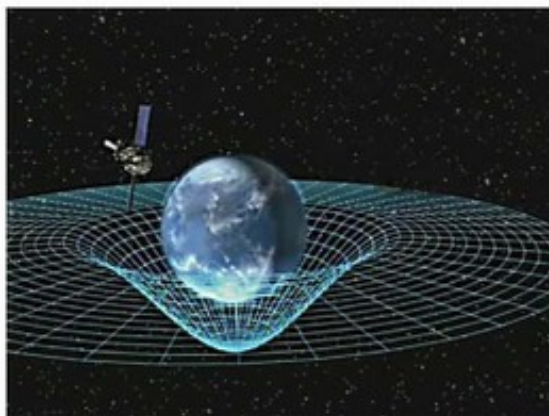
- Темна енергија

Новите наоди се резултат на проучувањата на суперновите и оддалечените галаксии. Привидниот сјај на овие експлодирани ѕвезди се користи за пресметување на нивната оддалеченост, а со споредување на нивната оддалеченост со црвените поместувања на нивните матични галаксии научниците може да пресметаат колку брзо вселената се шири во одредени периоди од својата историја. Пресметувањата покажаа дека ширењето на вселената се забрзува и дека некоја одбивна сила се спротивставува на гравитацијата и предизвикува трошење и разливање на материјата. Оваа сила е наречена темна енергија, а нејзината вистинска природа сеуште не е позната, иако изгледа дека е слична на силата спротивна на гравитацијата т.н. вселенска константа што ја вовеле Алберт Ајнштајн како дел од општата теорија на релативноста. Со постоење на темната енергија се објаснува и недостигот на маса -

енергија во вселената потребни за таа да стане хомогена и рамна и се менува бројот на можните иднини на вселената.

- ***Геометрија на просторот***

Претставите за судбина на вселената делумно се засновани врз математички модели. Според тие модели во зависност од густината на масата - енергијата, вселената ќе има три можни геометрии на различни закривувања на простор - времето што може да се претстават во дводимензионален простор.



Геометрија на просторот

Пред откривањето на темната енергија на одредена геометрија на просторот одговарала одредена судбина на вселената. Според предвидувањата, позитивно закривена или затворена вселена би исчезнала во големото разурнување, а негативно закривена, односно отворена вселена би исчезнала во големото ладење. Рамната вселена исто така би исчезнала во процесот на големото ладење, но така што ширењето на вселената постепено би се забавувало и конечно би запрело. Со откривање на темната енергија, ваквото предвидување би останало невозможно. Ако темната енергија го сврти дејството, вселената според било кој модел би исчезнала при големото разурнување. Денес е најзастапено гледиштето дека вселената е рамна и дека забрзано се шири. На најкатаклизматичното предвидување за големо расцепување, според кое поголемата темна енергија ќе ја разурне вселената, му се придава помала веројатност.

- ***Ладно исчезнување***

Ако вселената исчезне со големото ладење, исчезнувањето ќе биде многу бавно. Во текот на наредните 10^{12} години гасот во галаксиите од кои се создаваат новите ѕвезди ќе се потроши. Околу 10^{25} години во иднината поголемиот дел од материјата во вселената ќе биде заробен во црните дупки. По 10^{32} години протоните ќе почнат да се распаѓаат и да се преобразуваат во зрачење и целата материја ќе се распадне. По 10^{67} години црните дупки ќе почнат да испаруваат

Астрономија – Тајните на вселената

емитувајќи честички и зрачење, а по околу 10^{100} години ќе испарат дури и супермасивните црни дупки. Сосема студената темна вселена ќе стане дифузно море од фотони и основни честички.

3. СОНЧЕВ СИСТЕМ



3. СОНЧЕВ СИСТЕМ

*“Планетите се движат околу Сонцето,
затоа што космичкиот простор е закривен”*

Алберт Ајнштајн

3.1. ВОВЕД ВО СОНЧЕВИОТ СИСТЕМ

Сончевиот систем е планетарен систем кој се состои од Сонцето и останатите небесни тела кои орбитираат (кружат) околу него: 8 - те планети заедно со своите природни сателити и прстени, илјадниците астероиди и комети, метеоридите и останатиот меѓупланетарен материјал. Границите на Сончевиот систем се простираат и по орбитата на Плутон (кој не е планета), кој орбитира на просечна далечина од 30 AU, и ги вклучува Куперовиот појас кој достигнува до 50 AU и Ортовиот облак составен од комети од кои некои се оддалечуваат од Сонцето и до 100 000 AU (1,5 светлосни години). Растојанијата во Сончевиот систем најчесто се искажуваат во астрономски единици кои се означуваат со AU. 1 AU е растојанието помеѓу Земјата и Сонцето или околу 150 милиони километри.

По донесувањето на првата дефиниција на планета на 24 август, 2006 год., Плутон престанува да биде планета и станува планета-цуце. Со тоа Сончевиот систем има **8 планети**.



Сончев систем

Сончевиот систем е простор во вселената што е под влијание на гравитацијата на Сонцето, обична жолта ѕвезда, која свети речиси 5 милијарди години. Освен Сонцето, поважни тела во Сончевиот систем се планетите – група распоредени, цврсти, гасовити и ледени светови што имаат независни речиси кружни орбити околу нивната главна ѕвезда. Околу повеќето планети кружат месечини, но и голем број помали парчиња од карпи и мраз што кружат по свои патеки околу Сонцето. Илјадници ситни честички се наоѓаат во овој простор – од делови на атоми исфрлени од Сонцето до честички од прав и мраз од комети. Се верува дека Сончевиот систем почна да се создава пред околу 4,6 милијарди години од огромен облак од гас и прав, наречен соларна маглина. Овој облак имал неколку пати поголема маса од масата на Сонцето денес и во текот на повеќе милиони години се преобразил во плоснат диск што се врти и има густо и жешко средиште. Сонцето се создало од средишниот дел на дискот, а планетите и се друго во Сончевиот систем се создале од другиот материјал.

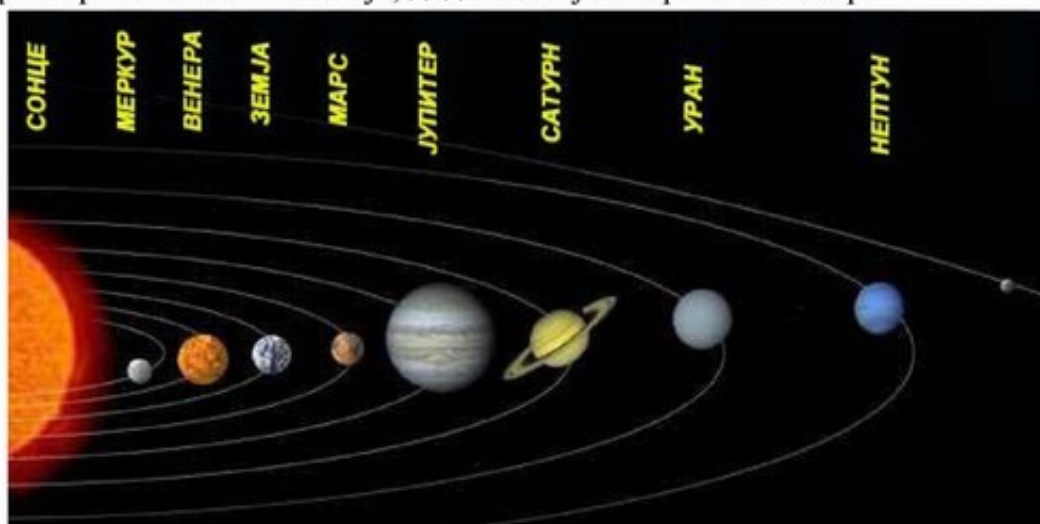
- Создавање на планетите

Со текот на времето, каменливите и металните честички се соединувале и создавале плантезимали – ситни карпести тела со дијаметар од неколку километри. По десетици милиони години од нивното создавање истите се соединиле и создале тела со големина на Месечината, наречени протопланети кои на крајот претрпеле неколку силни судири и ги создале внатрешните планети како и јадрата на надворешните планети џинови. Се верува дека многу од другите плантезимали се преобразиле во комети и астероиди. Значи, Сончевиот систем го сочинуваат Сонцето, осумте планети, над 140 месечини и безброј мали тела како што се астероидите и кометите. Внатрешната област се состои од Сонцето и цврстите планети Меркур, Венера, Земја и Марс. По нив доаѓа појасот од астероиди, а после него се планетите џинови Јупитер, Сатурн, Уран и Нептун. Потоа следи огромен простор во кој се наоѓаат Плутон и други ледени џуциња, а на крајот постои голем облак од комети. Сончевиот систем се простира на околу 15 трилиони километри, а планетите се наоѓаат во појас што се простира на само 6 милијарди километри од Сонцето.

- **Структура на Сончевиот систем**

Најголемото тело во Сончевиот систем е Сонцето кое содржи 99,86 % од вкупната позната маса на системот. Потоа, тука се осумте тела кои орбитираат во релативно уникатни орбити, кои најчесто се нарекуваат планети и два појаса составени од помали објекти. Сите објекти кои орбитираат околу Сонцето лежат на иста рамнина која се нарекува еклиптика и ротираат во иста насока. Повеќето од нив и самите имаат тела кои орбитираат околу нив, а најголемите се опкружени со планетарни прстени од прашина и други честички.

Главните планети се (по редослед): Меркур, Венера, Земја, Марс, Јупитер, Сатурн, Уран и Нептун. Имињата на седум од планетите се од грчко-римската митологија, додека Земја е германски збор.



Планети во Сончевиот систем

Денешните астрономи структурата на Сончевиот систем ја делат на два дела:

- **ВНАТРЕШЕН СОНЧЕВ СИСТЕМ** и
- **НАДВОРЕШЕН СОНЧЕВ СИСТЕМ**

Помеѓу внатрешниот и надворешниот Сончев систем лежи астероидниот појас кој е лоциран помеѓу орбитите на Марс и Јупитер. По групата на надворешни планети се простира Куперовиот појас.

- **Внатрешен Сончев Систем**

Внатрешниот Сончев систем е заедничкото име на системот од сите објекти чии орбити се во внатрешноста на астероидниот појас и астероидниот појас. Објектите во внатрешниот Сончев систем се

создадени од елементи со *високи точки на топење*, како што се: железо, никел, силикати... кои останале во тврда состојба во разните услови на протопланетарниот диск.

Четири внатрешни планети (Меркур, Венера, Земја, Марс) имаат густа, камена структура. Имаат малку или немаат месечини. Истите се без прстени (за разлика од надворешните планети). Нивната кора ја сочинуваат *силикати*, а јадрото му го сочинуваат елементите *железо и никел*.

Три од внатрешните планети имаат атмосфери (Венера, Земјата и Марс) во кои можат да се генерираат бури, врнежи и др. На површината имаат кратери, тектонски движења и вулкани.

Двете внатрешни планети Меркур и Венера кои се поблиску до Сонцето од Земјата познати се под името *инфериорни планети*.

- ***Надворешен Сончев систем***

Надворешниот Сончев систем е дом на гасовитите гиганти и нивните големи месечини. Објектите во надворешниот Сончев систем се создадени од гасови или елементи со *ниска точка на топење* како молекуларен водород, хелиум и неон кои биле во гасовита состојба во текот на создавањето на планетите т.е во протопланетарниот диск. Нептун и Уран во големи количества содржат мразови од вода, метан, амоњак, хидроген сулфид и јаглерод диоксид, кои се топат на температури од 100 К. Сепак мразовите можат да се сретнат насекаде низ Сончевиот систем, но формата им ја определува локацијата во Сончевиот систем.

Четири надворешни планети (Јупитер, Сатурн, Уран, Нептун) сочинуваат 99 % од масата која орбитира околу Сонцето, а само Јупитер и Сатурн - 90 % од масата.

Во составот Јупитер и Сатурн преовладуваат водородот и хелиумот и тие се најмасивните планети во Сончевиот систем, а во составот на Уран и Нептун преовладуваат мразови, заради тоа тие се познати и под терминот *мразовити гиганти* и се помалку масивни од Јупитер и Сатурн.

Сите четири надворешни планети во Сончевиот систем имаат прстени.

Сите четири надворешни планети вклучувајќи го и Марс, кои се подалеку од Сонцето, отколку Земјата, познати се под терминот *супериорни планети*.

- ***Орбити во Сончевиот систем***

Повеќето орбити на телата од Сончевиот систем имаат елипсоиден облик, но орбитите на повеќето планети речиси се кружни. Само Меркур има орбита што не е кружна. Сите планети и речиси сите астероиди кружат околу Сонцето во иста насока во која се врти Сонцето околу својата оска.

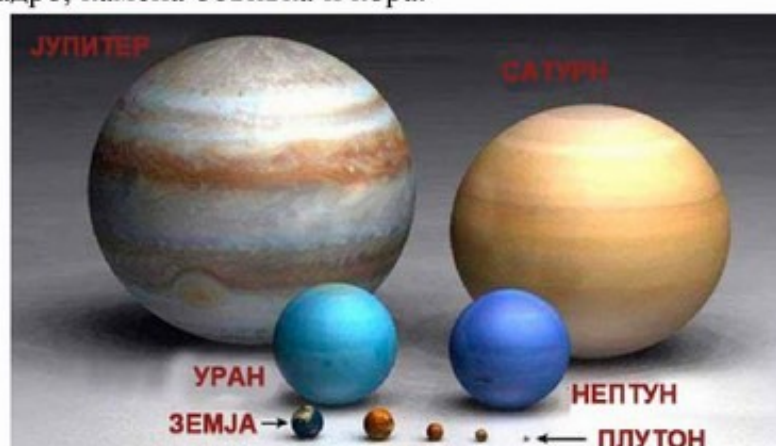
Орбити во Сончевиот систем



Периодот на кружење односно времето потребно за една планета да го обиколи Сонцето се зголемува во зависност од оддалеченоста од Сонцето – од 88 Земјини денови за Меркур до 165 Земјини години за Нептун.

- ***Цврсти планети***

Четири внатрешни планети во Сончевиот систем се нарекуваат и цврсти планети. Тие се многу помали од гасовитите џинови, имаат малку или воопшто немаат месечини и немаат прстени. Сите четири планети при создавањето се наоѓале во течна состојба, поради топлината создадена при судирањето на честичките. Додека се наоѓале во таква состојба материите од кои биле создадени се раздвоиле на метално јадро, камена обвивка и кора.



Големина на планетите

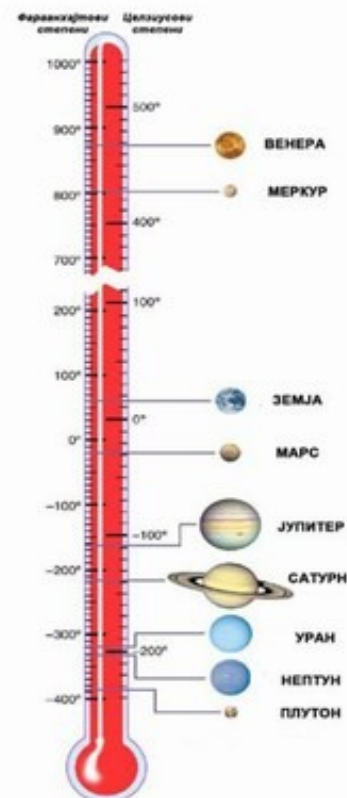
Подоцна сите овие планети претрпеле големи оштетувања од метеорити, кои на нивната површина направиле кратери кои со текот на времето се изедначиле со површината поради различните геолошки процеси. Според некои особености овие планети имаат и доста разлики. На пример: Венера има густа атмосфера, составена главно од јаглерод диоксид, а Марс има ретка атмосфера создадена од истиот гас. Спротивно од нив Меркур речиси нема атмосфера, а Земјината атмосфера е богата со азот и кислород.

- Гасовити џинови

Четири големи планети што се наоѓаат веднаш по астероидниот појас се нарекуваат гасовити џинови. Овие планети имаат многу заеднички особини. Секоја од нив има јадро составено од карпи и мраз.

Тоа е обвиткано со течна или полуцврста обвивка составена од водород и хелиум или во случајот на Уран и Нептун тоа е смеса од метан, амонијак и мраз.

Секоја планета има длабока атмосфера, често пати со многу бури. Сите планети имаат магнетно поле кое кај Јупитер е многу силно и е појако од Земјиното за околу 20 000 пати. Околу секој од гасовитите џинови кружат многу месечини, а околу Јупитер неколку десетици. Сите четири гасовити џинови имаат прстени кои се состојат од зрна, карпи или мраз. Веројатно овие прстени постојат уште од почетокот на создавањето на планетите или можеби се остатоци од распаднати месечини поради силната гравитација на планетите џинови.



Температура на планетите

3.2. СОНЦЕ

Сонцето е ѕвезда од главната низа стара 4,6 милијарди години.

Тоа претставува голема топка од многу жешка плазма (јонизиран гас) и има 750 пати поголема маса од сите планети во Сончевиот систем заедно. Нуклеарните реакции во неговото јадро го преобразуваат водородот во хелиум и создаваат огромно количество енергија. Оваа енергија постепено се исфрла надвор, се додека не се оддалечи од површината на Сонцето.

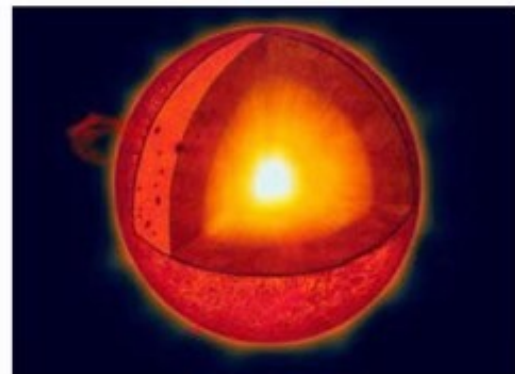


Сонце

- *Внатрешна структура*

Сонцето има три внатрешни слоеви меѓу кои нема јасни граници. Јадрото се наоѓа во средиштето, каде што температурата и притисокот се многу големи.

Нуклеарната фузија во јадрото ги преобразува јадрата на атомите на водородот (протони) во јадра на хелиум со брзина од околу 600 милиони тони во една секунда. Како резултат на овој процес се создава енергија во вид на фотони на електромагнетно (ЕМ) зрачење и неутрино



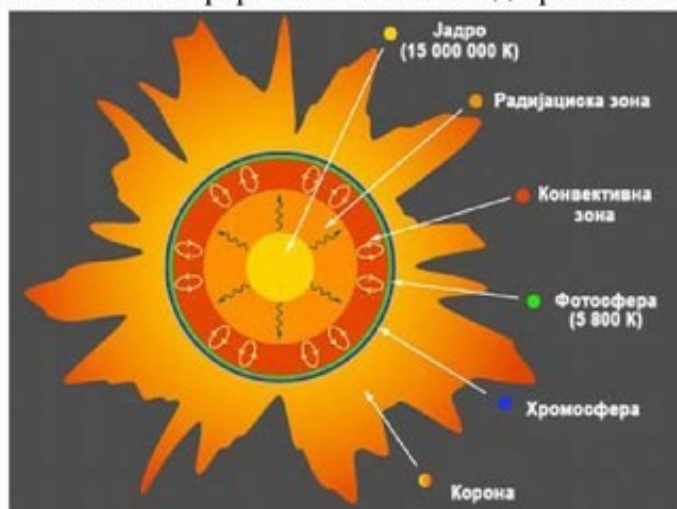
Внатрешна структура

(честички без електрично полнење и речиси без маса). ЕМ зрачење излегува надвор од јадрото низ постудената област, односно низ радијантната зона. Потребни се околу 1 милион години за да излезе од оваа област, бидејќи фотоните постојано се апсорбираат и се реемитуваат преку јоните во плазмата. Потоа енергијата се насобира во конвективната област – каде што жешката плазма истекува во областите каде што потоа се лади – и се пренесува до површинскиот слој, наречен фотосфера. Таму излегува во вид на топлина, светлина и други облици на зрачење.

ПРОФИЛ НА СОНЦЕТО	
Средна оддалеченост од Земјата	149,6 милиони километри
Површинска температура	5500 °C
Температура на јадрото	15 000 000 °C
Дијаметар	1 400 000 km
Набљудување	Сонцето има видлива големина -26,7 и никогаш не треба да се набљудува директно со голо око, или со каков било оптички инструмент. Може да се набљудува безбедно само со посебни сончеви филтри.
Време на ротација (поларна)	34 Земјини денови
Време на ротација (екваторска)	25 Земјини денови
Маса (Земја = 1)	333 000

- *Површина и атмосфера на Сонцето*

Видливата површина на Сонцето се нарекува фотосфера. Тој е слој од плазма (јонизиран гас) со висина од 200 - 300 km. Од неа се зрачи светлината која ја примаме од Сонцето. Тој е првиот слој од Сончевата атмосфера и е непровиден, па затоа не можиме да видиме подлабоко во слоевите на Сонцето. Свездите како гасовити тела немаат јасна површина и зрачењето се емитира од различни висини на Сончевата атмосфера во зависност од брановата должина.

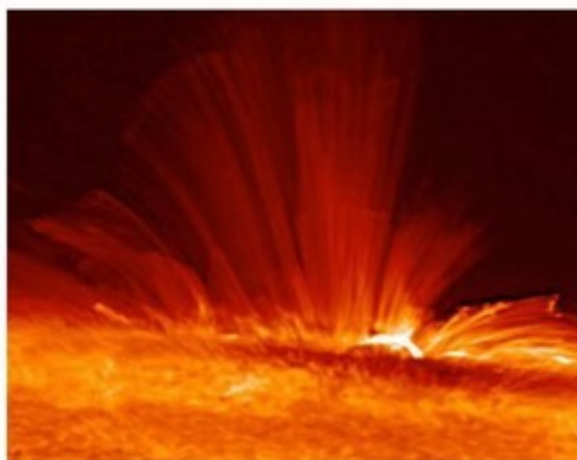


Слоеве на Сонцето

На фотосферата може да се забележат Сончеви дамки, факули, флокули и гранули. Сончевите дамки се потемни и постудени делови од посјајната и пожешката околина. Факулите се многу сјајни делови што се поврзуваат со Сончевите дамки. Флокулите се позгуснати делови на гасовитата материја на фотосферата составена 99 % од водород и хелиум. Гранулите се проширувања на површината предизвикано од конвекциските ќелии преку кои се пренесува енергијата. Температурата на фотосферата изнесува околу $6\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Над фотосферата со висина од околу $2\,000\text{ km}$ се наоѓа портокалово - црвената хромосфера. Во неа има многу пламенести столбови плазма, наречени спикули, кои се издигнуваат до $10\,000\text{ km}$ височина со помош на магнетното поле и траат околу 1 минута. Во овој слој температурата се издигнува од $4\,500\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $20\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Над хромосферата се протега еден тенок, неправилен транзициски слој во кој температурата изнесува од $20\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $1\,000\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Научниците ја проучуваат оваа област со цел да ја откријат причината за зголемувањето на температурата.

Најнадворешниот дел на Сончевата атмосфера е слојот наречен корона. Овој е тенок слој и се состои од плазма. На големо растојание од Сонцето короната се соединува со Сончевиот ветер. Тоа се главно наелектризирани честички, протони и електрони кои се оддалечуваат од Сонцето ширејќи се низ Сончевиот систем.



Проминенции на Сонцето

Температурата во короната изнесува околу $2\,000\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Таа може да се набљудува за време на тотално помрачување на Сонцето.

3.3. МЕРКУР

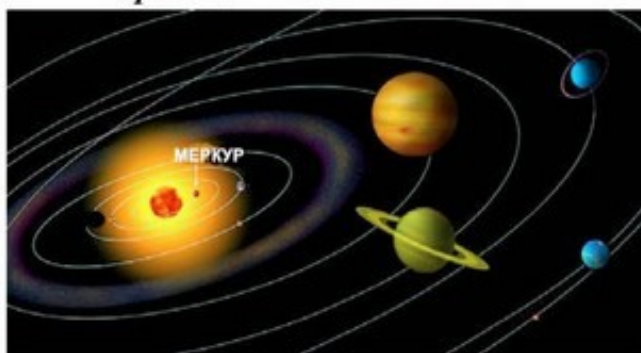
Меркур е втора најмала планета во Сончевиот систем, се наоѓа најблиску до Сонцето (0,4 AU од Сонцето) и е најбогата со железо. Дијаметарот му е 40 % од Земјиниот, односно за 40 % поголем од оној на Месечината. Меркур нема природни сателити.

Условите на неговата површина се многу сурови. Меркур речиси нема атмосфера, па температурата достигнува до 430°C во текот на денот, а ноќе се спушта до -180°C . Ниедна друга планета нема толку големи осцилации на температурата. Неговата површина е бомбардирана од метеори и е темна и правлива.

Планетата Меркур е видлива и со голо око.

Можеме да ја набљудуваме дваесеттина дена во текот на годината и тоа или веднаш по зајдисонце или пред изгрејсонце. Бидејќи се наоѓа близу до Сонцето, никогаш не може да го забележиме искачен повеќе од дваесеттина степени над хоризонтот. Како последица на тоа што Меркур е поблиску до Сонцето во однос на Земјата, Меркур гледан од Земјата пројавува фази, слично како Месечината.

- Орбита



Орбита на Меркур

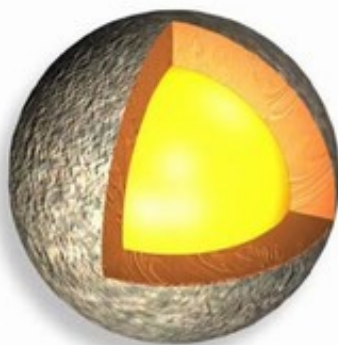


Меркур

Со исклучок на Плутон неговата орбита е со најголем ексцентрицитет. Перихелот е само на 46 000 000 km од Сонцето, а афелот е на 69 800 000 km. Рамнината на екваторот на Меркур се совпаѓа со рамнината на неговата орбита.

Неговата оска на вртење е речиси вертикална. Ова значи дека на планетата нема годишни времиња и дека некои кратери што се наоѓаат близу до половите никогаш не добиваат сончева топлина и светлина и постојано се студени. Орбитата е под агол од 7° во однос на рамнината на Земјината орбита.

- *Состав*



Структура на Меркур

Големата цврстина на Меркур докажува дека е богат со железо. Тоа железо потонало во средиштето пред околу 4 милијарди години и создало огромно јадро со дијаметар од 3 600 km. Постои можност дека тенок слој на надворешното јадро се уште е во течна состојба. Цврстата каменлива обвивка е дебела околу 550 km и претставува 25 % од планетата. Оваа надворешна обвивка постепено се изладила и во текот на

последните милијарда години, вулканските ерупции и истекувањето на лавата престанале, па така планетата станала тектонски неактивна. Обвивката и тенката кора главно се состојат од силикатниот минерал анортозит. За разлика од другите планети, изгледа дека целото железо се собрало во јадрото, што создава магнетно поле со јачина околу 1 % од јачината на магнетното поле на Земјата.

- *Атмосфера*

Меркур има многу ретка, непостојана атмосфера, бидејќи масата на планетата е многу мала за атмосферата да може да опстане. Меркур е многу близу до Сонцето, па затоа дневните температури се многу високи и достигнуваат до 430°C . Брзината на ослободување е помала за една половина од таа на Земјата, па жешките лесни елементи во атмосферата, како на пример хелиумот, брзо одлетуваат во вселената. Затоа, на атмосферските гасови им е потребно постојано надополнување. Атмосферата на Меркур ја анализираше ултравиолетовиот спектрометар во вселенското летало “Маринер 10” во 1974 год. На овој начин беа пронајдени кислород, хелиум и водород, а подоцна и атмосферски натриум, калиум и калциум со помош на телескопи од Земјата. Водородот и хелиумот се заробени од Сончевиот ветер што постојано се испушта од Сонцето. Другите елементи

потекнуваат од површината на планетата и повремено се исфрлуваат во ретката атмосфера под влијание на јоните од магнетосферата на Меркур и микрометеорските честички од правливиот облак во Сончевиот систем. Атмосферските гасови се многу погусты на студената темна страна на планетата, отколку на светлата жешка страна, бидејќи молекулите имаат помалку енергија да се оддалечат.

ПРОФИЛ НА МЕРКУР	
Средна оддалеченост од Сонцето	57,9 милиони километри
Температура на најгорниот слој облаци	-180 °C до 430 °C
Дијаметар	4875 km
Волумен (Земја = 1)	0,056
Број на месечини	0
Набљудување	Никогаш не е оддалечен од Сонцето на небото повеќе од 28 ⁰ и секогаш може да се види рано наутро или во самракот и тоа само неколку денови од месецот.
Период на ротација	59 Земјини денови
Орбитален период (должина на една година)	88 Земјини денови
Маса (Земја = 1)	0,055
Гравитација на најгорниот слој облаци (Земја = 1)	0,38

- *Особености на површината*

Видливата површина на Меркур е покриена со кратери. Судирањето со големите метеорити создало повеќе прстенести басени.

Особено впечатлив е басенот наречен Калорис кој претставува една четвртина од дијаметарот на планетата, а астероидот што го направил веројатно имал дијаметар од околу 100 km.



Басен Калорис

На спротивната страна на планетата, напредно со басенот, има област со необичен терен, што е последица од земјотреси – предизвикани од ударот. Кратерите се прошарани со најмалку две генерации стари плоскави рамнини од стврдната базалтна лава. Течната лава постепено се излеала од пукнатините на кората и ги исполнила вдлабнатините. По извесно време, повеќето пукнатини биле полни со лава. За жал, многу од особеностите својствени за вулканска активност не можат да се забележат поради ниската резолуција на снимките што ги направи вселенското летало “Маринер 10”. Површината на Меркур, исто така, има неколку гребени што се високи од 1 000 до 3 000 m и долги 500 km.

- **Географија**

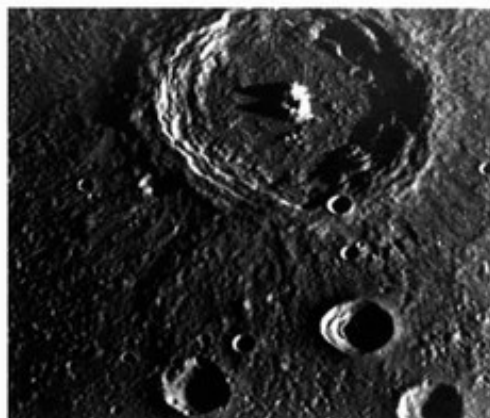
Поради патеката на летање на “Маринер 10”, можеше да се види само една хемисфера, но астрономите претпоставуваат дека и другата страна на Меркур изгледа слично. Меридијанот на 20⁰ поминува точно низ центарот на малиот кратер Хун Кал, што значи “20” на јазикот на Маите. Другите кратери го добиле името според познати уметници, писатели и музичари, како на пример Микеланцело, Дикенс и Бетовен. Повеќето рамнини го добиле името според зборот за планетата Меркур на различни јазици.

- **Структури на Меркур**

Површината на Меркур е покриена со кратери со различна големина, а има еден басен што претставува $\frac{1}{4}$ од дијаметарот на планетата. Неговите рамнини биле создадени кога лавата ги поплавила

ниските вдлабнатини. Последните милијарда години на планетата паѓале многу малку метеорити, вулканите не се веќе активни и површината е сосема малку изменета.

Примери на басени чиј вид е кратер од удар се: басен Калорис, кратер Брамс, кратер Дега, кратер Бах, додека рид во областа Реноар е Рупес Дискавери.



Кратер Брамс

3.4. ВЕНЕРА

Венера е втората планета најблизу до Сонцето (0,7 AU од Сонцето) и внатрешен сосед на Земјата. Двете планети имаат речиси иста големина и состав, но се сосема различни светови.

Венера нема природни месечини. Компактна покривка од густы облаци постојано ја обвиткува Венера. Под покривката се наоѓа темен, безживотен и сув свет со жешка површина – најжешка од сите други планети. Радар успеа да навлезе низ облациите и да открие вулкански пејзаж.



Венера

Венера на ноќното небо се појавува како најсветол објект, веднаш по Месечината. Исто како и Меркур, таа пројавува фази и може да се набљудува само по зајдисонце или пред изгрејсонце (бидејќи се поблизу со Сонцето во однос на Земјата). Бидејќи е најсветла "свезда" на нашето небо, првата светла точка која ќе се појави по заоѓањето на

Сонцето е токму Венера. Оттука кај нашиот народ Венера е позната како "свезда вечерница", кога се гледа по заоѓањето на Сонцето, односно "свезда деница" кога се гледа пред неговото изгревање. Според грчката митологија планетата Венера била божицата Афродита - прекрасната божица на љубовта и убавината, а денешното име го добила од панданот на Афродита во римската митологија.

- Орбита

Патеката на кружење на Венера е најмалку елиптична од сите други планети. Таа е речиси совршен круг, па затоа има мала разлика во растојанието на афелот и перихелот на планетата. Потребни се 224,7 Земјини денови за Венера да го измине патот на орбитата. Додека го обиколува Сонцето, Венера се врти многу бавно околу својата оска – побавно од секоја друга планета. Потребно е да изминат 243 Земјини денови за да заврши едно вртење, што значи дека денот на Венера е подолг од годината на Венера. Меѓутоа, времето меѓу едно и друго изгрејсонце на Венера изнесува 117 Земјини денови. Ова се случува поради нејзината речиси кружна патека и незначителната наклонетост на оската на планетата. Венера ротира наназад, вртејќи се спротивно на насоката на својата орбита околу Сонцето. Гледано од површината на Венера, Сонцето изгрева на запад, а заоѓа на исток.

Орбитата на Венера се наоѓа во орбитата на Земјата и на речиси секои 19 месеци таа се движи пред Земјата, по нејзината внатрешна патека и минува меѓу нашата планета и Сонцето. Во текот на оваа блиска средба Венера е 100 пати подалеку од Месечината.

- Структура



Структура на Венера

Венера е една од четирите цврсти планети и најслична е на Земјата. Таа е цврста, карпеста планета помала од Земјата и со помала маса од неа. Сличната големина и цврстина на Венера со Земјата ги наведува научниците да веруваат дека нејзината внатрешна структура, големината на јадрото и густината на нејзината обвивка се слични со Земјата.

Затоа се верува дека металното јадро на Венера има цврст внатрешен и течен надворешен дел, исто како јадрото на Земјата.

Спротивно од Земјата, магнетното поле на Венера не може да се забележи. Во споредба со Земјата, таа се врти многу бавно, премногу бавно за да предизвика кружно движење на растопеното јадро, потребно да се создаде магнетното поле. Внатрешната топлина на Венера – создадена во почетокот на историјата на планетата од радиоактивно распаѓање во обвивката – се губи преку кората поради спроводливост и вулкански активности. Топлината ги топи материите под површината на обвивката, при што на површината излегува магма.

ПРОФИЛ НА ВЕНЕРА	
Средна оддалеченост од Сонцето	108,2 милиони километри
Температура на најгорниот слој облаци	464 °C
Дијаметар	12104 km
Волумен (Земја = 1)	0,86
Број на месечини	0
Набљудување	Венера е најсјајната планета на небото, а посјајни се само Сонцето и Месечината. Нејзината најголема магнитуда е -4,7. На небото може да се види рано наутро или приквечер.
Период на ротација	243 Земјини денови
Орбитален период (должина на една година)	224,7 Земјини денови
Маса (Земја = 1)	0,82
Гравитација на најгорниот слој облаци (Земја = 1)	0,9

- *Атмосфера*

Атмосферата на Венера, богата со јаглерод диоксид, се простира 80 km над површината. Густата атмосфера дозволува поминување на топлината на Сонцето, меѓутоа не дозволува топлината да се намали.



Облаци околу Венера

Има дел од облаци во три слоеви. Најнискиот слој е најгуст и има големи капки сулфурна киселина. Средниот слој има помалку капки, а во најгорниот има ситни капки. Близу до површината атмосферата се движи многу бавно и се врти со вртењето на планетата. Погоре, во делот со облаци, силни ветрови дуваат кон запад. Облаците кружат околу Венера еднаш на секои 4 Земјини денови.

Облаците го одбиваат назад во вселената најголемиот дел од Сончевата светлина што допира до Венера, па затоа оваа планета е во темнина и има портокалова боја.

Екваторот на Венера добива повеќе Сончева топлина од нејзините поларни области. Сепак, температурата на површината на екваторот и на половите се разликува за само неколку степени од температурата на планетата, а истото се случува и со дневната и со ноќната температура. Разликата во температурата создава ветрови со облаци што ја пренесуваат топлината до поларните области во една голема циркуларна ќелија. Поради ова на Венера нема годишни времиња.

- ***Тектонски структури***

На Венера главно има структури слични како тие на Земјата, но се разликува во едно: нема тектонски плочи. Ова значи дека нејзината површина се движи нагоре или надолу, наместо настрана.

Сепак, на Венера има многу слични структури како на Земјата, создадени од тектонски процеси. Има и не толку карактеристични структури, како на пример арахноиди. Венера има стотици вулкани, од големи плитки штитести вулкани, како на пример Монс Маат, до мали безимени куполи.

Површината на Венера се состои од 20 % низини, 70 % брановити висорамнини и 10 % ридови. Вулканите со своето дејство ја менуваат површината на планетата.



Тектонски структури



Тектонски структури

Последен пат вулкански активности имало пред околу 500 милиони години, а веројатно, има уште по некој активен вулкан. Другите структури се последица од раскинувањето и собирањето на кората. Има корита, пукнатини и амбиси, но и планински појаси, како Монтес Максвел, ридови и карпести планински области.

Највисоките планини на Венера и најголемите вулкани според големината може да се споредат со тие на Земјата. Сепак кај овие структури нема толкави разлики во висината.

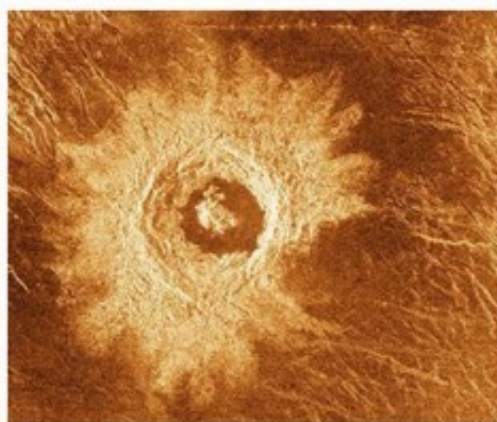
- Кратери

Иако се откриени многу кратери на Венера, сепак во споредба со Месечината и Меркур има многу помалку. Во минатото имало повеќе кратери, но тие исчезнале со обновувањето на површината што било предизвикано од вулкански активности пред околу 500 милиони години. Кратерите на Венера имаат некои особености што ги нема на ниедно друго место во Сончевиот систем, бидејќи нејзината густа атмосфера и високите температури влијаат врз телото што удира на површината. Некои тела што паѓаат се многу мали за да стигнат до површината во целосен облик. Тие се распаѓаат во атмосферата или бранот од ударот што следи ја преобразува површината во прав, или пак пред образувањето на кратерот покривката од ситен материјал – создадена од

распаѓањето – создава темна хало трага. Исто така, и ветерот ја менува површината, создавајќи пруги и облици слични на песочни дини.

Кратерите од метеорити на Венера имаат различна големина, со дијаметар од 7 km до 270 km. Најголемите кратери се повеќепрстенести, тие со средна големина имаат врв во средишниот дел, а малите имаат рамно дно. Најмалите кратери – едноставни кратери во вид на длабок сад, најчести на Месечината и Марс – се ретка појава на Венера, зашто густата атмосфера ги одбива малите астероиди што би можеле да ги создадат ваквите кратери. Кратерите на Венера се млади и најчесто се наоѓаат во неизменета состојба.

Последното вулканско обновување на површината на Венера, веројатно се случило пред околу 500 милиони години, па затоа повеќето кратери се создале оттогаш наваму. Немало многу геолошки процеси и временски услови што би можеле да влијаат врз нив. Кратерите на Венера имаат имиња на славни жени.



Кратер на Венера

Попознати кратери се: кратер Ванда, кратер Клеопатра, кратер Жана, кратер Балч, кратер Рајли, и.т.н.

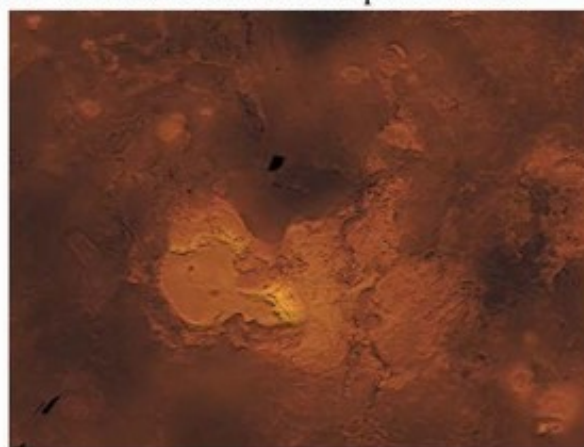
- Географија

Кратерите на Венера денес се направени според податоци добиени од сондата “Магелан”, дополнети со податоците од претходните мисии. Снимките од “Магелан” се засноваат врз боите забележани од сондите “Венера 13” и “Венера 14”. Портокаловата боја е последица од тоа што атмосферата ја филтрира сината светлина. Термините што се подолу во текстот се користат за структурите на површината: рамнините се нарекуваат планитија, висорамнините – планум, пространите области – тера, планинските венци – монте, а планините или вулканите – монс. Амбисот е длабока, продолжена бездна со стрмни страни. Сите овие структури имаат имиња на жени од историјата и митологијата, со исклучок на Монте Максвел.

- ***Тектонски структури***

Благодарение на проучувањата со вселенски сонди, астрономите имаат целосна и детална слика за разновидниот рељеф на Венера. Планетата има три главни планински области, наречени тера. Тие се: Афродита, што се простира најмногу на екваторот, Лада и Иштар. На планетата има над 20 помали платоа, наречени регио. Пространите ниски области, наречени планистија, ја дополнуваат целосната слика. На поголемиот дел од површината може да се забележи вулканска активност, но вулканите не се случајно распоредени. Повеќе вулкани има на платоата, отколку во планинските области или во рамнините.

Попознати тектонски структури на Венера се: Тера Иштар (планинска област на северниот дел која претставува долина прекриена со лава и е поголема од континенталните делови на САД), Монтес Акна (планински венец), Тесера Фортуна (ридести дел), Планум Лакшми (вулканска рамнина), Монтес Максвел (планински венец) и.т.н.



Тера Иштар

3.5. ЗЕМЈА

Земјата е третата планета најблизу до Сонцето (1 AU од Сонцето). Се создала пред околу 4,56 милијарди години и е најголема и најгуста од четирите цврсти планети. Земјата има еден природен сателит Месечината (Луна).

Внатрешната структура на Земјата е слична на внатрешната структура на соседните планети, но е единствена планета во Сончевиот систем што обилува со вода на површината, има атмосфера богата со кислород и на неа постои жив свет. Површината на Земјата постојано се менува поради процесите што се случуваат во нејзината внатрешност, во океаните и во атмосферата.



Земја

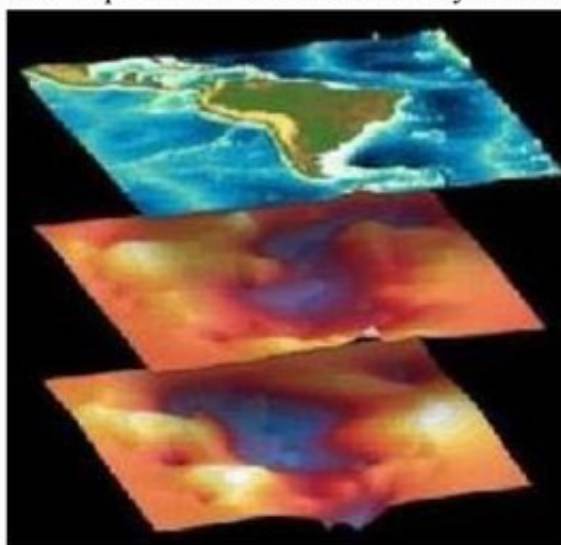
- *Орбита*

Земјата кружи околу Сонцето со просечна брзина од $108\,000 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ во спротивна насока од стрелките на часовникот, гледано од точка над северниот пол. Исто како и другите планети, и Земјата кружи околу Сонцето по елиптична патека. Како последица од тоа, сега површината на Земјата е околу 7 % поозрачена од Сонцето во јануари отколку во јули. Рамнината на Земјината орбита околу Сонцето се нарекува елиптична рамнина. Земјината оската на ротирање не е под прав агол со рамнината, туку е коса под агол од $23,5^\circ$. Ексцентрицитетот на Земјината елиптична орбита околу Сонцето (степен до кој отстапува од правилниот круг) се менува во циклуси од околу 100 000 години, а накусувањето на оската се менува во циклус од околу 42 000 години. Се верува дека во комбинација со трет циклус – осцилирање во насока на оската на вртење во просторот, наречено прецесија – овие измени

предизвикуваат долготрајни циклуси во климата на Земјата, како на пример ледените периоди.

- **Структура**

Ротирањето на Земјата предизвикува постепено испупчување на екваторските области на околу 21 km во однос на половите.



Слоеви на Земјата

Внатрешноста на Земјата е составена од три основни слоеви. Јадрото во средиштето има дијаметар од околу 7 000 km и главно е составено од железо со примеси на никел. Има средишен цврст дел, чија температура изнесува околу 4700 °C и надворешен дел во течна состојба. Околу јадрото има обвивка, што е составена од карпи богати со магнезиум и железо, а е дебела околу 2 800 km.

Земјината кора е составена од различни видови карпи и минерали, главно силикати и се дели на континентална кора и потенка океанска кора.

ПРОФИЛ НА ЗЕМЈАТА	
Просечно растојание од Сонцето	149,6 милиони километри
Просечна температура на површината	15 °C
Дијаметар	12756 km
Волумен (Земја = 1)	1
Број на месечини	1
Време на ротација	23,93 часови
Орбитален период (должина на една година)	365,26 денови
Маса (Земја = 1)	1
Гравитација на екваторот (Земја = 1)	1

- ***Магнетно поле***

Земјата има силно магнетно поле, кое веројатно, се создало поради кружното движење на течниот метал во надворешното јадро. Ова движење е предизвикано од Земјината ротација и конвекциските струи во надворешното јадро. Магнетното поле дејствува како на Земјата да има голем магнет, накосен под агол со нејзината оска на ротирање. Линиите на магнетното поле конвергираат во две точки на површината на Земјата, наречени северен и јужен магнетен пол. Положбата на овие точки постепено се менува со текот на времето. Во моментот, северниот магнетен пол се наоѓа северно од Канада во Северен Леден Океан, а јужниот магнетен пол се наоѓа северно од источен Антарктик, во Јужен Океан. Магнетното поле се шири во просторот и создава заштитна обвивка околу Земјата, закривувајќи го брзиот тек на наелектризирани честички од Сончевиот ветер, што се движат кон Земјата. Само неколку честички го избегнуваат закривувањето и остануваат заробени во две области околу Земјата, наречени појаси на Ван Аленово зрачење. Проучувањата на минералите богати со железо во Земјината кора покажаа дека во различни временски интервали (од 100 000 до неколку милиони години) северниот и јужниот магнетен пол на Земјата се заменуваат.

- ***Атмосфера и клима***

Земјата е обвиткана со атмосфера – слој од гасови дебел стотици илјади метри. Се смета дека атмосферата делумно се создала од гасовите што ги исфрлале старите вулкани, иако кислородот во неа – извор на живот за многу живи суштества – го создале главно растенијата. Поради дејството на гравитацијата, атмосферата е погуста на површината на Земјата и забрзано се разредува во повисоките делови. Исто така, на поголеми височини доаѓа и до промени на температурата и забрзано опаѓање на атмосферскиот притисок. На пример на висина од 30 000 m притисокот е само 1 % од оној на нивото на морето. Во понискиот слој на атмосферата – тропосферата – температурата постојано се менува, има воздушно струење (ветер), влажност, врнежи – со еден збор има клима. Основната причина за климата е фактот што Земјата апсорбира повеќе од Сончевата топлина на екваторот отколку на половите. Ова предизвикува менување на атмосферскиот притисок, при што се создаваат ветрови. Ветровите ги

брануваат океаните и создаваат маси воздух со различна температура и влажност, што се движат над површината на планетата. Ротирањето на Земјата дејствува врз создавањето на атмосферската циркулација поради Кориолисовиот ефект.

- ***Тектоника на плочите***

Земјината кора и најгорниот дел на нејзината обвивка се соединети во обвивка наречена литосфера. Таа е распарчена на неколку цврсти делови наречени плочи, што “пловат” врз полурастопените делови на обвивката и се движат една во однос на друга. Врз повеќето плочи се наоѓа океанската кора и малку погустата континентална кора, иако врз неколку од нив се наоѓа само океанската кора.



Тектонски плочи

Научната теорија што се занимава со движењето на овие плочи се нарекува тектоника на плочите, а појавите поврзани со движењата на плочите се нарекуваат тектонски структури. Повеќето тектонски структури, вклучувајќи ги и океанските гребени, големите морски вдлабнатини, високите планински венци и вулканите се последица од процесите на рабовите на плочите.

Нивната природа зависи од видот на кората на секоја страна на работ, но и од тоа дали плочите се приближуваат или се оддалечуваат една од друга. Тектонските структури што се создаваат подалеку од рабовите на плочите се низите од вулкански острови, како што се Хавајските острови. Тие се создаде од магмата (растопени карпи), што избивала од “жешките точки” на обвивката, создавајќи низа вулкани на горната плоча.

- ***Структури на површината***

Набљудувани од вселената, порамните области на Земјината површина (далеку од областите под мраз) или имаат темнозелена боја или различни нијанси на жолто – кафеава боја. Зелените области се шумите и тревните површини, односно голем дел од Земјината

биосфера (области на Земјата каде што постои жив свет). Жолто – кафеавите области главно се пустини што се создавале долго време поради разни климатски и ерозивни процеси. Како и другите цврсти планети и Земјата претрпела удари од илјадници метеорити во минатото, но, бидејќи површината на Земјата е многу подвижна, повеќето кратери исчезнале поради ерозија или биле покриени со нови слоеви земја.

- ***Вода***

Најголемиот дел од површината на Земјата е покриен со вода. Имено, околу 97 % од водата е во океаните (75 % од површината), 2 % има во ледените покривки и глечерите, помалку од 1 % во земјата (под земјата и во карпите), а остатокот се наоѓа во реките, езерата и во атмосферата. Постојењето на водата бил основен предуслов за развој на животот на Земјата, а топлинскиот капацитет на океаните е важен фактор за одржувањето на релативната стабилност на температурата на планетата. Исто така, водата има големо влијание врз ерозијата и климата на континентите – единствен процес во Сончевиот систем, но се верува дека во минатото тоа се случувало и на Марс.

- ***Животот на Земјата***

Примерок од стари карпи докажува дека организми слични на бактериите живееле на Земјата пред околу 3,8 милијарди години. Сепак, повеќето научници сметаат дека животот на Земјата почнал многу поодамна, како резултат на сложени хемиски реакции во океаните или во атмосферата. Веројатно, овие реакции довеле до појавување на молекул што се умножува и се обновува самиот од себе, предок на ДНК (дезоксирибонуклеинска киселина). Штом еднаш животот почнал во ваков неразвиен облик, неминовно следувале процесите како мутација и природна селекција во текот на огромните периоди на геолошкото време, создавајќи најразлични и сложени облици на живот. Животот се пренесол од морињата на копното и во секој дел на планетата. Денес, Земјата е преполна со најразлични и најневеројатни живи суштества.

- ***Тектонски структури***

Повеќето тектонски структури на Земјата се доведуваат во врска со рабовите на тектонските плочи. Кај дивергентните рабови плочите се раздвојуваат и се создава нова кора. Последица од тоа се средноокеанските гребени и источноафриканската пукнатина. Кај

конвергентните рабови две плочи се потиснуваат една со друга создавајќи низа структури во зависност од природата на кората на секоја плоча. Повеќето рабови на плочите се поврзуваат со зачестеноста на вулканските активности, како и земјотресите.

- **Водни површини**

Меѓу највпечатливите и најзабележливите структури на површината на Земјата се вбројуваат големите водни површини – океаните, морињата, езерата и реките. Освен нив, има и облици што ги создаваат ерозивните и наносните сили на водата, меѓу кои се вбројуваат клисурите, речните долини и крајбрежните облици – од плажи до еродирани ртови. И мразот извршил големо влијание врз изгледот на Земјата. Во ледени структури се вбројуваат разни ледени облици, како глечерите и ледените покривки и облици како речните долини со облик на буквата U, создадени при движењето на поранешни глечери.

3.6. МЕСЕЧИНА

Месечината е единствениот природен сателит на Земјата. Просечната оддалеченост од Земјата е 384 400 km, дијаметарот на Месечината е 3 476 km.

Месечината (на латински Луна), се разбира, луѓето ја познаваат уште од праисторијата. Таа е вториот најсветол објект на небото веднаш по Сонцето.

Иако има само 1,2 % од масата на Земјата, Месечината сеуште е петтиот најголем планетарен сателит во Сончевиот систем.



Месечина

Кога е полна Месечина, таа е најсјајното небесно тело веднаш по Сонцето, а нејзината гравитација врши силно влијание врз Земјата.

Сепак, Месечината е премногу мала и нема доволно голема атмосфера, а бидејќи геолошката активност одамна престанала таа е правлив, безживотен свет. Дванаесет луѓе стапнале на нејзината

површина и донесоа над 380 kg камења од Месечината, но сепак научниците сеуште не се сигурни како таа се создала.

- ***Орбита***

Месечината има елиптична орбита околу Земјата, па затоа растојанието меѓу двете тела се менува. Кога е најблизу до Земјата (перигеј), Месечината е 10 % поблизу отколку кога е во најоддалечената точка (апогеј). На Месечината и се потребни 27,32 Земјини денови да се заврти околу својата оска, а исто толку време и е потребно да се заврти околу Земјата. Ова е познато како синхронизирана ротација, при што едната страна на Месечината е постојано свртена кон Земјата, иако ексцентрицитетите на орбитата на Месечината, наречени либрации, овозможуваат да се гледаат и неколку области на нејзината невидлива



Орбита на Месечината

страна. Бидејќи Земјата кружи околу Сонцето, на Месечината и се потребни 29,53 Земјини денови да се врати во истата положба во однос на Сонцето, завршувајќи го нејзиниот циклус на фази. Исто толку трае и еден месечински ден (период меѓу две изгрејсонца на Месечината).



Месечеви фази

- **Структура**

Кората на Месечината се состои од карпи слични на гранит, богати со калциум. Таа е дебела околу 48 km на видливата и 74 km на невидливата страна. Бидејќи на Месечината удирале метеорити нејзината кора е многу распукана.

Пукнатините се длабоки околу 25 km, а кората под нив е цврста. Карпестата обвивка на Месечината е богата со силикатни минерали, но е сиромашна со метали, како на пример железо. Горната обвивка е цврста, крута и стабилна. Радиоактивното распаѓање на помалите делови во месечинските карпи покажува дека температурата е повисока во подолните слоеви.



Структура на Месечината

Долната обвивка се наоѓа околу 1 000 km под кората и таму карпите постепено делумно се растопуваат. Средната густина на Месечината покажува дека можеби постои и мало железно јадро. Мисиите “Аполо” ја измерија брзината на ударните бранови на Месечината, но резултатите не се доволно прецизни. Потребни се дополнителни сеизмички податоци.

- **Атмосфера**

Месечината има многу ретка и тенка атмосфера со вкупна маса од 10 000 kg. Вселенското летало од мисијата “Аполо” испушти еднакво количество гас кога слетуваше на Месечината. Температурата на површината се менува околу 270 °C во текот на еден месечински ден, а количеството гас над површината е 20 пати поголемо во текот на ноќта отколку во текот на денот. Гравитацијата на Месечината е $\frac{1}{6}$ од гравитацијата на Земјата, па затоа нејзината атмосфера постојано се намалува. Сепак, Сончевиот ветер постојано ја надополнува.

ПРОФИЛ НА МЕСЕЧИНА	
Средна оддалеченост од Земјата	384 400 km
Температура на најгорниот слој облаци	-150 °C до 120 °C
Дијаметар	3 476 km
Волумен (Земја = 1)	0,02
Набљудување	Осветленоста на Месечината се менува во текот на еден месец, тенок срп се појавува на западното небо веднаш по заоѓање на Сонцето, а при крајот на месецот, пред зората, на источното небо повторно може да се види тенок срп.
Период на ротација	27,32 Земјини денови
Должина на еден месечински ден	29,53 Земјини денови
Маса (Земја = 1)	0,012
Гравитација на екваторот (Земја = 1)	0,165

- Историја на Месечината

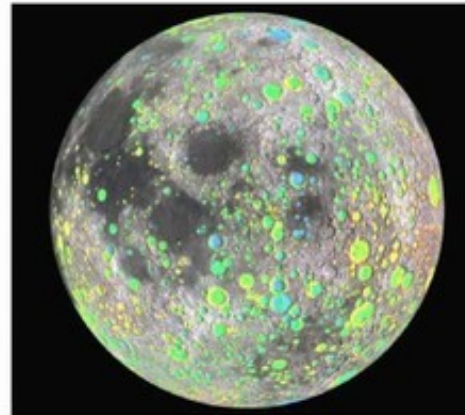
Пред да се проучат примероците од Месечината, не постоел единствен став за потеклото на Месечината. Постоеле три основни теории:

- Земјата и Месечината истовремено настанале од прамглината од која настанал Сончевиот систем;
- Месечината во раната историја се одвоила од Земјата;
- Месечината се формирала на друго место, а подоцна била гравитациски заробена од Земјата.

Ниту една од овие не се сосема точни. Новите и детални информации укажуваат на сосема нова - ударна теорија.

Никој точно не знае како се создала Месечината, но повеќето астрономи се согласуваат со теоријата за огромниот удар – се претпоставува дека тоа се случило пред околу 4,5 милијарди години, кога огромен астероид удрил на Земјата.

Во текот на првите 750 милиони години од нејзиното постоење, Месечината претрпела големо опсипување од метеорити што ја распарчиле нејзината кора и создале кратери на целата површина. Пред околу 3,5 милијарди години интезитетот на ударите се забавил и потоа следел период на значителна вулканска активност.



Кратери на Месечината

Лавата извирала на 100 km под површината и истекувала низ пукнатините на кората, исполнувајќи ги големите и плитките кратери. Лавата се стврднала, создавајќи темни, рамни базалтни области наречени мариа. Вулканската активност престанала пред околу 3,2 милијарди години и оттогаш Месечината е во релативна стагнација. Повеќето од структурите создадени во почетната фаза на Месечината биле уништени од постојани удари. Еден од поновите е кратерот Коперник, кој бил создаден пред околу 900 милиони години.

- Влијанија на Месечината

Иако Месечината е многу помала од Земјата, нејзината гравитација врши влијание врз неа. Привлечната сила на Месечината најмногу влијае врз онаа страна на Земјата што е свртена кон Месечината, така што ја привлекува водата во океаните кон себе. Инертната сила (тенденција на објектите со маса да се спротивставуваат на силите што влијаат врз нив) ја задржува водата на едно место, но бидејќи гравитациската сила е поголема, водата се потиснува кон Месечината. На спротивната страна на Земјата инертната сила на водата е помоќна од гравитацијата на Месечината, па затоа се создава второ испупчување на океанот. Истовремено со кружењето на Земјата водата ја поплавува површината на планетата, создавајќи секојдневни промени на нивото на морето наречени плима и осека. Периодот на плима и осека се менува во сообразност со положбата на Месечината на небото. Нивото на плимата и осеката се менува за време на месечинскиот циклус, но моментното ниво зависи и од месниот рељеф. Во плитките крајбрежни заливи нивото на плимата и осеката може да биде големо.

- **Облици на површината**

Има два примарни вида на рељеф на Месечината: многу стари планински региони изрешетани со кратери од удари на метеори и релативно млади и мазни региони наречени мориња (немаат никаква врска со течна вода, само наликуваат на мориња кога се гледаат од Земјата). Морињата (кои покриваат 16 % од површината) се огромни кратери од удари на метеори кои подоцна биле преплавени со течна лава. Поголемиот дел од површината е прекриен со реголит, мешавина од ситна прашина и карпести остатоци создадени од удари на метеори. Од некои непознати причини, морињата се концентрирани на поблиската страна до нас.

Површината на Месечината е правлива поради метеоритите и е покриена со нерамна, порозна покривка од раздробен материјал. Таа е дебела неколку метри. Материјалот има различна големина – од честички прав до големи парчиња карпи што се простираат на неколку десетици метри. Почвата (или реголитот) се состои од распарчени карпи, што се покрупни во подлабоките делови. Бидејќи нема ветер и дожд, површинскиот материјал не се разнесува многу далеку, а неговиот состав е различен во зависност од местото на кое се наоѓа. Дебелината на покривката, исто така, е различна: во новите маре – области изнесува околу 5 m, односно 10 m во повисоките области. Поради ударите на микро метеорити карпите постојано се изложени на ерозија, а ги оштетуваат и вселенските зрачења и честичките од Сончевите ерупции. Најгорниот слој на почвата е заситен со јони на водород апсорбирани од Сончевиот ветер.

- **Кратери**

Повеќето кратери на Месечината се последица од удари од метеорити. Астероидите обично се судираат со Месечината со просечна брзина од околу $72\,000 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Создадениот кратер е речиси 15 пати поголем од астероидот. Кога астероидот ќе се одбие од површината се создава кружен кратер. Имено, се создаваат три вида на кратери. Кратерите со дијаметар помал од 10 km имаат облик на длабок сад и длабочина од околу 20 % од дијаметарот. Кратерите со дијаметар од 10 до 150 km имаат надворешни ѕидови што обично се уриваат во самиот кратер. Често во средиштето на кратерот има и планински врв

што се создава поради тресењето на карпите од подземните слоеви. Длабочината на кратерот изнесува неколку илјади метри и материјалот исфрлен при ударот најчесто паѓа назад во кратерот. Кратерите со дијаметар над 150 km имаат планински концентрични прстени, што се создаваат кога материјалот ќе се исфрли надвор од средиштето пред да се стврдне. Ваквите кратери се толку длабоки што магмата истекува на површината и го покрива дното на кратерот.

- ***Картографирање на Месечината***

Дрвените Грци сметале дека Месечината е слична на Земјата и дека нејзините темни области се исполнети со вода. Ова верување било актуелно и во XVII век, кога темните слоеви на првите карти биле именувани со имиња како море (море) и океанус (океан). Палус Путрединис (Мочуриште на смртта) и Синус Иридиум (Заливот на виножитата) се соодветни примери. Италијанскиот астроном Галилео Галилеј прв забележал дека висината на структурите на површината може да се забележи на карта, ако се набљудува менувањето на должината на сенката во текот на месечинскиот ден. Првиот фотографски атлас се појавил во 1897 год., но до вистински напредок во таа област дојде со првите вселенски летови. Во 1959 год. Советскиот Сојуз го испрати вселенското летало “Луна 3” зад Месечината за да ја фотографира невидливата страна. Првиот лунарен орбитер на НАСА фотографираше 99 % од површината на Месечината во 1966 - 1967 год., посветувајќи особено внимание на поволни места за слетување на леталата на “Аполо”. “Клементин” и Лунарен проспектор го испитаа минералниот состав на нашиот сателит во 90 – тите години на XX век.

- ***Видливата и невидливата страна на Месечината***

Вртењето и орбиталните периоди на Месечината биле заемно зависни во почетната етапа од нејзиното постоење, кога таа се наоѓала поблизу до Земјата отколку што е сега, а површината сеуште била растопена поради топлината од честите удари на астероидите. Како последица од тоа, Земјата имала поголемо влијание врз појавувањето на двете страни на Месечината. Невидливата страна во просек е 5 000 m повисока во однос на средиштето на Месечината отколку што е видливата страна, а најмалата густина на кората е 26 km погуста. Бидејќи видливата страна е пониска, таму вулканската магма полесно се излежала на површината, истекувајќи од вулканските пукнатини во

ниските области на поголемите кратери, по нејзиното стврднување се создале морињата на Месечината. Спротивно на ова, невидливата страна – која никогаш не е свртена кон Земјата – изгледа претрпела поголемо опсипување со удари од метеорити, па затоа има и повеќе кратери.

- *Облиците на Месечината*

Набљудувана оддалеку на Месечината може јасно да се забележат два вида области. Таму има големи и темни рамнини, наречени мариа (латинско име за мориња), и исто така, посветли, брановити повисоки области со кратери.

На почетокот целата површина била покриена со кратери – повеќето од нив се последица од масовно опсипување со удари. Интезитетот со кој астероидите се судирале со Месечината се намалил во последните 4 милијарди години.



Кратер Коперник

Пред околу 4 милијарди години Месечината била вулкански активна. Лавата истекувала на површината низ пукнатините, исполнувајќи ги пониските делови на големите кратери, при што се создале темни рамнини. Рамнините одбиваат само околу 4 % од Сончевата светлина, а планините одбиваат околу 11 %.

Познати структури на видливата страна се: кратер Аристарх, Маре Крисиум, Монтеc Апенинус, Маре Транкилитатис, кратер Коперник и.т.н.

3.7. МАРС

Од четирите цврсти планети Марс е најоддалечен од Сонцето (1,5 AU од Сонцето). Познат е и како Црвена планета – поради црвената боја – а името го добил според римскиот бог на војната.

Марс е помал од Земјата и Венера. Марс има два природни сателити Фобос и Дејмос. Меѓу разновидните облици на површината се вбројуваат длабоките клисури, но и највисоките вулкани во Сончевиот систем. Иако сега Марс е сува планета, има многу докази дека во минатото на површината на оваа планета имало вода.



Марс

Во својата рана историја, Марс бил многу сличен со Земјата. Како и Земјата, скоро целиот јаглерод диоксид од атмосферата бил претворен во јаглеродни (карбонатни) карпи. Но немајќи ги тектонските движења на плочите, Марс не е во состојба да го обнови првобитното количество јаглерод диоксид со што не може да создаде значителен ефект на стаклена градина. Затоа површината на Марс е многу поладна од таа на Земјата, дури и кога би биле на иста оддалеченост од Сонцето.

- *Орбита*

Марс има елиптична орбита, па затоа кога е најблизу до Сонцето (перихел) добива 45 % повеќе Сончево зрачење во однос со најоддалечената точка (афел). Ова значи дека температурата на површината може да се менува од -125°C на северниот пол до 25°C во текот на летото. На $25,2^{\circ}$ сегашната закосеност на оската на Марс е слична со таа на Земјата. Како и на Земјата, и на Марс има годишни времиња, а северниот и јужниот пол наизменично се свртуваат кон Сонцето при кружењето по орбитата. Од создавањето досега закосената оска на Марс се изменила поради различни фактори, вклучувајќи и поради гравитационата сила на Јупитер. Сето ова предизвикало големи промени на климата. Кога Марс е многу закосен, половите се повеќе свртени кон Сонцето, па поради тоа мразот се топи и испарува и се

наталожува околу постудените долни делови на површината. Кога е помалку закосен, мразот се насобира на постудените полови.

- **Структура**

Марс е мала и најоддалечена цврста планета од Сонцето. Нејзината големина и оддалеченост покажуваат дека се изладила побрзо од Земјата и дека нејзиното некогашно течно јадро, составено од железо, сега, веројатно е во цврста состојба. Релативно нискиот степен на густина на јадрото, во споредба со другите цврсти планети, покажува дека тоа, можеби е составено и од полесни елементи, како на пример сулфур во облик на железен сулфид. Малото јадро е обвиткано со дебела обвивка составена од цврсти силикатни карпи. Во минатото оваа обвивка била извор на вулканска активност, но сега не е активна. Податоците од вселенското летало “Марс Глобал Сурвејор” покажуваат дека карпестата кора на јужната хемисфера е дебела 80 km, а на северната хемисфера - само 35 km. Бидејќи на неговата површина нема вода, Марс има вкупна површина како Земјата.

ПРОФИЛ НА МАРС	
Средна оддалеченост од Сонцето	227,9 милиони километри
Температура на најгорниот слој облаци	-125 °C до 25 °C
Дијаметар	6 780 km
Волумен (Земја = 1)	0,15
Број на месечини	2
Набљудување	Марс може да се види со голо око на просечна магнитуда од -2.0. Марс е најсјајен кога се наоѓа најблизу до Земјата, што се случува речиси еднаш во две години.
Период на ротација	24,63 часа
Орбитален период (должина на една година)	687 Земјини денови
Маса (Земја = 1)	0,11
Гравитација на екваторот (Земја = 1)	0,38

- ***Атмосфера и вулкански услови***

Марс има многу ретка атмосфера што врши среден притисок врз површината од околу 6 mbar (под 1 % од атмосферскиот притисок на Земјата). Поголемиот дел од атмосферата е составен од јаглерод диоксид и има розева боја поради ситните честички прав од железен оксид. Ретки облаци, составени од замрзнат јаглерод диоксид и мраз, се наоѓаат во високите делови, а исто така, во текот на летото се создаваат облаци на високите врвови. Марс е студена, сува планета со просечна температура на површината е - 63 °C, каде што никогаш не врне, но во текот на зимата облаците во поларните области предизвикуваат замрзнување на површината. Марс има многу активни временски системи. Во јужната хемисфера владее пролет и лето, а потоплите ветрови од југ дуваат кон северната хемисфера, радвижувајќи ги таму облаците од прав, што може да се наоѓаат на висина до 1000 m и да се задржат со недели.

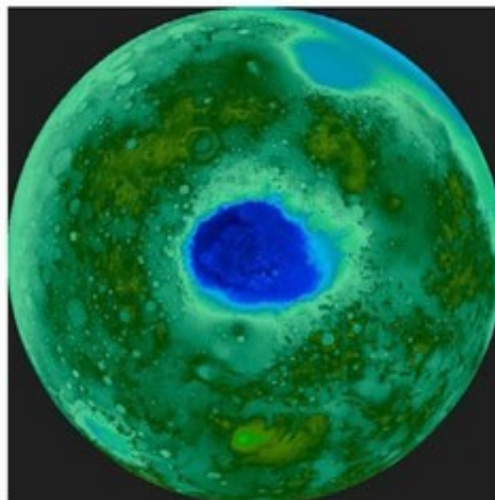
Силните ветрови може да предизвикаат и големи песочни бури, што може да зафатат големи делови од површината. На Марс дуваат постојани ветрови со мала јачина, што се векови го разнесуваат правот на површината, создавајќи особени пејсажи.

Пејсаж на Марс



- ***Облици на површината***

Релефот на површината на Марс бил создаден и обликуван од удари на метеорити, ветрови, вулкански активности и напукнувања. Научниците веруваат дека во минатото на површината на Марс и под неа имало вода и дека таа ги обликувала структурите, како што се долините и истечните канали. Кратерите се создале во период на силни судири со метеорити, пред околу 3,9 милијарди години. Најмногу кратери има на јужната хемисфера, која геолошки е постара од северната. Еден од кратерите е басенот Хелас. На целата површина на Марс има многу мали кратери. Кратерите на Марс се попоскокви од тие на Месечината и покажуваат траги на ерозија предизвикана од ветерот и водата, некои од нив се речиси исчезнати.



Басен Хелас

- Тектонски облици

Пред повеќе милијарди години, кога Марс била нова планета, преобразувањата во внатрешноста ги создале големите облици што денес може да се видат на неговата површина. Внатрешните сили ги создале повисоките области, како на пример извишувањето Тарсис, го развлекувале и распарчувале, создавајќи големи долини, како на пример Валес Маринерис. Оттогаш одронувањето на земјата, ветровите и водата го измениле обликот на големите долини. Вулканската активност траела неколку милијарди години и го обележува поголемиот дел од историјата на Марс. Можеби и сега Марс е вулкански активна планета, иако научниците не очекуваат ваков вид активност. Ерупциите на лава во минатото ги создале денешните огромни вулкани, вклучувајќи го и Монс Олимп.

На Марс има две области со многу различен рељеф. Поголемиот дел на северната хемисфера се одликува со релативно мазни и ниски вулкански рамнини. Постариот јужен дел е типична кратерска висорамнина. Границата меѓу овие две области е замислен круг закосен за околу 30° кон екваторот.



Површина на Марс

Најголемите тектонски облици се наоѓаат во област што се протега на околу 30° на двете страни на екваторот. Таму се наоѓа најголемиот вулкански центар на Марс, областа Тарсис и Валес Маринерис, голем систем од клисури што го пресечува средиштето на планетата.

- ***Вода на Марс***

Научниците веруваат дека Марс пред 3,5 милијарди години доживеал најголеми поплави во Сончевиот систем. Оваа вода можела да создаде езера или плитки океани. Меѓутоа се поставуваат прашањата: Од каде дошла поплавата? Колку долго траела? И каде отишла?

Вселенскиот брод Mars Odyssey открил огромни количини вода во облик на мраз близу површината. Мразот е измешан со земјата и се наоѓа на само еден метар под површината на широкото подрачје близу јужниот пол. Моментално Марс е премногу ладен и неговата атмосфера е премногу тенка и ретка за да овозможи течење на вода на површината.

Повеќе вода постои во облик на мраз во поларните ледени капи, што е доволно да се формираат ледени облаци. Големата количина на вода ги обликувала каналите на Марс, а последиците од дејствувањето на водената површина не се јасни или не се гледаат јасно на денешната површина на Марс.

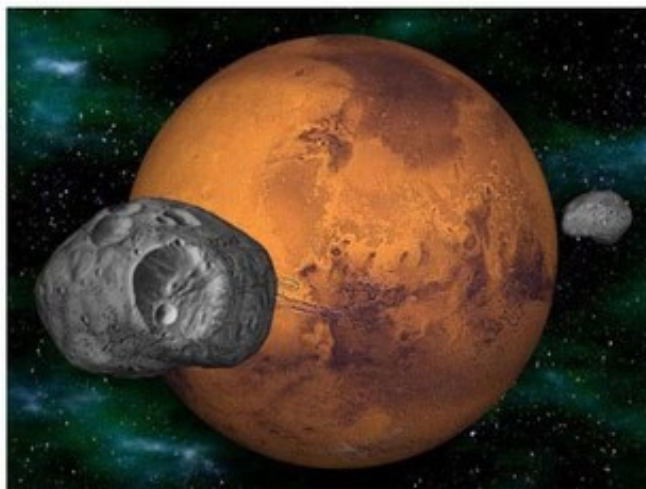
Мисијата на вселенскиот брод сугерира дека водата од подземјето каде се заливите на вода може да се пробие на површината како извор. Откривањето на приказната за вода на Марс е важно заради откривање на неговата древна климатска историја, која ќе ни помогне во разбирањето на еволуцијата на сите планети, вклучувајќи ја и нашата.

Доказот за некогашната или сегашната вода содржи трага за некогашниот или сегашниот живот на Марс, како и потенцијал за живот на друго место во вселената.

- ***Месечини***

Марс има две мали темни месечини наречени Фобос и Дејмос. Овие месечини ги открил американскиот астроном Асаф Хал во август 1877 год. Помалата месечина, Дејмос е долга 15 km, а Фобос – 26,8 km.

Двете месечини имаат неправилен карпест облик, сличен на компир, и се претпоставува дека се астероиди што биле привлечени на почетокот, по создавањето на Марс. И двете месечини имаат траги од удари од метеорити.



Месечини на Марс: Фобос и Дејмос

Дејмос кружи околу Марс на растојание од 23 500 km. Фобос се наоѓа на растојание од само 9 380 km и се повеќе му се доближува на Марс, на крајот ќе се доближи толку многу што или ќе се распадне од гравитационото поле на Марс или ќе се судри со него.

- ***Географија***

Првите веродостојни карти на Марс биле направени при крајот на XIX век, кога астрономите го нацртале тоа што го набљудувале со своите телескопи. Денешните карти се засновани врз податоците од вселенските сонди, како на пример “Марс Глобал Сурвејор”, што направи 100 000 снимки на Марс и “Марс Експрес”, што прави снимки на целата површина. Рамнините се нарекуваат планиција, висорамнините – планум, пространите области – тера, а планините и вулканите – монс. Амбисот е длабока, продолжена бездна со стрмни страни, а лавиринтот е систем од долини и клисури што заемно се крстосуваат. Секое име е одредено според видот на обликот на географската форма. Големите долини (валис) се наречени според името на Марс во повеќе јазици, а малите долини се наречени според имиња на реки. Големите кратери се наречени според имиња на научници од минатото, на писатели и други луѓе кои го проучувале Марс, помалите кратери се наречени според имиња на села. Другите облици се наречени според најблиската албеда структура на првите карти.

- ***Облици создадени од вода***

Површината на Марс била создадена и го добила својот облик под влијание на течната и смрзнатата вода. Се создале огромни долини

што личат на канали. Некои од овие долини биле образувани од водата што течела многу брзо поради големите поплави, другите ги создала водата што побавно течела низ речните долини, а останатите долини ги обликувале глечери. Од другите облици може да се заклучи дека на Марс во минатото имало мориња. Реките и морињата одамна исчезнале, но останал мразот што најмногу може да се забележи на двете ледени платоа што ја покриваат планетата.

- ***Кратери***

На површината на Марс има десетици илјади кратери, а имиња имаат околу 1 000. Кратерите се големи колку обични кратери во облик на длабок сад и површина помала од 5 km или колку басени широки стотици километри. Најстарите кратери се наоѓаат на јужната хемисфера и со текот на времето еродирале. Нивното дно било пополнето, а нивните рабови се распаднале, така што кратерите станале многу плитки. Помалите и понови кратери се создале над нив.

Попознати кратери се: кратер Белц, кратер Тихонравов, кратер Скјапарели, кратер Хајгенс, кратер Ендјуранс и.т.н.

3.8. ЈУПИТЕР

Јупитер (5,2 AU од Сонцето) е најголема и најмасивна планета. Има речиси 2,5 пати поголема маса од сите планети заедно, а може да собере 1 300 планети големи колку Земјата.

Јупитер е наречен според името на врховниот бог во римската митологија (познат како Зевс во грчката митологија). Оваа планета има најмногу месечини (засега познати 64) во Сончевиот систем, што го добиле името според Јупитеровите љубовници, наследници и помошници.

Јупитер



На небото Јупитер се јавува како четврт најсветол објект (по Сонцето, Месечината и Венера, а понекогаш и Марс е посветол). Познат е од праисторијата. Откритието на Галилео, во 1610 година, на четирите големи сателити на Јупитер: Ио, Европа, Ганимед и Калисто (познати и како Галилееви сателити) било првото откритие дека сите објекти на небото не се движат околу Земјата. Тоа бил голем плус во корист на Коперниковата хелиоцентрична теорија за движењето на планетите.

Во јули 1994 год., кометата Шумахер-Леви 9 се судри со Јупитер со спектакуларни последици. Ефектите беа видливи дури и со аматерски телескопи. Со телескопот Хабл можеа да се забележат остатоци дури и една година по ударот.

- Орбита

Јупитер е петта планета според оддалеченоста од Сонцето. Се наоѓа на околу пет пати поголема оддалеченост од Земјата, но неговото растојание од Сонцето не е постојано. Има елиптична орбита, а растојанието меѓу афелот и перихелот изнесува 76,1 милиони километри. Оската на вртење на Јупитер се закосува за $3,1^{\circ}$, што значи дека ни една од хемисферите на планетата не е сосема насочена или оддалечена од Сонцето додека се движи по неговата орбита. Како последица од ова, на Јупитер нема забележливи годишни времиња. Оваа планета се врти брзо околу својата оска – побрзо од било која друга планета. Поради брзото вртење се исфрла материјал во областа на екваторот. Последица од ова е испупчениот екватор и малку плоскавиот изглед на планетата.

- Состав

Иако е најмасивна планета (има 318 пати поголема маса од Земјата), големината на Јупитер покажува дека има мала густина. Неговиот состав личи на составот на Сонцето повеќе од која било друга планета во Сончевиот систем. Во надворешниот дел на Јупитер, каде што температурата е околу -110°C , водородот и хелиумот се во гасовита состојба. Во близина на средиштето на планетата се зголемуваат притисокот, густината и температурата. Во сообразност со тоа се менува и состојбата на водородот и хелиумот. До длабочина од 7 000 km, на околу $2\ 000^{\circ}\text{C}$ водородот е повеќе во течна отколку во гасовита состојба. До длабочина од 14 000 km, на околу $5\ 000^{\circ}\text{C}$, тој се згуснува во метален водород и претставува растопен метал. Длабоко во

планетата, на длабочина од околу 60 000 km, има цврсто јадро составено од карпи, метал и водород. Јадрото е мало во однос на големината на планетата, но има маса поголема околу 10 пати од масата на Земјата.

ПРОФИЛ НА ЈУПИТЕР	
Средна оддалеченост од Сонцето	778,3 милиони километри
Температура на горниот дел на облаци	-110 ⁰ С
Дијаметар	142 984 km
Волумен (Земја = 1)	1 321
Број на месечини	63
Набљудување	Јупитер е сјајна планета и може лесно да се забележи. Неговата најголема магнитуда изнесува - 2,9. Дури и во најтемниот дел, Јупитер е посјаен од Сириус – најсјајната ѕвезда на небото. Јупитер најдобро се гледа кога е во опозиција, на секои 13 месеци.
Период на ротација	9,93 часа
Орбитален период (должина на една година)	11,86 Земјини години
Маса (Земја = 1)	318
Гравитација на горниот дел на облаците (Земја = 1)	2,53

- *Магнетно поле*

Јупитер има силно магнетно поле како длабоко во планетата да има голем магнет. Магнетното поле се создава поради електричните струи во густниот слој метален водород, а оската што ги сврзува магнетните полови е закосена за 11⁰ во однос на оската на вртење. Магнетното поле на Јупитер е посилено од магнетните полиња на сите други планети. Посилено е 20 000 пати од магнетното поле на Земјата и има големо влијание врз волуменот на просторот околу Јупитер. Честичките на Сончевиот ветер, што доаѓаат од Сонцето, се пробиваат

низ магнетното поле на Јупитер. Нивната брзина се намалува, а патеката им се пренасочува во спирална патека по линиите на магнетното поле. Некои честички навлегуваат во горната атмосфера на Јупитер околу неговите магнетни полови. Тие се судираат со атмосферските гасови, што зрачат и предизвикуваат аурори. Другите наелектризирани честички (плазма) се заробени и создаваат дисковидна обвивка околу магнетниот екватор на Јупитер. Во оваа обвивка има електрични струи. Честичките со големо електрично полнење се заробени и создаваат радијациски појаси, слични и посилни на појасите на Ван Ален околу Земјата. Магнетното поле на Јупитер е обликувано од ветерот, при што се создала голема област наречена магнетосфера. Неговата големина се менува со менувањето на притисокот на Сончевиот ветер, но се верува дека опашката има должина од околу 600 милиони километри.

- *Атмосфера*

Атмосферата на Јупитер е составена главно од водород и хелиум. Другиот дел од атмосферата е составен од едноставни соединенија на водород, како на пример метан, амонијак и вода – и посложени соединенија, како на пример етан, ацетилен и пропан. Овие соединенија се кондезираат и создаваат облаци со различни бои во горната атмосфера и поради тоа Јупитер има особени појаси. Температурата на атмосферата се зголемува во внатрешноста на планетата. Бидејќи гасовите се кондезираат на различни температури, различни видови облаци се создаваат на различни висини. Гасот во екваторската област на Јупитер постојано го загрева Сонцето, се зголемува и се движи кон поларните области. На помала висина струи постуден воздух, што доаѓа од поларните области и учествува во создавањето на голема циркулациска ќелија. Ова циркулирање на хемисферата би било побрзо, ако Јупитер беше неподвижна планета. Сепак, Јупитер кружи со голема брзина и поради силата, наречена Кориолисов ефект, циркулирањето отстапува од север – југ кон исток – запад. Како последица од ова, големата циркулациска ќелија се раздвојува на повеќе помали ќелии на потопол и постуден воздух. Тие може да се видат на површината на Јупитер како линии што ја менуваат бојата. Белите линии со студен воздух се нарекуваат зони. Црвено – кафеавите линии со потопол воздух се нарекуваат појаси.

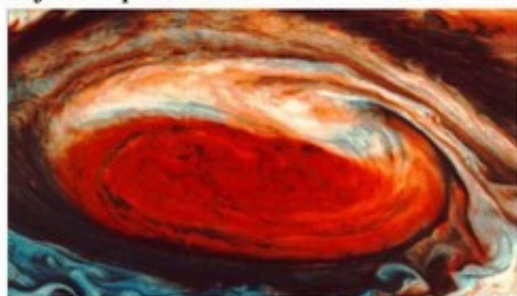
- *Клима*

На Јупитер нема годишни времиња. Температурата на планетата речиси секогаш е иста. Температурата во поларните области е слична со температурата во екваторските области поради внатрешното загревање. Јупитер зрачи околу 1,7 пати повеќе топлина отколку што добива од Сонцето. Вишокот топлина е инфрацрвена топлина што останала од создавањето на планетата. Јупитер има клима во деловите на атмосферата каде што се наоѓаат специфичните бели и црвено – кафеави слоеви од облаци. Климата на Јупитер е под влијание на облаците, ветровите и бурите. Топлиот и студениот воздух создаваат ветрови што дуваат околу планетата на исток и на запад, поради брзото вртење на Јупитер. Брзината на ветерот се менува според висината, ветровите во екваторската област се многу силни и достигнуваат брзина до $400 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Сончевата и инфрацрвената топлина, ветерот и вртењето на Јупитер се комбинираат и создаваат турбулентни области, вклучувајќи и кружни и овални облици од облаци кои се нарекуваат циновски бури.

Најслабите бури од овој вид се исти како најсилните урагани на Земјата. Тие може да траат многу кратко, само неколку денови, но другите може да траат и по неколку години.

Највпечатливиот облик на Јупитер, Големата црвена дамка, е бура со огромен притисок што веројатно, првпат е забележана од Земјата пред повеќе од 340 години.

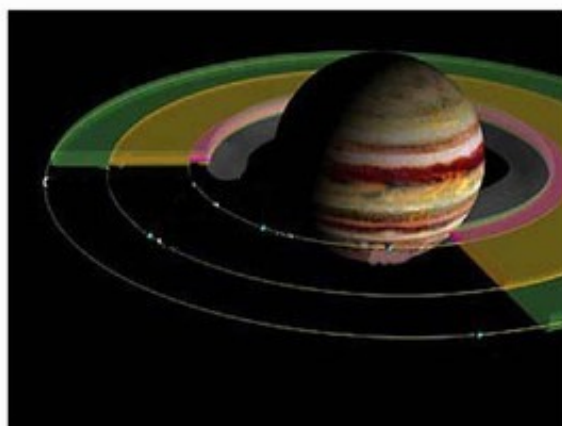


Голема црвена дамка

- *Прстени*

Системот од прстени на Јупитер првпат бил откриен на снимка на “Војаџер 1” во 1979 год. Овој систем е тенок и се состои од ситни честички што се одвоиле од четирите внатрешни месечини на Јупитер.

Системот се состои од три делови. Главниот прстен е плоскав и е широк 7 000 km, а дебел под 30 km. Надвор од овој прстен се наоѓа плоскав мрежест прстен, широк 850 000 km и се протега надвор од Амалтеја до орбитата на Теба. На внатрешниот раб на главниот прстен има хало во облик на круг, дебел 20 000 km. Неговите ситни зрна прав достигнуваат до најгорниот слој од облаци.



Прстени на Јупитер

- Месечини

Јупитер има над 60 познати месечини, а повеќе од две третини се откриени од јануари 2000 год. досега. Имиња имаат само 38 месечини, а орбитите на неколку месечини сеуште не се потврдени. Неодамна беа откриени карпести тела со типично неправилен облик, што имаат површина од неколку километри, а се верува дека се привлечени астероиди. Спротивно на ова, четирите најголеми месечини на Јупитер се топчести тела, што се создале истовремено со создавањето на Јупитер. Сите заедно се познати како Галилееви месечини и се првите месечини откриени по Месечината на Земјата. Додека кружат околу Јупитер, поминуваат меѓу него и Сонцето и фрлаат сенки врз површината на планетата, ако се гледа засенетата страна на Јупитер, Сонцето е затемнато. Тројно затемнување се случува еднаш или двапати во една деценија.

Месечините на Јупитер се поделени во три групи: четири внатрешни месечини, четири големи Галилееви месечини, а другите се мали надворешни месечини.

Внатрешните и Галилеевите месечини кружат во вообичаена насока – во истата насока во која се врти и Јупитер (гледано одозгора над северниот пол, во обратна насока од движењето на стрелките на часовникот). Повеќето надворешни месечини се движат во спротивна насока, па поради тоа се верува дека потекнуваат од астероид што се распарчил откако бил задржан од гравитационото поле на Јупитер.

Некои од внатрешните месечини се Метида, Адрастеја, Теба и Амалтеја, додека попозната надворешна месечина е Темисто.

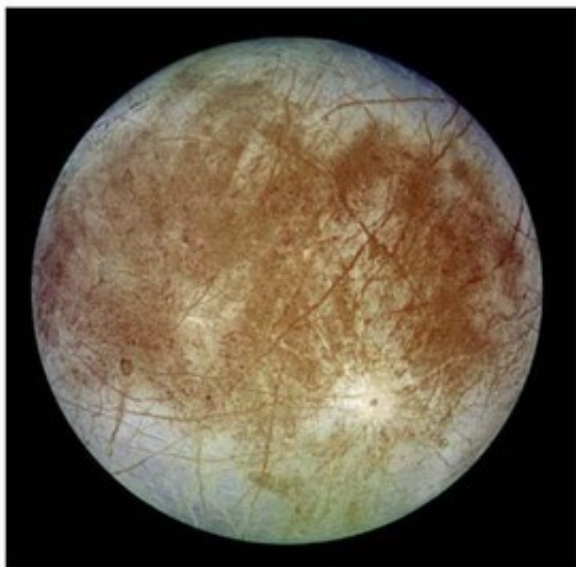
Галилеевите месечини се: Европа, Ио, Ганимед и Калисто.



Галилееви месечини

Европа - Месечината Европа е карпа покриена со мраз, што се проучува речиси 400 години, но чија необична природа била откриена кога вселенската сонда “Галилео” го почна своето проучување во 1996 год. Вселенската сонда го доби името според италијанскиот научник Галилео Галилеј од Падова, Италија, кој ја набљудувал месечината Европа во јануари 1610 год., заедно со уште три други месечини што го носат неговото име. Се верува дека германскиот астроном Сајмон Мариус прв ги набљудувал месечините, но Галилео ги објавил неговите откритија и ги претставил месечините на научната и пошироката заедница.

Четвртата најголема месечина на Јупитер е преубав свет. Оваа месечина е малку помала од Месечината на Земјата, но многу посјајна, затоа што нејзината ледена површина одбива пет пати повеќе светлина.



Месечината на Јупитер Европа

Под ледената кора на месечината Европа, веројатно, има море во течна состојба. Овој воден слој, длабок околу 80 - 170 km, содржи повеќе течност од сите океани на Земјата и може да биде поволно место за создавање жив свет. Под овој слој има карпеста обвивка што го обвива металното јадро. Површината, веројатно, е од понов геолошки период и се состои од рамни ледени области, нерамни области и области пресечени со

темни праволиниски облици, што веројатно се долги илјадници километри. Шарениот изглед на нерамната област потекнува од распарчената кора, што завзела нова положба. Темните дамки со големина на еден град ја покриваат површината кружно или праволиниски. Познати и како ленти – кули, тие се создаваат во вид на големи топки топол и растопен мраз, се издигнуваат под површината и краткотрајно ја топат ледената површина. Не е сосема јасно како се создале темните линии, но се знае дека во процесот на создавање биле вклучени водата загреана од вулкани, мразот и други видови тектонски активности. Кората се распарчила при осеката и плимата на водата, а водата во течна или замрзната состојба избивала од пукнатината и речиси веднаш замрзнувала на површината.

Во грчката митологија Европа била девојката што ја завел Зевс во облик на бел бик и ја однел на Крит.

Ио - Ио е сателит на Јупитер, кој е геолошки најактивно вселенско тело во Сончевиот систем. Тој бил откриен од страна на Галилео Галилеј, во 1610 година. Констатирано е дека околу сателитот Ио има ретка атмосфера и јоносфера.

Ио е месечина на Јупитер што е малку поголема и погуста од Месечината од Земјата. Но тоа се единствените сличности. Ио е разнобоен свет од вулкански јами, отвори, лава и високи облаци.



Месечината на Јупитер Ио

Природата на месечината прв пат ја открија двете сонди “Војаџер”, а потоа е целосно проучена од мисијата на “Галилео”. Пред првото пристигнување на “Војаџер 1” во март 1979 год., научниците очекуваа да најдат студена месечина со многу кратери. Наместо тоа, го најдоа највулканското небесно тело во Сончевиот систем. Ио има тенка силикатна кора што го обвиткува растопениот силикатен слој. Под него има големо јадро богато со железо, кое се простира речиси на половина пат до површината. Оваа месечина кружи брзо околу Јупитер, односно на секои 42,5 часа. Додека кружи е под дејство на силната гравитација на Јупитер на едната страна и на послабата гравитација на месечината Европа на другата страна. Неговата површина се менува како последица од различната гравитација и насоката во која е привлечена. Растегнувањето на површината е придружено со триење, што го создава топлината која ја одржува внатрешноста на површината растопена. Докази за ваквиот вид вулканска активност може да се видат на целата површина на Ио. Откриени се над 80 големи и активни места и над 300 вулкански отвори. Облаците исто така може да се видат на неговата површина, кои се движат брзо и се долготрајни, а се составени од студен гас и замрзнати зрна, кои повеќе личат на гејзери, отколку на вулкански експлозии. Се создаваат поради избивањето на прегреаниот сулфур диоксид низ пукнатините на кората на Ио. Материјалот од облаците постепено паѓа на површината во вид на снег и остава наталожен замрзнат материјал со кружен или овален облик. Исто така материјалот од облаците се шири во просторот што ја опкружува Ио и

од него се создава тркалезно тело во орбиталната патека на Ио. Температурата кај жешките вулкански места изнесува над $1\,230\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ганимед - Ганимед е најголемиот сателит на Јупитер, како и најголемиот сателит во Сончевиот систем. Поголема е од Плутон и од Меркур, односно претставува $\frac{3}{4}$ од Марс. Наречена е според името на убавото момче во грчката митологија, кое Зевс го направил слуга на боговите на Олимп. Ганимед бил создаден од смеса од карпи и мраз, во сооднос 60 : 40. Во меѓувреме дошло до промени и сега оваа месечина има јадро богато со железо обвиткано со долна обвивка од карпи и горна обвивка од мраз. Има ледена кора со темни и светли области. Темната област е покриена со кратери, а ова докажува дека површината е стара. Кружните светли области се мазни и имаат кратери што се создале на ледената површина во далечното минато.

Темната област е исто така карактеристична со долгите амбиси, широки околу 7 km, наречени трапови.

Тие можеби се создале додека мразот под површината истекувал во неодамна создадените кратери, а материјалот што се разнесувал по површината ги создал овие корита во облик на лак. Светлата област е богата со мраз од јаглерод диоксид и главно е порамна со помалку кратери. Неа ја пресечуваат гребени и трапови што се создале при тектонското растегнување на површината на оваа месечина.



Месечината на Јупитер Ганимед

Калисто - Калисто е вториот по големина сателит на Јупитер, и трет по големина во Сончевиот систем. Тој е најоддалечената и најтемна месечина од сите Галилееви месечини, но е посјаен од Месечината на Земјата, бидејќи на неговата површина има мраз што ја одбива Сончевата светлина. Калисто не претрпел големи внатрешни промени од почетокот на неговото постоење.

Првобитната смеса од карпи и мраз е делумно изменета, па затоа месечината е покампеста во средишните делови, а со повеќе мраз на кората. Површината има многу кратери и повеќе прстенести облици, создадени од метеорити и не покажува речиси никакви знаци на геолошка активност.



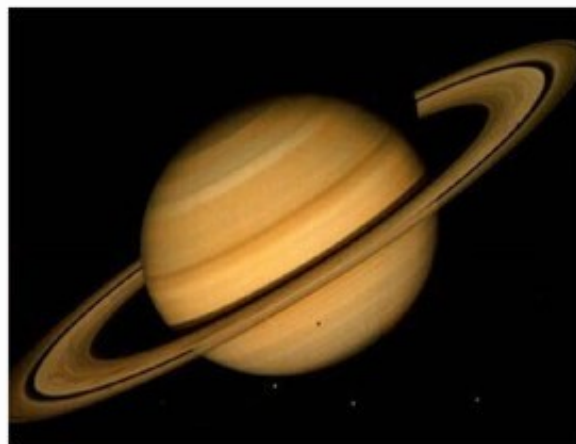
Месечината на Јупитер Калисто

Веројатно, Калисто не е обликувана од тектонски движења на плочите или од вулканска активност. Кратерите добиле имиња според ликови на машки и женски јунаци од скандинавските митови. Басенот Валхала се протега на околу 2600 km и веројатно бил создаден од голем метеорит на почетокот од постоењето.

3.9. САТУРН

Сатурн е втора најголема планета и шеста планета (9,5 AU од Сонцето) според оддалеченоста од Сонцето – таа е најоддалечената планета видлива со голо око.

Во облик на голема топка од гас и течност, Сатурн има испупчен екватор и внатрешен извор на енергија. Бидејќи главно е составена од водород, таа е најретка од сите други планети. Карактеристичен е по своите величествени прстени кои се видливи и со мал телескоп.



Сатурн

Сатурн има 34 потврдени сателити од кои најпознат му е Титан кој се смета за помал брат на Земјата, бидејќи се верува дека имал слична атмосфера со Земјата во раните фази на нејзиното создавање.

Сатурн е познат уште од предисториско време. Галилео бил првиот кој го набљудувал преку телескоп во 1610 год. Тој ја забележал неговата чудна појава и бил многу збунет од неа. Набљудувањата на Сатурн биле искомплицирани поради фактот дека Земјата поминува преку рамнината на прстените на Сатурн на секои неколку години. Дури во 1659 год. Кристијан Хајгенс коректно ја организирал геометријата на прстените. Прстените на Сатурн останаа уникатна појава во Сончевиот систем, се до 1977 год. кога беа откриени околу Уран, а потоа и околу Јупитер и Нептун.

- Орбита

На Сатурн му се потребни 29,46 Земјини години за да направи една орбита околу Сонцето. Тој е закосен во однос на неговата орбитална рамнина за $26,7^{\circ}$, малку повеќе од закосувањето на оската на Земјата. Ова значи дека неговиот северен и јужен пол се вртат кон Сонцето, додека тој се движи по својата орбита. Промената на положбата на Сатурн во однос на Сонцето од Земјата може да се види во вид на отворање и затворање на системот од прстени. На пример, на почетокот на орбиталниот период прстените може да се видат многу добро. Поголемиот дел од прстените се гледаат одозгора, кога северниот пол се навалува кон Сонцето. Прстените постепено се затвораат и исчезнуваат од видното поле, кога северниот пол почнува да се оддалечува од Сонцето, а по 14,73 Земјини години (половина орбита) повторно може да се видат добро. Тогаш јужниот пол се навалува кон Сонцето и прстените може да се видат добро одоздола. Кога јужниот пол се оддалечува од Сонцето, тие уште еднаш се затвораат и може да се видат добро дури при крајот на орбитата. Сатурн добива Сончева светлина само 1 % од Сончевата светлина што ја добива Земјата, но е доволна да создаде сезонска магла. Сатурн се наоѓа во перихел кога јужниот пол е навален кон Сонцето.

- Структура

Масата на Сатурн е само 95 пати поголема од масата на Земјата, но сепак, во него може да се сместат 764 Земји. Тоа е така, затоа што Сатурн главно е составен од најлесните елементи, водород и хелиум,

што се наоѓаат во гасовита и во течна состојба. Сатурн е најретката планета. Ако беше можно да се спушти во океан, Сатурн ќе пловеше. Планетата нема забележлива површина – нејзиниот надворешен слој е гасовита атмосфера. Притисокот и температурата во внатрешноста на планетата се зголемуваат во подлабоките слоеви, а молекулите на водородот и хелиумот се повеќе се соединуваат, се додека не преминат во течна состојба. Во уште подлабоките слоеви атомите ги губат нивните електрони и се преобразуваат во течен метал. Електричните струи во оваа област создаваат магнетно поле со моќност од 71 % од моќноста на магнетното поле на Земјата.

- Атмосфера

Атмосферата на Сатурн, всушност, е нејзината видлива површина. Таа изгледа како светло жолт слој облаци со замаглени линии од различни сенки, паралелни со екваторот на планетата. Горниот слој облаци има температура околу -140°C . Температурата на атмосферата се намалува во повисоките делови и бидејќи различни соединенија на различни температури се кондензираат во течни капки, така на различни нивоа се создаваат различни видови облаци. Се верува дека Сатурн има 3 слоеви облаци. Највисокиот видлив слој е составен од ледени кристали од амонијак, под него се наоѓа слој од амониумов хидросулфит, најнискиот слој, кој е невидлив, се состои од замрзнати облаци. Најгорниот слој на атмосферата впива ултравиолетова светлина, таму температурата се зголемува, при што се создава тенок слој сивкава магла. Токму овој слој и дава на планетата нејасен и маглив изглед. Маглата се концентрира на хемисферата што е навалена кон Сонцето. Сатурн зрачи речиси двапати поголемо количество енергија од енергијата што ја добива од Сонцето. Вишокот топлина се создава поради дождовните капки од хелиум во внатрешноста на металната обвивка на планетата. Кога паѓаат кон средиштето на планетата, тие капки ја преобразуваат енергијата од движењето во топлинска енергија. Топлината се пренесува низ долниот слој на атмосферата и заедно со кружењето на планетата предизвикува ветрови.

ПРОФИЛ НА САТУРН	
Средна оддалеченост од Сонцето	1,43 милијарди километри
Температура на најгорниот слој облаци	-140 °C
Дијаметар	120 536 km
Волумен (Земја = 1)	763,59
Број на месечини	34
Набљудување	Сатурн може да се гледа со голо око 10 месеци во годината. Личи на ѕвезда и му се потребни 2,5 год. да помине низ едно ѕвездие во Зодијакот. За набљудување на системот од прстени е потребен телескоп.
Период на ротација	10,66 часови
Орбитален период (должина на една година)	29,46 Земјини години
Маса (Земја = 1)	95
Гравитација на најгорниот слој облаци (Земја = 1)	1,07

- *Клима*

Огромните бури во горниот дел на атмосферата, составени од бели парчиња мраз од амонијак, може да се видат од Земјата кога се пробиваат низ маглата. Тие се појавуваат еднаш на секои 30 години на северната хемисфера во текот на летото, но сепак, се уште не може точно да се утврди причината за нивното појавување. Последна од овие “големи бели дамки” беше откриена на 25 септември 1990 год. Таа се ширеше околу планетата, обиколувајќи ја речиси целата екваторска област повеќе од еден месец. Помалите овални дамки со поинаква боја и издолжените облици што личат на ленти беа набљудувани почесто.

Во 2004 год. “Касини” откри област со многу бури, која го доби името “Алеја на Бурите”. Брзината и насоката на ветерот се одредуваат со следење на бурите и облациите. Најсилните ветрови на Сатурн дуваат

кон исток, во истата насока во која се врти и планетата. Во близина на екваторот достигнуваат брзина и до $1\,800 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

- Месечини

Досега на Сатурн се откриени 34 месечини. Од 1980 год. досега беа откриени 25 од нив со помош на набљудувања од Земјата и на мисиите на сондите “Касини” и “Војаџер”. Се очекува натамошните набљудувања да докажат постоење на други месечини. Титан е откриен прв во 1655 год. и е најголема месечина на Сатурн. Тој е особен, зашто е единствената месечина во Сончевиот систем што има атмосфера. Месечините на Сатурн се смеса од карпи и воден мраз. Некои од нив имаат стара површина со кратери, а кај други има знаци за обновување на површината поради тектонски движења или ледени вулкани. Повеќето месечини се наречени според имињата на цинови од митологијата. Првооткриените месечини се наречени според имињата на титаните, браќата и сестрите на Крон (Сатурн), од грчката митологија. Месечините откриени подоцна имаат галски, ескимски (инуитски) и скадинавски имиња.

Месечините на Сатурн се поделени во три групи. Првата се состои од големи топчести месечини. Втората група внатрешни месечини се помали и имаат неправилен облик. Месечините на овие две групи кружат внатре или надвор од системот прстени. Третата група се протега далеку зад другите две групи месечини – во најоддалечената орбита, околу 23 милиони километри од Сатурн.

Овие месечини со неправилен облик се многу мали и имаат дијаметар од неколку десетици километри. Тие имаат закосени орбити, што докажува дека се заробени објекти. Набљудувани од Земјата, месечините на Сатурн се појавуваат како сјајни дискови, но “Војаџер” и “Касини” открија дека многу од нив се независни светови.

Некои од внатрешните месечини се: Прометеј, Епиметеј, Јанус, Палена, Хиперион, Телесто и т.н., додека



*Внатрешна месечина
Хиперион*

попозната надворешна месечини е: Фојба.

Големи месечини се: Мимас, Титан, Јапет, Енцеладус, Тетида, Диона, Реа.

Мимас е прва од големите месечини надвор од Сатурн и кружи околу планетата во надворешниот дел на системот од прстени.

Има синхронизирана ротација, па затоа едната страна на месечината е постојано свртена кон Земјата.

Мимас е топчеста месечина, но не е совршена топка при што должината на ова ледено тело е околу 30 km поголема од ширината и длабочината. Неговата површина е покриена со длабоки кратери создадени при удари и имаат облик на длабок сад. Повеќето од кратерите со дијаметар поголем од 20 km имаат средишни врвови.



Кратер Хершел на Мимас



Месечина на Сатурн Мимас

Еден кратер, Хершел, е огромен и е највпечатлив на месечината. Широк е околу 130 km, длабок е речиси 10 km и има забележлив средишен врв. Ако телото што го создало кратерот било многу поголемо, можеби ќе ја уништело месечината.

Кратерот е наречен според астрономот Вилијам Хершел, кој го открил Мимас на 18 јули 1789 год. Таа била шеста откриена месечина на Сатурн и прва од двете месечини што ги открил Хершел. Месечината Мимас е наречена според името на еден од титаните.

Енцеладус е десетта најоддалечена месечина на Сатурн и кружи во широкиот прстен Е. Тој бил откриен од страна на Вилијам Хершел, во 1789 година. Неговата орбита се наоѓа во најширокиот дел на прстенот, поради што се смета дека, Енцеладус, веројатно го снабдува прстенот со материјал.

Месечината има синхронизирана ротација со Сатурн. Замрзнатата површина на Енкеладус ја одбива светлината, поради што оваа месечина е многу сјајна, таа е најсјајна месечина во Сончевиот систем. Релјефот докажува дека оваа студена месечина претрпела долготрајна тектонска активност и обновување на површината. Степенот на геолошки промени е неверојатен за една толку мала месечина. И месечината Мимас има слична големина, но не е активна.



Месечина на Сатурн Енкеладус

На Енкеладус, постојат пет различни видови на површина. Во некои области има кратери, а во други има корита, пукнатини и гребени. Снимките направени да ги нагласат разликите во боите открија детал што дотогаш не можеше да се забележи. Сината боја што може да се види на некои распукани видови, веројатно, е последица од долготрајна изложеност на дејството на цврст мраз или на составот или големината на честичките на мразот под површината.

Тетида – Италијанскиот астроном Џовани Касини ја открил Тетида на 21 март 1684 год. Речиси по 200 години било откриено дека Тетида ја дели орбитата со уште 2 помали месечини: Телесто и Калипсо. Нејзината површина покажува дека Тетида претрпела тектонски промени и обновување на површината. Таму може да се забележат две структури.



Месечина на Сатурн Тетида

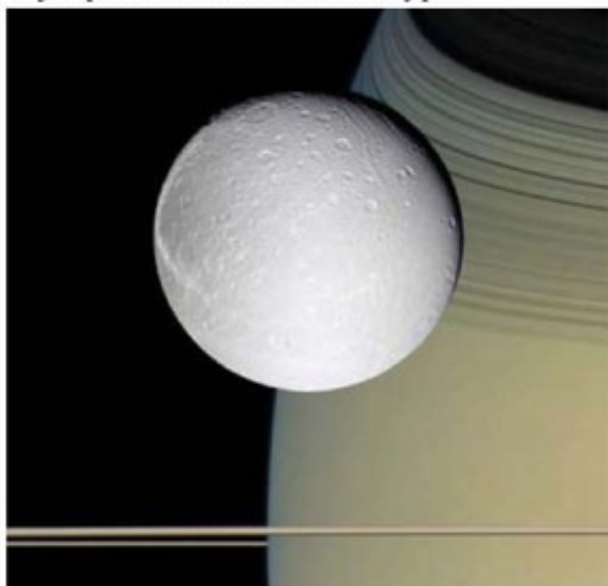
Кратерот создаден при удар, Одисеј (широк 400 km) се истакнува на главната хемисфера. Овој кратер е голем, но плиток, на почетокот

имал облик на длабок сад, кој подоцна станал порамен поради слоевите мраз.

Втората голема структура е амбисот Итака на страната на Тетида што е свртена кон Сатурн. Овој огромен систем од долини се простира на една половина од месечината. Веројатно, тој се создал поради распакување, што било последица од удар од кој се создал и кратерот Одисеј, или кога внатрешноста на Тетида замрзнала и површината на месечината се зголемила и се растегнала.

Диона е најоддалечената месечина во системот од прстени на Сатурн, но не е единствена во надворешниот дел на прстенот Е. Уште две месечини, Хелена и Полидевк, се движат по истата орбита. Џовани Касини ја открил Диона во 1684 год., истиот ден кога ја открил и Тетида.

На Диона има многу повеќе карпи во смесата од мраз и карпи во однос на другите месечини (повеќе има само Титан), па затоа е втора најцврста месечина на Сатурн.



Месечина на Сатурн Диона

Нејзиниот состав покажува дека на месечината имало тектонски активности и обновување на површината. Таму има гребени, долини и амбиси. Има и кратери кои во некои области се многу почести отколку во други. Најголемиот кратер има дијаметар над 200 km. Површината на Диона, исто така, има и сјајни пруги. Овие пругави облици имаат тенки, сјајни, ледени линии.

Реа – Реа ја открил Џовани Касини во 1672 год. Огромната постара област со кратери покрива големи делови на Реа. На прв поглед пејсажот личи на оној на Месечината, иако површината на Реа се состои од сјаен мраз. Постојат докази за обновување на површината, но сепак недоволно, како што се очекува за толку голема месечина.

Реа е втора најголема месечина на Сатурн, но другите помали месечини, како нејзините внатрешни соседи Диона и Тетида, покажуваат поголем процент на обновување на површината. Се сметало дека Реа замрзнала и се изладила рано во нејзината историја. Тогаш и мразот повеќе личел на цврсти карпи.

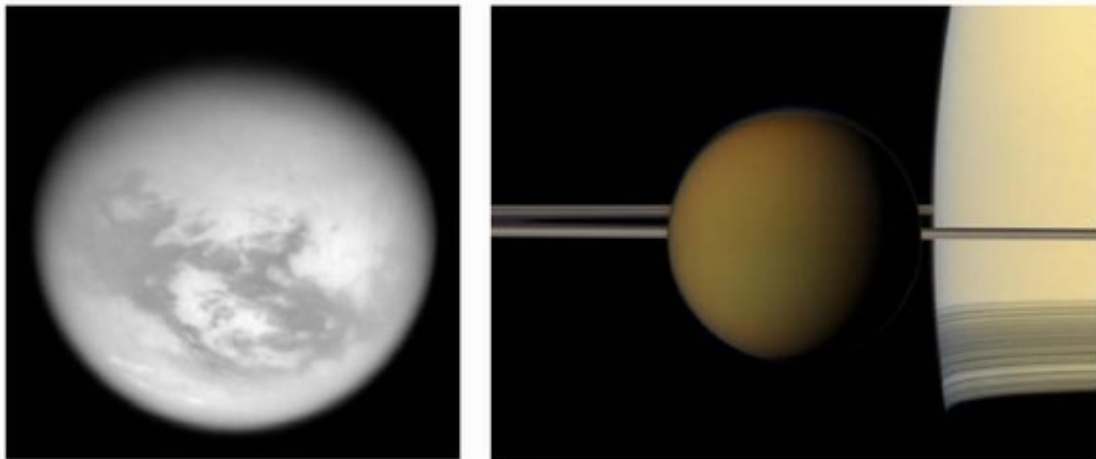
Кратерите на Реа се зачувани во нејзината ледена кора. Кратерите на другите ледени месечини, како Калисто на Јупитер, се распаднале во меката ледена кора. Реа е 17 најоддалечена месечина од Сатурн и прва што се наоѓа зад системот од прстени. Наречена е според името на титанката Реа, која му била мајка на Зевс во грчката митологија.



Месечина на Сатурн Реа

Титан е втора најголема месечина во Сончевиот систем, веднаш по Ганимед на Јупитер и е најголема месечина на Сатурн. Во 1655 год. е откриена од страна на Кристијан Хајгенс. Ова небесно тело, големо колку Меркур, е многу впечатливо поради тоа што има густа атмосфера со портокалова боја. Превез од магла ја обвиткува месечината и постојано ја крие површината одоздола. Титан е интересен и поради хемискиот состав на атмосферата кој е многу сличен со тој на Земјата пред да се создаде живиот свет. На Титан постојат сите елементи за живот, но поради ниската температура тоа не е можно. Прва можност да се види површината и да се проучи атмосферата се појави во 2005 год., кога “Касини” пристигна до Титан, а “Хајгенс” навлезе низ атмосферата и стигна до површината.

Атмосферата богата со азот, се протега стотици километри над Титан. Слоевите од жолто – портокалева магла во повисоките делови се последица од хемиски реакции предизвикани од ултравиолетова светлина. Многу поблизу до површината се создаваат облаци од метан. Од нив врне метан, при што се создаваат реки и езера. Потоа тој испарува и создава облаци, а циклусот, што потсетува на кружењето на водата на Земјата, се уште трае.



Месечина на Сатурн Титан

Титан е најцврстата месечина на Сатурн: соодносот на карпите и водниот мраз е 50 : 50, а температурата на површината изнесува - 464 °C. Тој е темен свет, зашто маглата го спречува пробивањето на 90 % од Сончевата светлина. “Касини” откри дека неговата површина ја обликувале процеси слични на процесите на Земјата, како што се тектоника, ерозија и ветрови и веројатно, ледени вулкански активности. Во текот на кружењето околу месечината не беше откриен течен метан, но истечните канали и темните елиптични области, веројатно биле езера што испариле. Исто така, беа пронајдени и линеарни облици.

Јапет – Повеќето внатрешни и големи месечини на Сатурн кружат во екваторската рамнина (исто така, рамнината на прстените). Јапет е исклучок, зашто неговата орбита е закосена за 14,72° во однос на екваторската рамнина. Други месечини имаат орбити со уште поголемо закосување, но тие се многу помали, надворешни месечини. Јапет е 20 најоддалечена месечина од Сатурн и најоддалечена голема месечина на планетата. Јапет исто така има синхронизирана ротација.

Јапет го открил Џовани Касини додека работел во Париз на 25 октомври 1671 год. Тој забележал дека Јапет има природно темна предна хемисфера и светла задна хемисфера. Темната област е наречена Регио Касини и е покриена со материјал темен како јаглен, како контраст на ледената површина на светлата страна. Иако сондата “Касини” откри поголем дел од површината, оштетена од кратери, потеклото на темниот материјал останува тајна.

Постоеја претпоставки дека материјалот избил од внатрешноста на месечината.

Единствената структура што ја пронајде “Касини” создаде уште една тајна. Не е познато дали гребенот, долг 1 300 km што се наоѓа речиси на екваторот на месечината, е свиткан планински појас или материјал што избил низ пукнатина на површината.

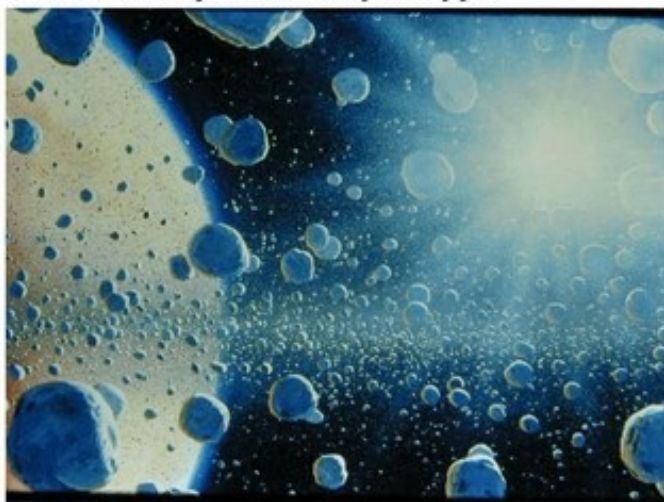


Месечина на Сатурн Јанет

- Прстени

Прстените на Сатурн се најдолги, најмасивни и највеличествени во Сончевиот систем. Прв ги набљудувал Галилео Галилеј во 1610 год., гледајќи ги како уши на двете страни на Сатурн. Во 1655 год. Кристијан Хајгенс открил дека тоа се прстени од одреден материјал, чие појавување се менува во зависност од положбата на Сатурн во однос на Земјата.

Всушност, прстените се збир од парчиња нечист воден мраз и имаат свои орбити околу Сатурн.



Состав на прстените на Сатурн

Прстените Ц, Б и А се веќе забележани. Овие прстени се поврзани со други прстени, составени од ситни, речиси прозирни честички.

Големината на парчињата се движи од зрнца прав до огромни камења, големи неколку метри. Тие имаат голема одбивна моќ, па затоа прстените се сјајни и се гледаат јасно. Секој прстен одделно е означен со посебна буква во зависност од редоследот по кој е откриен.

Тенкиот прстен Ф, поширокиот прстен Г и дифузниот прстен Е се протегаат надвор од главните прстени.

Прстенот Д внатре во прстенот Ц го завршува системот. Прстените се менуваат бавно со текот на времето, а месечините што кружат во системот ги носат честичките во прстените и создаваат празнини како празнината Енке.



Прстени на Сатурн

3.10. УРАН

Уран е трета најголема планета и е оддалечена од Сонцето двапати повеќе од неговиот сосед Сатурн (19,2 AU од Сонцето). Има светло сина боја, нема никакви структури, има редок систем од прстени и многу месечини.

Тој има 27 познати сателити. Со својата маса која изнесува 14,6 Земјини маси ја прави најлесната планета од сите надворешни планети. Планетата е навалена на едната страна, па затоа гледано од Земјата изгледа дека месечините и прстените ја опкружуваат од горе до долу.



Уран

Уран е прва планета откриена со телескоп. Тој е првата планета која е откриена во модерно време. Го открил Вилијам Хершел за време на систематско истражување по небото во 1781 година. После две години ги открил и двата големи сателита Титанија и Оберон, а Ласел

во 1851 год. ги открил Ариел и Умбриел. Миранда, најмалиот од 5-те големи Уранови сателити, е откриена во 1948 год. од страна на Купер. Во 1977 год., за време на посматрањето на една звезда со Уран, пратено со треперење на помрачената звезда пред излегувањето од Уран, откриени се девет прстени. За Уран се знаеше малку, се до мисијата на вселенското летало “Војаџер 2” во јануари 1986 год.

- ***Орбита***

На Уран му се потребни 84 Земјини години за да направи еден круг околу Сонцето. Оската на ротирање е навалена за 98° и планетата се движи по орбиталната патека на нејзината страна. Уран се врти наназад, односно во спротивна насока од насоката на вртење на повеќето планети. Планетата не била отсекогаш ваква. Нејзината странична положба, веројатно, е последица од судир со тело големо колку планета, веднаш по создавањето на Уран. Двата пола се насочени кон Сонцето во текот на 21 год., што значи дека додека едниот пол е долго време изложен на постојана сончева светлина, другиот е во целосна темнина. Јачината на сончевата светлина што ја добива планетата е 0,25 % од таа на Земјата. Кога “Војаџер” првпат пристигна до Уран во 1986 год., неговиот јужен пол беше насочен речиси право кон Сонцето. Екваторот на Уран во тој период беше најблизу до Сонцето. По 2007 год. забрзано се оддалечува од него, се додека северниот пол не биде насочен кон Сонцето во 2030 год.

- ***Структура***

Уран е голема планета. Четири пати е поголем од Земјата и во него може да се сместат 63 Земји, сепак, има маса 14,5 од масата на Земјата. Затоа материјалот од кој се состои мора да е поредок од материјалот на Земјата. Уран е премногу масивен, па затоа неговата основна состојка не е водородот кој е основен составен дел на поголемите планети, Сатурн и Јупитер. Уран главно се состои од вода, метан и парчиња мраз од амонијак, што се опкружени со слој од гас. Се смета дека електричните струи во ледениот слој го создаваат магнетното поле на планетата, кое е поместено од оската на вртење на Уран за $58,6^{\circ}$.

ПРОФИЛ НА УРАН	
Средна оддалеченост од Сонцето	2,87 милијарди километри
Температура на најгорниот слој облаци	-214 °C
Дијаметар	51 118 km
Волумен (Земја = 1)	63,1
Број на месечини	27
Набљудување	Оддалечената положба на Уран создава тешкотии при набљудувањето од Земјата. На магнитуда 5,5 може да се види со голо око и изгледа како ѕвезда. Нема забележлива промена во сјајот на планетата кога е во опозиција.
Период на ротација	17,24 часови
Орбитален период (должина на една година)	84 Земјини години
Маса (Земја = 1)	14,5
Гравитација на најгорниот слој облаци (Земја = 1)	0,89

- Атмосфера и клима

Уран има сина боја, затоа што облациите од замрзнат метан ги впиваат црвените бранови должини на Сончевата светлина во студената атмосфера на планетата. Температурата на најгорниот слој облаци е -214 °C, што ја измери “Војаџер 2”, е речиси еднаква насекаде. Влијанието на ултравиолетовата Сончева светлина врз метанот создава честички на магла, што се кријат во подолниот слој на атмосферата, па затоа Уран изгледа многу спокојно. Сепак, планетата активно се менува. Податоците на “Војаџер 2” открија раздвиженост на облациите од амонијак и вода околу Уран, носени од ветровите и кружењето на планетата. Исто така, беше откриено дека Уран зрачи исто толку енергија колку што добива од Сонцето и дека нема значителна внатрешна топлина што би поттикнала сложен климатски систем. Од

неодамна, набљудувањата со телескопи од Земјата им овозможуваат на астрономите да ги следат промените во атмосферата на Уран.

- Прстени и месечини

Прстените на Уран се потполно поинакви од прстените кои го опкружуваат Јупитер. Уран има 11 прстени, кои заедно се протегаат од 12 400 до 25 600 km од планетата.

Прстените се толку многу одвоени еден од друг и толку се тесни што системот има повеќе празнини отколку прстени. Сите, освен внатрешниот и надворешниот прстен, се широки од 1 до 13 km, а високи се под 15 km. Тие се составени од честички од прав и темни парчиња од материјал богат со јаглерод, со дијаметар од неколку сантиметри до неколку метри.



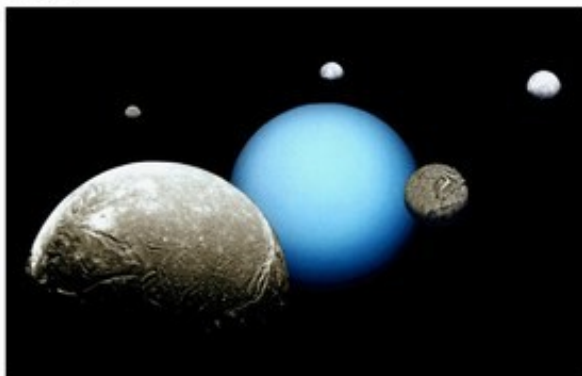
Прстени на Уран

Првите 5 прстени беа откриени во 1977 год. Прстените не се наоѓаат целосно на екваторската рамнина, а немаат ни тркалезен облик, ни еднаква ширина. Ова, веројатно, е последица од гравитационото влијание на малите соседни месечини. Една од нив, Корделија, се наоѓа во системот од прстени.

Уран има 27 месечини. Петте големи месечини се откриени со телескопи од Земјата. Помалите се откриени во средината на 80 – тите години на XX век со анализирање на податоците на “Војаџер 2” или со користење современи усовершени техники за набљудување и се очекуваат нови откритија.

Месечините на Уран може да се поделат во три групи. Според оддалеченоста од Уран, тоа се: малите внатрешни месечини, петте големи месечини што кружат на вообичаен начин и малите надворешни месечини од кои повеќето кружат наназад. Повеќе податоци за месечините и снимките одблизу се добиени од мисијата на “Војаџер 2” од 1985 до 1986 год. Според нив, големите месечини се темни, цврсти, карпести небесни тела со ледена површина, оштетени од кратери

создадени при удари, пукнатини и вулкански истекувања на замрзната вода.



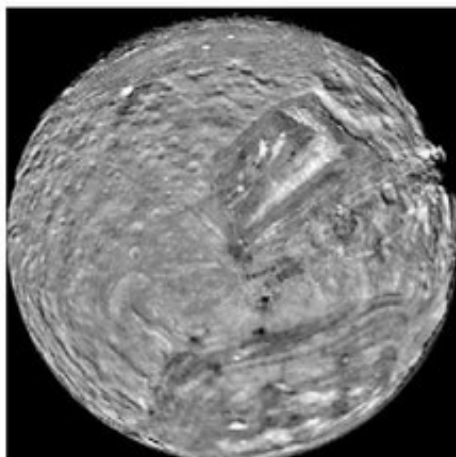
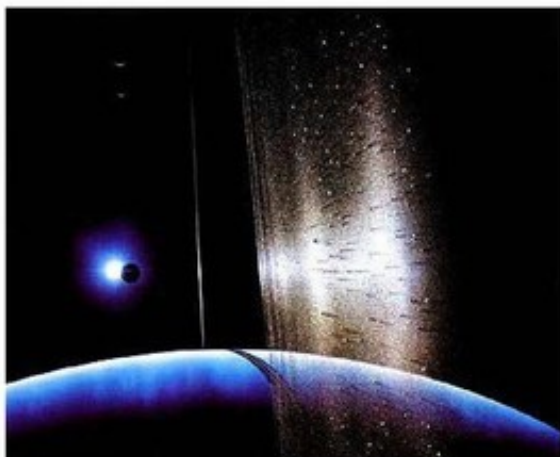
Уран и неговите месечини

Месечините се наречени според имиња на ликови од драмите на англискиот драмски писател Вилијам Шекспир или на песни на англискиот поет Александар Поуп. Некои од внатрешните месечини се: Корделија, Офелија, Пак, и.т.н., додека попозната надворешна месечина е: Калибан.

Големи месечини се: Миранда, Титанија, Оберон, Ариал, Умбриал.

Миранда е најмалата и највнатрешната месечина од петте големи месечини на Уран, а ја открил американецот со холандско потекло Џерард Купер на 16 февруари 1948 год. Миранда е најчудна Уран-ова месечина. Кога сите 5 месечини беа видени одблизу на 24 јануари 1986 год., токму Миранда најмногу ги изненади астрономите.

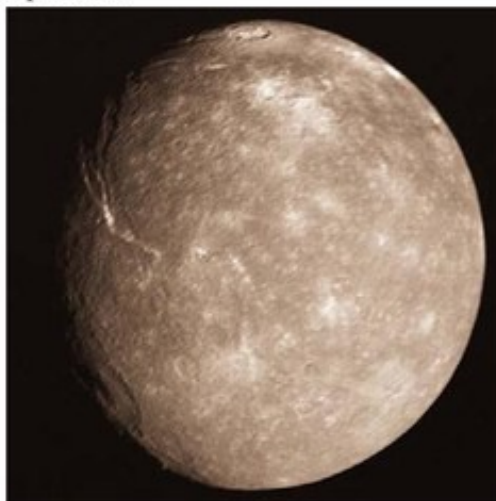
Густината на Миранда покажува дека е составена од 55 % карпест материјал, додека остатокот од составот содржи мраз. Површината на Миранда е веројатно мраз и поради малата гравитација, нема атмосфера. Површината е различна, при што некои области се опфатени со кратери, додека други се мазни. Имено, кога “Војаџер 2” поминуваше на 32 000 km над нејзината површина, сондата откри необична месечина, каде различни облици се пресечуваа со други облици на многу очигледен и необичен начин. Во една теорија, се тврди дека Миранда има чуден изглед, затоа што претрпела голем судир во нејзиното минато.



Месечината на Уран Миранда

Месечината се распарчила на парчиња, а потоа тие се соединале во дисхармонична структура што може да се види и денес. Во друга теорија се тврди дека развојот на месечината запрел пред таа да се дообликува. Набрзо по создавањето, цврстиот карпест материјал почнал да тоне, а полесниот материјал, како водниот мраз, излегол на површината. Потоа тој процес запрел поради исчезнувањето на неопходната внатрешна енергија. Површината има јасни траги на различни видови области од различни периоди.

Титанија – Со големина малку помала од половина Месечина, Титанија е најголема месечина на Уран. Во 1787 год. е откриена од страна на Хершел. Тој е трет по растојание сателит на Уран. Нема атмосфера од истата причина како и другите сателити, односно, гравитацијата и тежината и се премногу мали за да може да ја задржи атмосферата. Оваа карпеста месечина има сива, ледена површина покриена со кратери.



Месечината на Уран Титанија

Ледениот материјал, исфрлен при создавањето на кратерите, ја одбива светлината и се издвојува на површината на Титанија. Исто така, видливи се и големи пукнатини што се показател за активна

внатрешност. Некои од нив ги пресечуваат кратерите и изгледа дека се понови геолошки облици на месечината. Веројатно биле создадени со ширење на замрзнатата вода под кората. Таму има и мазни области со по неколку кратери, што можеби се создале со екструзија на мраз и карпи. На една од снимките што ги направи "Војаџер 2", се гледаат бројни кратери, рамни корита и неправилни долини, кои укажуваат на некои поранешни тектонски активности. Видлив е и 200 km големиот кратер Урсула и еден друг по име Гертруд кој повеќе личи на долина, отколку на вистински кратер.

Оберон – Оберон е првата месечина на Уран што ја открил Вилијам Хершел кој ја набљудувал уште пред да ја забележи Титанија.

Има ледена површина издупчена со стари кратери создадени од удари. Таму има неколку големи кратери, како Хамлет, што се наоѓа веднаш под средиштето на оваа снимка на "Војаџер 2" има дијаметар од 296 km. Неговото дно делумно е покриено со темен материјал и има светол средишен врв. Висока планина (6 000 m) се гледа на долниот лев раб на месечината.



Месечината на Уран Оберон

Ариел – Ариел и Умбриал ги открил англискиот пивар и астроном Вилијам Ласел на 24 октомври 1851 год. Месечината Ариел е наречена според духот во Шекспировата драма Бура.



Месечината на Уран Ариел

Меѓу четирите најголеми месечини таа е најсјајна и има најнова површина. Има кратери создадени при удари, но тие се релативно мали и широки од 5 до 10 km.

Домовој е еден од најголемите кратери, со дијаметар од 71 km. Површината со постари и поголеми кратери, што порано постоеле на Ариел е обновена. Долги раседи што се создале кога кората на Ариел се

ширела, ја пресечуваат месечината, а се длабоки 10 km. Еден расед, Качина, е долг 622 km. Дното на таквите раседи е покриено со наслојки од мраз што излегле на површината од внатрешноста.

Умбриал - Умбриал е откриен во 1851 год. од страна на Ласел. Таа е најтемна голема месечина на Уран и одбива само 16 % од светлината што доаѓа до површината. Оваа месечина е малку поголема од Ариел, што беше потврдено од податоците на “Војаџер 2”. Поранешните набљудувања ги поттикнаа астрономите да веруваат дека Умбриел е многу помала месечина поради тешкотиите во набљудувањето.



Месечината на Уран Умбриал

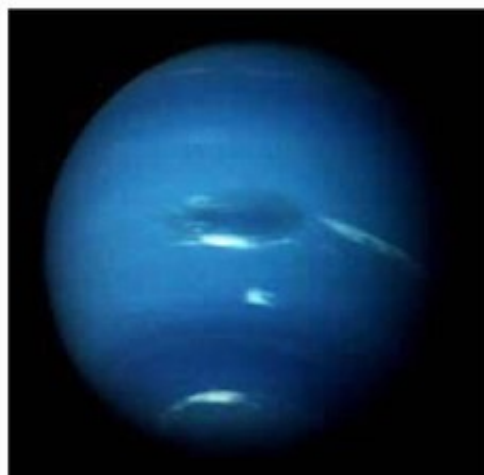
Умбриал е составен веројатно од повеќе карпест материјал и мал дел од мраз. Неговата површина е ледена. “Војаџер 2” откри месечина покриена со кратери, од кои многу имаат дијаметар од повеќе десетици километри.

За разлика од Ариел, Умбриел веројатно нема сјајни нови ѕвездести кратери што покажува дека површината е постара. Не постојат показатели дека се сменила поради внатрешна активност. Вунда, единствениот сјаен облик на Умбриел, се вбројува меѓу кратерите, иако неговата природа е непозната. Нема атмосферата, бидејќи сателитот е мал и не може да ја задржи.

3.11. НЕПТУН

Нептун е најмала и најстудена планета меѓу гасовитите џинови, затоа што е најдалеку од Сонцето (30 AU од Сонцето). Таа планета е помала од Уран, но е помасивна со маса од 17,35 Земјини маси, што значи дека е погуста. Исто така зрачи повеќе внатрешна топлина, но не како Јупитер и Сатурн.

Нептун низ телескоп прв го видел Галилео, додека во 1613 год. го набљудувал Јупитер. Нептун тогаш бил привидно многу блиску до Јупитер. Галилео го забележал поместувањето на таа “свезда” во текот на неколку дена, но облачното време во критичните моменти го спречило во понатамошните истражувања. Кога времето, после неколку дена се поправило, Нептун бил веќе далеку од Јупитер.



Нептун

Била откриена во 1846 год. и само едно вселенско летало, “Војаџер 2”, ја проучи оваа далечна планета. Кога сондата во 1989 год., помина покрај планетата, ги направи првите снимки одблизу и откри дека Нептун е најветровитата планета во Сончевиот систем. “Војаџер 2” откри и неколку прстени околу Нептун и шест месечини.

За време на средбата со “Војаџер 2” на Нептун е забележана голема темна дамка која ветровите ја носеле со брзина од $300 \frac{m}{s}$, голема колку Јупитеровата. Интересно е тоа што Големата темна дамка се наоѓа на иста географска ширина како и Јупитеровата Голема црвена дамка.

- Орбита



Орбита на Нептун

На Нептун му се потребни 164,8 Земјини години да направи еден круг околу Сонцето, што значи дека направил само еден круг откако е откриен во 1846 год. Планетата е закосена во однос на нејзината орбитална рамнина за $28,3^{\circ}$, па додека кружи северниот и јужниот пол се насочуваат кон Сонцето.

Нептун е 30 пати подалеку од Сонцето отколку Земјата, а на таа оддалеченост дејството на Сонцето е 900 пати послабо. Независно од

оддалеченоста, оваа студена планета, сепак е под влијание на Сончевата топлина и светлина и очигледно постојат сезонски промени.

Набљудувањата од Земјата и со помош на вселенскиот телескоп “Хабл” покажуваат дека јужната хемисфера станала посјајна од 1980 год. досега и ова, заедно со постојаното зголемување на количеството, ширината и сјајноста на облачните облици со линии, се смета за показател на сезонските промени. Сепак, се потребни подолготрајни набљудувања за да се потврди дека е точен овој модел на сезоните. Промените се бавни, а сезоните се долготрајни. Денес на јужната хемисфера владее лето. Веднаш кога тоа ќе заврши, се очекува да настапи есен, а потоа и студена зима. Потоа по 40 год., ќе настапи пролет и со постепеното зголемување на температурата и сјајот, уште еднаш ќе дочека лето.

ПРОФИЛ НА НЕПТУН	
Средна оддалеченост од Сонцето	4,5 милијарди километри
Температура на најгорниот слој облаци	-200 °C
Дијаметар	49 532 km
Волумен (Земја = 1)	57,74
Број на месечини	13
Набљудување	Дури и на најголема магнитуда од 7,8, Нептун не може да се види со голо око. Со двоглед или мал телескоп може да се види како сјајна точка. Неговата долга орбита значи дека му се потребни повеќе години за да помине низ секое соѕвездие во Зодијакот.
Период на ротација	16,11 часови
Орбитален период (должина на една година)	164,8 Земјини години
Маса (Земја = 1)	17,1
Гравитација на најгорниот слој облаци (Земја = 1)	1,13

- Структура

Нептун има многу слична големина и структура како Уран и ниеден од нив нема многу цврста површина. Слично како неговиот внатрешен сосед, Нептун е премногу масивен во однос на неговата големина, па затоа се состои од само 15 % водород. Негова основна состојка е смесата од мраз од вода, амонијак и метан, што го претставува најголемиот слој на планетата. Магнетното поле на Нептун, што е закосено $46,8^\circ$ во однос на неговата оска на вртење, се создава во тој слој. Над него се наоѓа атмосферата. Тоа е тенок слој богат со водород, кој исто така има и хелиум и метан. Под слојот од вода и мраз се наоѓа мало јадро од карпи и можеен мраз. Границите меѓу слоевите не се јасно определени. Планетата кружи брзо околу својата оска, односно за 16,11 часови за едно вртење, па затоа Нептун има испупчен екватор. Дијаметарот на половите е 848 km помал од дијаметарот на екваторот.

- Атмосфера и клима

Нептун е необична планета. За планета толку оддалечена од Сонцето, има неверојатно раздвижена атмосфера, во која има големи бури и пребрзи ветрови. Топлината што Нептун ја добива од Сонцето не е доволна да постојат годишни времиња. Атмосферата, веројатно, се загрева одоздола, од внатрешен извор на топлина на Нептун и тоа е причината за поголемите промени во неа.



Бели појаси на Нептун

Белите појаси што ја опкружуваат планетата се состојат од облаци, што се создаваат кога загреаната атмосфера се подигнува, а потоа се кондезира, создавајќи облаци. Ветровите најсилно дуваат на екваторот, кога дуваат кон запад и достигнуваат неверојатни $2160 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, односно ветровите на Нептун

се три пати појаки отколку на Јупитер и девет пати појаки од ветровите на Земјата. Одвреме – навреме се појавуваат циновски облици, слични на бури, придружени од сјајни, високи облаци.

Еден од нив, Големата темна дамка, ја забележа “Војаџер 2” во 1989 год. Оваа бура била толку голема што можела да ја опфати цела Земја, се вртела спротивно од стрелките на часовникот и се движела

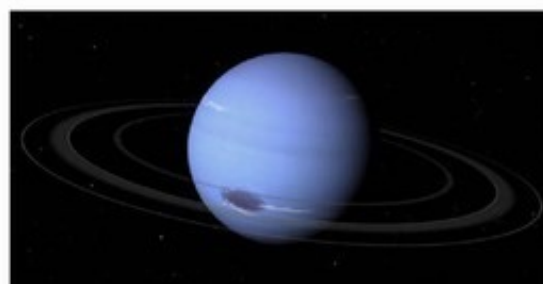
спрема запад со брзина од $1\,200 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Кога вселенскиот телескоп “Хабл”

бараше бура во 1996 год., таа беше исчезната.

- Прстени и месечини

Првото укажување дека Нептун има систем од прстени се појави во 80 – тите години на XX век, кога се забележа треперење на ѕвездите блиску до дискот на планетата. Изгледаше дека Нептун има прстенести лакови. Тајната беше решена кога “Војаџер 2” откри дека Нептун има систем од прстени со многу тенок надворешен прстен, во кој светлината на ѕвездите не се затемнува, но има три густе области каде што доаѓа до затемнување.

Нептун има 5 распрскани, но целосни прстени, набљудувани од надворешниот прстен Адамс, тие се: Араго, Ласел, Ле Верие и Гале. Шестиот безимен делумен прстен се наоѓа во прстенот Адамс.



Прстени на Нептун

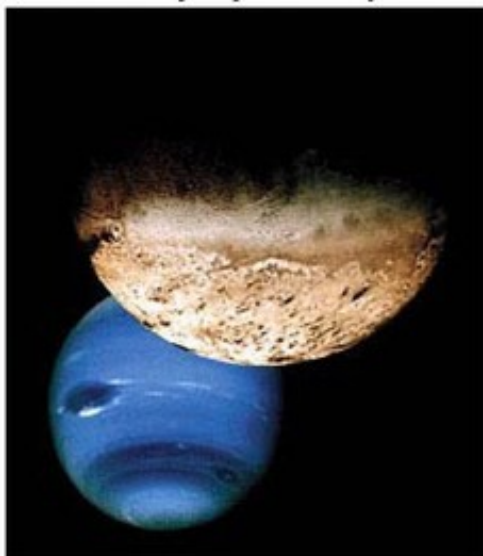
Прстените се состојат од мали парчиња и имаат непознат состав, а заедно би составиле тело што се простира на само неколку километри. Се смета дека материјалот потекнува од соседните месечини.

Од вкупно 13 месечини на Нептун, 4 се наоѓаат во системот од прстени. Една од месечините, Галатеја, го спречува материјалот од лакот еднакво да се распореди околу прстенот Адамс. Само една од 13 месечини, Тритон, има забележлива големина. Тритон и Нереида беа откриени уште пред да постојат вселенски сонди. Од 2002 год., досега се откриени 5 мали месечини, а веројатно ќе се откријат нови месечини.

Нептун има само една голема месечина – Тритон. Сите негови други месечини се мали и може да се опишат како внатрешни или надворешни месечини во зависност од тоа дали се поблизу или подалеку од Нептун во однос на Тритон. “Војаџер 2” во 1989 год. откри 6 внатрешни месечини. Месечините имаат имиња според ликовите поврзани со римскиот бог на морето, Нептун, или неговиот грчки пандан Посејдон.

Некои од внатрешните месечини се: Лариса, Протеј, а покарактеристични надворешни месечини се: Нереида, S/2002 N1.

Голема месечина е *Тритон*. Тритон е најголемиот сателит на Нептун, откриен е во 1848 год. од Вилијам Ласел, само 17 дена по откривањето на Нептун. Месечината е наречена Тритон, според името на синот на богот на морето Посејдон. По 143 години “Војадер 2” испрати податоци за оваа ледена месечина. Тоа е многу интересно, затоа што се движи ретроградно (назад) околу кругот во спротивната насока од онаа со која врти Нептун. Можеби ова е доказ за нејзиното потекло.



Месечина на Нептун Тритон

Тритон, веројатно, бил создаден на некое друго место во Сончевиот систем и бил привлечен од Нептун. Површинската температура е околу -236°C и е едно од најстудените тела во Сончевиот систем. Тритон има ретка атмосфера се состои главно од азот и метан. Над површината на висина од околу 6 km има магла, која најверојатно, во помала мера, се состои од азот и метанов мраз.

Има ветрови кои дуваат со брзина од $5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. Површината е составена од воден мраз покриен со мраз од азот и метан. Рамен е и нема висорамнини или големи кратери. Интересен го прави јужната поларна капа која има розова боја, која најверојатно потекнува од азотов мраз и снег. Во поларниот регион се забележани и активни азотни гејзери. Се претпоставува дека 20 - 30 m под површината има појас на течен азот, кој доколку се подигне на површината, поради намалениот притисок, експлозивно се шири и распрскува во форма на мраз и гас, со брзина до $150 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Тритон постепено се приближува до Нептун се додека не дојде поблиску и не се судри со планетата, што веројатно ќе се случи до отприлика 100 милиони години. Како последица на тоа веројатно ќе се создадат огромни прстени околу Нептун.

3.12. ЦУЦЕСТИ ПЛАНЕТИ

Во Сончевиот систем има три цуцести планети. Најпознатата планета е Плутон, што беше групирана во планетите од нејзиното откривање во 1930 до 2006 год. Статусот на планета беше разнишан со откривањето небесни тела во Куперовиот појас во 90 - тите години на XX век. Откако беше откриено тело поголемо од Плутон, астрономите се согласија за нова класификација на небесните тела – цуцести планети. Засега, тука се вбројува Плутон, небесното тело од Куперовиот појас Ерида и астеронидот Керера.

- *Плутон*

Плутон веќе не е планета. Поточно на 22 Август 2006 година, меѓународната Астрономска унија одлучи дека Плутон не може да се смета за планета и го промени неговиот статус во еден нов вид на транс-нептуински објекти, планета-цуце. До тогаш, Плутон беше најдалечна планета во Сончевиот систем, а исто така и најмалата планета. Пронајден е врз основа на пресметка, слично како и Нептун. Тој е единствената (поранешна) планета која не ја посетило некое вселенско летало.

Плутон е именуван по богот на подземјето во римската митологија. Откриен е на 18 февруари 1930 год. од Клајд В. Томбо од опсерваторија во Аризона. Наскоро се покажа дека Плутон е премногу мал за да може да внесе пореметувања во орбитата на други планети, па така останува нејасно што предизвикува некои неправилности во движењето на Уран и Нептун.



Плутон

Плутон е еден од осамените јавачи во Сончевиот систем – неговата средна оддалеченост од Сонцето е 5,9 милијарди километри. Тоа е студен свет составен од карпи и мраз, а површинската температура е околу -230°C .

Нема многу прецизни податоци за Плутон, првото вселенско летало што ќе го посети ќе стигне дури во 2015 год. Сепак, во текот на неколку децении астрономите забележуваат разлики во однос на неговите соседни планети. Плутон е мал – има дијаметар од само 2 304 km, а маса $\frac{1}{400}$ од масата на Земјата. Неговата орбита речиси

воопшто не е кружна и е накосена за $17,1^{\circ}$ во однос на рамнината на планетите. Во текот на 20 години од неговата орбита, која трае 248,6 год., тој е поблизу до Сонцето од Нептун. Неговата оска на вртење отстапува од вертикалата за 122° , што значи дека Плутон се врти во спротивна насока од Земјата. Атмосферата на Плутон е богата со азот, која поради слабата гравитација брзо се губи и се надополнува со испарувањата на површинскиот мраз. Неговата најголема месечина, Харон, има дијаметар околу 1 180 km. Плутон и Харон секогаш се свртени еден кон друг со истата страна. И едниот и другиот се вртат околу своите оски секои 6,38 Земјини денови, а Харон орбитира околу Плутон еднаш во текот на тој период. Уште две мали месечини, Никс и Хидра, се откриени во мај 2005 год.

- *Други џуцести планети*

Ерида, наречена според грчката божица на неслогата и војната, е најголемата позната џуцеста планета. Иако е поголема од Плутон, нејзината големина, сепак, е недоволно позната, се проценува дека големината на нејзиниот дијаметар се движи меѓу 2 400 km и 3 000 km. Кога беше откриена, беше најоддалечениот објект некогаш вииден во орбита околу Сонцето – речиси 10 милијарди километри. Потребни и се 560 години да исполни едно патување по нејзината издолжена и многу накосена орбита. Се смета дека Ерида е составена од карпи и мраз и дека има замрзната површина.

Керера, со дијаметар од само 960 km орбитира околу Сонцето секои 4,6 години во главниот појас од астероиди. Таа е првооткриен (во 1801 год.) и најголем познат астероид. Главно е составена од карпи, но содржи и значително количество воден мраз. Поради големината и масата таа е топчеста и слично како цврстите планети, има издиференцирана внатрешност, погустниот силикатен материјал се наоѓа во нејзиното јадро, а полесните минерали и мразот се поблизу до површината.

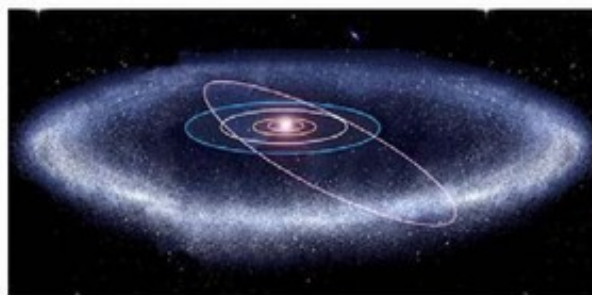
Плутон, Ерида и Керера се единствените познати џуести планети, но има и други потенцијални џуести планети, а се очекува во иднина да се откријат уште повеќе.

3.13. КУПЕРОВ ПОЈАС И ОРТОВ ОБЛАК

Дисковидниот појас со ледени тела слични на комети го опкружува планетарниот простор на Сончевиот систем. Наречен е Куперов појас, истиот почнува да се простира зад орбитата на Нептун, а на повеќето од неговите членови им се потребни 250 год. да направат една орбита околу Сонцето. Се верува дека целиот Сончев систем е опкружен од огромен симетричен облак од комети, наречен Ортов облак. Кометите понекогаш имаат закосени и издолжени орбити, кои се протегаат на половина пат до најблиските ѕвезди.

– Куперов појас

Краткопериодичните комети (комети со период на орбитирање под 200 години) најверојатно потекнуваат од Куперовиот појас. Тоа е регион зад Нептун во кој орбитираат најмалку 70 000 мали објекти.



Куперов појас

Овој појас е лоциран од 30 AU до 100 AU оддалеченост од Сонцето. Таму процесот на градење на планетите завршил пред да успеат да се оформат некои поголеми објекти, постојат само примитивни остатоци од раниот диск од кој се формирал Сончевиот систем пред 4,5 милијарди години.

Протегајќи се од околу 6 до 12 милијарди километри од Сонцето, овој појас претставува рамен диск од тела слични на комети.



Куперов појас

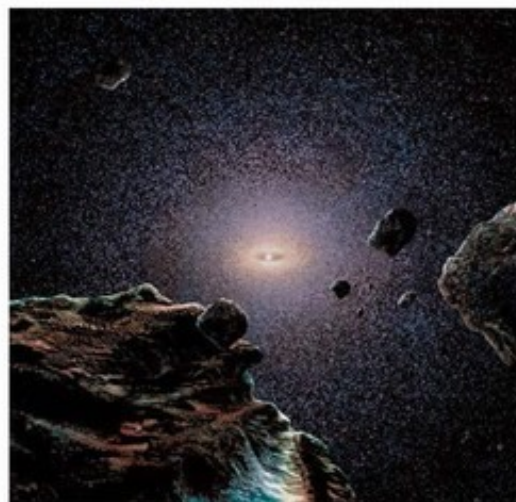
Најголемиот објект најден досега има дијаметар од околу 1 000 km. Објектите големи околу 100 km се бледи и многу тешко се откриваат. Сепак, такви објекти има многу и тие се главниот извор на краткопериодичните комети. Хејрон е член на групата објекти наречени Кентаури за кои се верува дека се заробени во Куперовиот појас. Куперовиот појас има облик на тркало и се протега далеку зад орбитата на планетата Нептун, а орбитата на Плутон зафаќа поголем дел од појасот.

- Ортов облак

Ортовиот облак е сферна обвивка од камења и прашина која го опкружува Сончевиот систем. Се хипотетизира дека кометите од Ортовиот облак се одговорни за големите периодични истребувања на некои живи организми на Земјата.



Ортов облак и Куперов појас



Ортов облак

Иако го откриле ирскиот астроном Кенет Еџворд во 1943 год. и Џерард Купер во 1951 год. неговото постоење беше потврдено дури во 90 – тите години од XX век кога беше откриен објект наречен 1992 QB1. Во 2002 год. беа пронајдени над 600 објекти.

Овој облак е топчест резервоар на долгопериодични комети, кои ги заменуваат кометите што биле уништени во внатрешниот Сончев систем. По создавањето на надворешните планети, многу комети биле распрскани низ просторот и главно биле под влијание на Нептун. Се движеле по орбити што ги воделе кон ѕвездите. Некои од нив му се придружиле на галактичкиот диск, а другите на внатрешниот Сончев систем. Тие што останале создале голем топчест облак со радиус 1,6 светлосни години, кој првпат го открија астрофизичарот со естонско потекло Ернст Опик и холандскиот астроном Јан Орт пред околу 50 години. Овој облак го раздвижуваат соседните ѕвезди, во моментот најблиската ѕвезда е оддалечена 4,2 светлосни години. Некои комети излегуваат од облакот, а други се потиснати во внатрешниот Сончев систем, каде што почнуваат да се распаѓаат. Од оваа гледна точка тие се долгопериодични комети, а нивните орбити се толку издложени што изгледаат параболично. Се смета дека Ортовиот облак има над 1 трилион комети. Денес масата на Ортовиот облак е неколку пати поголема од масата на Земјата.

3.14. АСТЕРОИДИ

Астероидите се остатоци од неуспешен обид да се создаде цврста планета, што би била 4 пати помасивна од Земјата. Тие се суви, правливи небесни тела и премали за да имаат атмосфера. Открени се над 200 000 астероиди, иако се претпоставува дека има над 1 милијарда. Астрономите што ги откриваат астероидите имаат право да им го дадат своето име.

Астероидите се делат според позицијата во Сончевиот систем:

- Блиски астероиди на Земјата: оние чија орбита е многу блиска со Земјината;
- Атенци: главната полуоска им е помала од 1 AU, а растојанието во афел им е поголемо од 0,983 AU;
- Аполони: главната полуоска им е поголема од 1 AU, а растојанието во перихел им е помало од 1,017 AU;
- Амори: перихелот им е на растојание од 1,017 до 1,3 AU;

- Тројанци: се наоѓаат во Лагранжовите точки на Јупитер. Познати се неколку стотини такви, но се претпоставува дека ги има повеќе од илјада. Чудно е тоа што ги има многу повеќе во предната, одколку во задната Лагранжова точка.

Откриени се астероиди т.н. Кентаури, кои што ги сечат орбитите на надворешните планети. Нивните орбити се нестабилни и со сигурност во иднина тие ќе се променат. Составот им е многу сличен со кометите од Куперовиот шојас, па затоа се смета дека токму тие некогаш биле исфрлени од Непутн кон џиновските планети. Најголемиот од нив Хирон е околу 170 km во дијаметар, 20 пати поголем од јадрото на Халеевата комета.

- Орбити

Повеќето астероиди се откриени во просторот наречен Главен појас што се наоѓа меѓу Марс и Јупитер, околу 2,8 пати подалеку од Сонцето одколку од Земјата. За нив е својствено што им се потребни 4 до 5 години да направат еден круг околу Сонцето. Нивните орбити се малку елиптични и малку закосени. Иако сите астероиди кружат во иста насока, често пати доаѓа до судири со брзина од неколку $\frac{\text{km}}{\text{s}}$. Со текот на времето астероидите се распарчуваат. Некои астероиди се заробени во необични орбити. Групата Тројанци има ист орбитален период како Јупитер и се наоѓа 60° пред планетата или 60° зад планетата. Групите астероиди Амор и Аполон (наречени според одделни астероиди) имаат патеки кои ги пресечуваат орбитите на Марс и Земјата. Астероидите Атен имаат толку мали орбити што поголемиот дел од времето го поминуваат во орбитата на Земјата. Овие три групи се групирани блиску до Земјата. Тие може да бидат опасни, зашто може да се судрат со Земјата и да предизвикаат голема штета. За среќа тоа се случува многу ретко.

- Состав

Непосредно по создавањето на Сончевиот систем постоеле неколку астероиди големи речиси колку Марс. Радиоактивното распаѓање на елементите во карпите на астероидите довело до топење на овие големи тела, а додека биле во течна состојба поради гравитацијата добиле топчест облик. Оттогаш многу од нив се распарчиле или биле преобликувани поради судири со други астероиди.

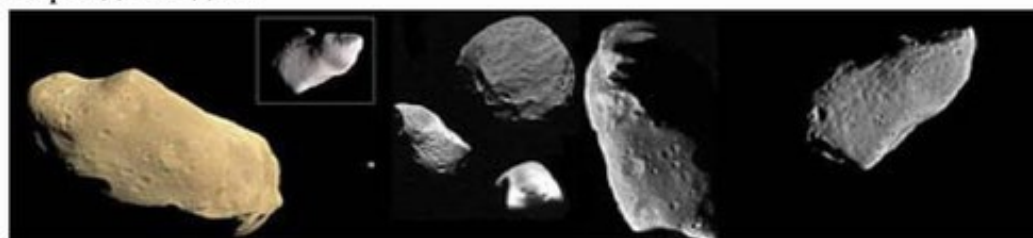
Помалите астероиди, што се изладице побрзо од големите не ја достигнале температурата на топење и имаат состав од карпи и метал и неправилен облик. Постојат три главни групи астероиди групирани според составот. Повеќето од нив се јаглеродни (тип С) или силикатни (тип S). Следната најпозната група е составена од метали (тип М). Овие групи се во тесна врска со јаглеродните метеорити, со метеорите од карпи и железо и со железните метеорити.

- *Судири*

Последицата од судирот меѓу астероидите зависи од големината на телата што учествуваат во него. Ако многу мал астероид удри во поголем астероид ќе создаде кратер на неговата површина. Тој кратер ќе биде 10 пати поголем од големината на телото што го создало. Бидејќи астероидите се многу помали од планетите, исфрлениот материјал од кратерот многу ќе се оддалечи и ќе влезе во независна орбита околу Сонцето. Оваа орбита ќе биде многу слична со орбитата на судрениот астероид, па затоа ќе постои голема можност исфрлениот материјал повторно да го удри астероидот. Ако астероидот го удри поголемо тело, тој може да се распарчи. При тоа се создава толку многу енергија, што распарчените парчиња не можат да го избегнат гравитационото поле, па затоа ќе се вратат назад и ќе создадат неправилна топка од распарчен материјал. Следните помали удари ќе ја распарчат површината, покривајќи го астероидот со карпест, правлив слој. Обичен набљудувач не би можел да забележи дека астероидот е распарчен. Ако астероидот се судри со поголемо тело тој ќе биде распарчен, но и парчињата ќе се распрснат во просторот. Од нив ќе се создаде група астероиди што ќе се движат во орбитата околу телото од кое потекнуваат.

- *Примери на астероиди*

Во 1801 год. бил откриен првиот астероид Керера. Тој е и најголемиот астероид досега со маса од 25 % од масата на сите астероиди заедно.



Астероид Ида

Астероиди

Астероид Гаспра

Познати се следните астероиди: 951 Гаспра, 5535 Ана Франк, 4179 Тутатис, 4 Веста, 253 Матилда, 243 Ида, 433 Ерос и.т.н.

3.15. КОМЕТИ

За разлика од другите мали тела во Сончевиот систем, кометите се познати уште во антиката. Постојат стари кинески записи за Халеевата комета кои датираат од 240 година п.н.е.

Кометите создаваат впечатлива глетка на небото, кога влегуваат во Сончевиот систем. Нивните мали јадра се опкружени со сјајен облак или кома од прав и гас, со дијаметар од околу 100 илјади километри. Големите комети што се доближуваат до Сонцето, исто така создаваат долги сјајни опашки, кои може да се протегаат повеќе милиони километри во просторот и доволно се сјајни за да може да се видат на небото.

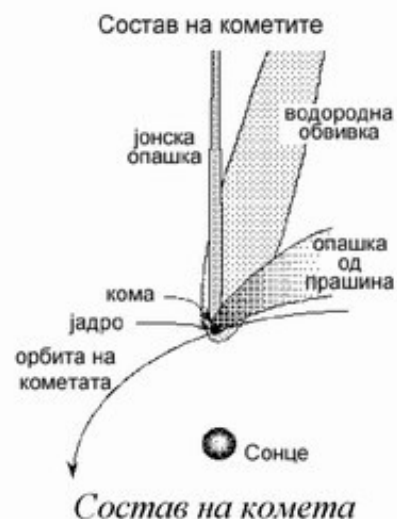
Орбитите на кометите се поделени во две класи. Краткопериодичните комети кружат околу Сонцето во иста насока со планетите. Повеќето имаат орбитални периоди од 7 години и не се оддалечуваат од Сонцето повеќе од Јупитер. Ако останат во овие мали орбити многу бргу ќе се распадат. Некои од нив ќе ги отфрли Јупитер во многу поголеми орбити, а потоа веројатно, повторно ќе бидат заробени. Среднопериодичните и долгопериодичните комети имаат орбитален период подолг од 20 години. Нивните орбитални рамнини повремено се закосуваат во однос на рамнината на Сончевиот систем. Многу од овие комети минуваат огромни растојанија во меѓусвездените простори. Повеќето од откриените комети доаѓаат близу до Сонцето, каде што им се создаваат кома и опашки, па може лесно да се откријат. Постои огромен број комети во многу оддалечени орбити, кои се премногу бледи за да може да се откријат.

- Структура и циклуси на кометите

Структурата на кометите е многу разновидна и динамична, но сите создаваат околу себе облак од дифузен материјал, наречен кома, која расте во големина и осветленост како што кометата се приближува до Сонцето. Вообичаено, малото светло јадро, помалку од 10 km во

дијаметар, е видливо во средината на комата. Комата и јадрото заедно ја сочинуваат главата на кометата. Како што се приближува до Сонцето, се создаваат огромни опашки од луминисцентен материјал кој се протега со милиони километри од главата во насока спротивна од Сонцето. Кога е далеку од Сонцето, јадрото е многу ладно, поради што тоа е замрзнато.

Во оваа фаза кометите некогаш се нарекуваат “валкани санти мраз” или “валкани снежни топки”, бидејќи над половина од составот им е мраз. Кога кометата се приближува на неколку астрономски единици од Сонцето, површината на јадрото започнува да се загрева и испарливите материјали започнуваат да испаруваат. Испарените молекули со себе носат мали цврсти честички формирајќи ја комата на кометата од гасови и прашина.

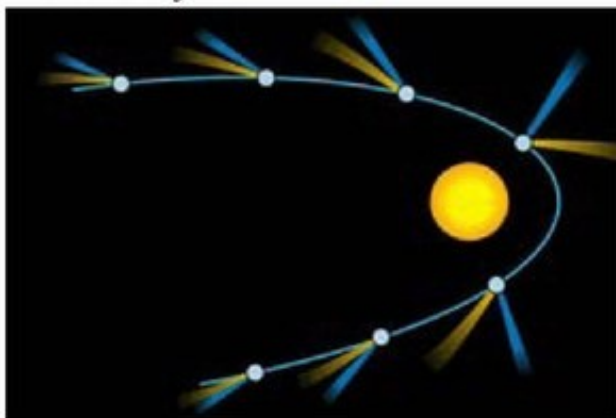


Кога јадрото е замрзнато, тоа може да се забележи преку светлината која ја рефлектира. Сепак, кога се создава комата, прашината рефлектира повеќе светлина, а гасот во комата апсорбира ултравиолетова светлина и станува флуоресцентна. На околу 5 AU од Сонцето, флуоресценцијата вообичаено станува појака од рефлектираната светлина.

Како што кометата апсорбира ултравиолетова светлина, хемиските процеси ослободуваат водород, кој го напушта слабото гравитационо поле на кометата и формира обвивка од водород. Таа не може да се забележи од Земјата бидејќи нејзината светлина се апсорбира од атмосферата, но може да се забележи од вселенски летала.

Сончевото зрачење и Сончевиот ветер ги забрзуваат материјалите во насока спротивна од главата на кометата со различни брзини според големината и масата на честичките. Затоа, релативно масивните опашки од прашина се забрзуваат бавно и имаат тенденција да се закриват. Должината може да им достигне до 10 милиони километри. Јонската опашка е многу помалку масивна и се забрзува толку многу што личи на скоро права линија која се простира спротивно

од Сонцето, а може да достигне и големина од 250 милиони километри (1,6 AU). Плазмената (јонската) опашка е тенка и има сина боја, а опашката, составена од микроскопски честички прашина е поширока и има бела боја.



Патека на комета

Секој пат кога кометата се доближува до Сонцето, губи дел од испарливиот материјал (отприлика има “гориво” за 500 доближувања до Сонцето). Затоа, порано или подоцна, таа станува само уште една обична карпа во Сончевиот систем.

Од тие причини, од космолошка гледна точка за кометите се вели дека имаат кус живот. Многу научници веруваат дека некои астероиди се поранешни јадра на комети, комети од кои испариле сите испарливи честички.

- Примери на комети

На работ на Сончевиот систем има милијарди комети, но само неколку биле набљудувани затоа што се доволно сјајни на небото, кога се движат во внатрешниот Сончев систем и му се приближуваат на Сонцето. Моментно, забележани се речиси 900 комети, а пресметани се и нивните орбити. Околу 200 каталогизирани комети се периодични, чии орбитални периоди траат помалку од 20 години (краткопериодични) или меѓу 20 и 200 години (среднопериодични).

Денес се познати релативен голем број на комети. Кометите ги носат имињата на откривачите (прв кој ја видел, или пак имињата на неколку луѓе, доколку откривањето настанало независно и временски приближно истовремено). На почетокот, кометите со името на потенцијалниот откривач носи и ознака на годината на откривањето, мала буква која покажува која е таа по ред откриена комета во одредената година (пример: комета Леви 1990с значи дека кометата е откриена во 1990 година и дека се работи за третата откриена комета таа година). Потоа, откако се одреди патеката на кометата и се докаже дека кометата не е порано позната, со името на откривачот и годината на

откривањето, со римски број се означува годишниот редослед по поминувањето на перихел. Пример: 1974 XII значи дека е дванаесетта по ред комета, која таа година го поминала периодот на перихел. Постојат комети кои не го носат името на своите пронаоѓачи. Станува збор за познати комети кои името го добиле спрема луѓето кои ги одредиле нивните патеки или дошле до научни откритија поврзани за истражувањето на кометите (пример: Халеева комета и кометата Енке).

Најпознати комети се: Халеевата комета, Икеа – Секи, Свифт – Татл, Цакобини – Цимер, Шумејкер – Леви и др.

Име	Откривање	Последна посета	Следна посета	Период (години)
Биела комета	1772	1852	распадната	6,62
Енке комета	1786	2000	2013	3,28
Фаје комета	1843	2007	2015	7,34
Хале-Боп комета	Јули 23, 1995	1997	4377	2380
Халеева комета	240 п.н.е.	1986	2061	76
Хиакутаке комета	Јануари 30, 1996	1996	31 496	29 500
Кохоутек комета	Март 7, 1973	1973	76 973	75 000
Свифт-Тутл	Јули 16, 1862	1992	2126	околу 130

Халеевата комета за прв пат била забележана 240 год. п.н.е. со орбитален период од околу 76 години и најмала оддалеченост од Сонцето од 88 милиони километри. Анализата на нејзината орбита покажа дека била забележана 30 пати. Прв пат била забележана во кинеските историски дневници. Последен ден се појави во 1986 година, а ја посетија 5 вселенски летала. Во тоа време само 10 % од површината емитуваше гас и прав. Во просек кометата губи површински слој длабок 2 m и тоа секогаш кога минува низ внатрешниот Сончев систем. На овој начин кометата ќе постои уште 200 000 години.



Халеева комета



*Комета
Хиакутаке*



Комета WEST 1975A

3.16. МЕТЕОРИ И МЕТЕОРИТИ

Астероидите кои се на колизиона патека со Земјата се наречени метеороиди. Кога метеороид паѓа во атмосферата со голема брзина, при триењето тој се забавува создавајќи светла линија позната како метеор. Ако метеороидот не согори сосема, она што останало паѓа врз Земјата е се нарекува метеорит. Ако метеоритот е многу голем ќе создаде и кратер. Секој ден се создаваат околу 1 милион видливи метеори.

- Метеориди

Повеќето правливи метеориди од кои се создаваат видливите метеори доаѓаат од распаднатата површина на јадрото на кометата. Кога една комета е блиску до Сонцето, нејзината површина се вжештува и снегот под површината се преобразува во гас. Тој гас се одвојува и ја раскршува површината на кршливото правливо јадро и ги исфрла ситните правливи честички надвор од кометата. Тоа се правливи метеориди и имаат брзина малку поразлична од брзината на кометата. Поради тоа имаат и малку поразлични орбити, а со текот на времето создаваат група честички околу орбитата на кометата. Оваа група се дополнува со нови метеориди секогаш кога кометата поминува покрај Сонцето. Во внатрешниот Сончев систем има многу вакви групи.

Густите групи ги создаваат големи комети што доаѓаат близу до Сонцето. Групата од неколку метеориди ги создаваат помалите и пооддалечените комети. Додека Земјата кружи околу Сонцето, постојано поминува низ овие групи метеориди судирајќи се со некои од нив. На некои роеви од метеори кои настануваат од метеоридите што се појавуваат во одредено време од годината им се даваат имиња како на ројот Леониди.



Леониди

- Метеори

Тоа се мали тела што се судираат со атмосферата на Земјата и целосно се уништуваат. Ако телото што навлегува во Земјината атмосфера има маса меѓу 30 kg и 10 000 t, само површинските слоеви се губат кога влегува во атмосферата, таа го забавува телото што доаѓа се додека не постигне брзина од над $150 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Остатокот од средиштето на телото паѓа на површината. Парчето од телото што се зачувало зависи од неговата почетна брзина и од составот. Метеорит е всушност метеор кој успева да падне на површината на Земјата.

- Удар на метеорити

Атмосферата на Земјата ја штити површината од огромниот број небесни тела што доаѓаат од вселената. Типичната брзина на телото најгоре во атмосферата е околу $72\,000 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, а површината на метеорот брзо се загрева и почнува да согорува како последица од загревањето на воздушните молекули при оваа брзина. Обично телото е толку мало што целосно согорува. Делови на тела со средна големина успеваат да се одржат и паѓаат како метеорити.

Врз многу големо тело со маса над 100 000 t, атмосферата не може да влијае. Таквото тело се пробива низ гасот и силно удира на површината на Земјата, а при тоа прави кружен кратер кој е обично 20 пати поголем од неговата големина. Поради огромната енергија што се создава, поголемиот дел од телото испарува и се создаваат сеизмички ударни и експлозивни бранови.

Огромниот земјотрес ќе ги сруши сите дрва на оддалеченост од неколку километри. Околната атмосфера достигнува високи температури предизвикувајќи големи пожари. Ако ударот се случи во океан ќе се создадат цунами. На секои 500 илјади години на Земјата се создава кратер со дијаметар од 20 километри.



Кратер во Аризона

Најдобар начин да се најдат метеорити е да се проучуваат глацијалните полиња со мраз или песочните пустини. Идеални места се областите со син мраз на Антарктикот и на рамнината Нуларбор во Австралија. Од 1976 год. експедиции од САД, Европа и Јапонија бараат метеорити на Антарктикот, а беа пронајдени илјадници видови примероци. Многу од нив се од еден метеорит, поради распарчувањето на телото додека поминувало низ атмосферата на Земјата.

- Примери на метеорити

Метеоритите се главно парчиња од астероиди кои од вселената паднале на Земјата. Ретки се метеоритите кои доаѓаат од Марс и Месечината. Некои од метеоритите се составени од првиот материјал од кој во почетокот биле создадени цврстите планети. За научниците тие се доказ за условите во текот на кои се создал Сончевиот систем. Метеоритите обично се наречени според имињата на местата каде што паднале. Попознати места каде што паднале вакви тела се: езерото Тагиш во Канада, Кањонот Дيابло во Аризона, Алијенде во Мексико, Глатон во Велика Британија, Енсисхајн во Франција, Накла во Египет, Мундрабила во Австралија и.т.н.



Примери на метеорити

4. МЛЕЧЕН ПАТ



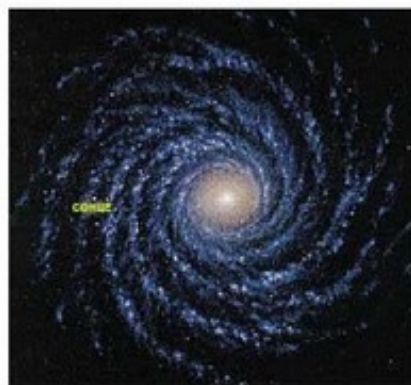
4. МЛЕЧЕН ПАТ

*“Природата не ги открива своите тајни
така лесно, одеднаш и на секого”*

Сенека

4.1. ОСНОВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА МЛЕЧНИОТ ПАТ

Млечниот Пат има спирален облик. Сонцето и системот од планети се на половина пат од средиштето, на работ на една од спиралните гранки. Сонцето е една од околу 100 милијарди ѕвезди од кои е составен Млечниот Пат, релативно голема спирална галаксија, која почнала да се создава пред околу 13,5 милијарди години.



Млечен пат

Илјадници години луѓето се прашувале за значењето на бледиот бел појас што се протега на небото. Млечниот Пат е осветлен со светлината од милион ѕвезди што се наоѓаат во дискот на галаксијата. Во него има ѕвезди во секоја етапа од нивното создавање, огромни облаци од меѓуѕвезден материјал, што го содржат основниот материјал за создавање на ѕвездите, до непознатите ѕвездени црни дупки, неутронските ѕвезди и белите џуџиња како крајна етапа на постоењето на една ѕвезда. Поголемиот дел од видливата маса на Млечниот Пат се состои од ѕвезден материјал, но околу 90 % од неговата вкупна маса е



Млечен пат

составена од невидлива темна материја што сеуште претставува тајна. Набљудуван од Земјата, Млечниот Пат претставува блескава патека составена од ѕвезди и гас, засводувајќи го вечерното небо.

- Географија на Млечниот Пат

Во средишниот дел на Млечниот Пат има црна дупка со маса од околу 3 милиони маси на Сонцето. Ова јадро на галаксијата е опкружено со испушчување од ѕвезди што се повеќе се згуснува кон средиштето. Тоа создава елипсоид од 6 000 до 15 000 светлосни години кој се протега во рамнината на Млечниот Пат.



Средиште на Млечниот пат

Во рамнината се наоѓа дискот што го содржи поголемиот дел од материјата на галаксијата. Младите ѕвезди прават спирална шара. Околу испушчувањето и дискот има топчесто хало во кое се наоѓаат околу 200 глобуларни јата, па така тоа може да биде опкружено со темно хало – круна. Галаксијата Млечен Пат има дијаметар од околу 100 000 светлосни години. Сонцето се наоѓа на околу 25 000 светлосни години од средиштето.

Млечниот Пат изгледа како огромна вртелешка, а поголемиот дел од светлината доаѓа од спиралните гранки што излегуваат од испушчувањата во средишниот дел. Всушност, материјалот во спиралните гранки е само малку погуст од материјата во другиот дел на дискот. Причина за ова, е тоа што ѕвездите што се наоѓаат во краците се помлади и затоа се посјајни. Се верува дека два механизми ја создале спиралната структура на Млечниот Пат. Густинските бранови, веројатно предизвикани од гравитациско привлекување од другите галаксии се брануваат низ дискот, создавајќи бранови со малку погуст материјал кои поттикнуваат создавање ѕвезди. Додека ѕвездите не станат доволно сјајни, за да станат дел од спиралната шара, густинските бранови веќе се движат во дискот и почнуваат нови процеси на создавање ѕвезди, а младите ѕвезди стареат и бледнеат. На крај, масивните ѕвезди експлодираат во вид на супернови и испраќаат ударни бранови кои исто така минуваат низ материјалот од кој се создаваат ѕвездите и поттикнуваат натамошно создавање ѕвезди.

Галаксијата ротира различно, ако објектите се поблиску до средишниот дел им треба помалку време да направат една орбита. Сонцето се движи околу галактичкиот средишен дел со брзина околу $800\,000 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, па затоа му се потребни 225 милиони години за да направи една орбита. Во многу митови се споменува создавањето на Млечниот Пат. Во грчката митологија, Херкул бил вонбрачен син на Зевс и на смртничката Алкмена. Се верува дека кога жената на Зевс го доела Херкул слушнала дека тој е син на Алкмена и го оттргнала од нејзината града, така да нејзиното млеко истекло меѓу ѕвездите.

- Структура на Млечниот Пат

Структурата на Млечниот Пат ја определуваат неговите најголеми гранки. Секоја од нив е наречена според името на созвездието. Најсјајната гранка се наоѓа во созвездието Стрелец, а надвор од него се наоѓа галактичкото јадро. Сончевиот систем се наоѓа близу до внатрешниот раб на гранката Орион. Сите гранки се протегаат во рамнина дефинирана од галактичкиот диск. Јадрото создава испупчување во средишниот дел, а глобуларните јата кружат над и под него во хало - областа.

Во Млечниот Пат ѕвездите се групирани во две групи, наречени популации и се засноваат врз староста и хемискиот состав. Првата популација се состои од најмлади ѕвезди, богати со тешки елементи. Овие елементи главно ги создаваат ѕвездите, а ѕвездите од оваа популација се создаваат од материјали што ги испуштаат постојните ѕвезди. Во Млечниот Пат повеќето ѕвезди од првата популација се протегаат во галактичкиот диск, а таму обилува материјата која е потребна за нивното создавање. Свездите од втората популација се постари и немаат метали. Главно се наоѓаат во халото, но и во испупчувањето. Повеќето ѕвезди се наоѓаат во глобуларните јата, каде што сите материјали потребни за создавање ѕвезди се потрошени и каде не се создаваат нови ѕвезди.

- Меѓуѕвездена средина

Тоа е средината што го зафаќа просторот меѓу ѕвездите и главно се состои од водород во различни состојби, зрна и прав.

Водородот претставува околу 10 % од масата на Млечниот Пат и се наоѓа во галактичкиот диск. Меѓутоа, не е еднакво распределен. Има

облаци со погуст материјал каде што се создаваат ѕвездите и области каде што се наоѓа материјалот исфрлен од ѕвездите. Внатре во меѓуѕвездената средина има различни температури. Во постудените области на околу $-260\text{ }^{\circ}\text{C}$ водородот се наоѓа во вид на молекуларни облаци. Тие студени облаци содржат и други молекули освен водород, а создавањето на ѕвездите се случува таму каде што ваквиот вид облаци колапсираат. Исто така има облаци со неутрален водород во кои температурата се движи од -170 до $730\text{ }^{\circ}\text{C}$, а во областите со јонизиран водород, вжештен од ѕвездите има температура од околу $10\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Зрната прав претставуваат околу 1 % од галактичката маса и се наоѓаат во средиштето. Тие се главно ситни цврсти зрна со дијаметар од 0,01 до 0,1 μm и се составени од јаглерод, силикати (соединенија од силициум и кислород) или железо со обвивки од вода и амонијак од мраз. Во постудените облаци веројатно тие се составени од јаглероден диоксид во цврста состојба.

Космичките зраци се пробиваат низ Млечниот Пат. Тие претставуваат високоенергетски честички, поставени спирално по линиите на магнетното поле. Космичките зраци главно се јони и електрони и се наоѓаат во важен дел од меѓуѕвездената средина. Тие создаваат притисок што може да се спореди со притисокот на меѓуѕвездениот гас.

Ѕвездите се важен фактор во составот на меѓуѕвездената средина, затоа што ја збогатуваат со тешки метални елементи. Експлозијата на супернова е единствениот механизам што создава елементи потешки од железото.

Темните маглини се студени облаци од прав и молекуларен облик на водород. Тие може да се видат оптички само кога се наоѓаат во близина на посјајна позадина, затоа што впираат светлина и ја пренесуваат енергија во облик на инфрацрвени бранови должини. Ѕвездите се создаваат кога темните маглини ќе колапсираат.

Галактичките магнетни полиња се слаби полиња, кои веројатно се наоѓаат во рамнината на галаксијата, а нивната сила се зголемува кон средиштето. Тие се наоѓаат во иста линија со спиралните гранки, а се поместуваат поради случувања како што е колапсирањето на молекуларните облаци и суперновите.

- *Нашето соседство*

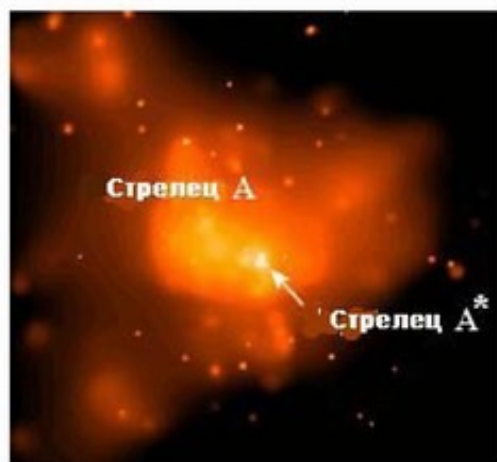
Сончевиот систем се наоѓа во една од помалку густите области на гранката Орион во Млечниот Пат. Тој се наоѓа во меур од жежок, јонизиран водороден гас поврзан со сид од постуден и погуст неутрален водород. Тој меур е дел од “ојак” што се протега низ дискот во галактичкото хало. Сончевиот систем минува низ материја што истекува од младите ѕвезди познати како група Скорпија – Кентаур што се протега кон меѓуѕвездениот облак (маса од густ ѕвезден гас). На оптички бранови должини густите слоеви од прав и гас го затемнуваат средишниот дел од галаксијата.

Сепак, најсјаниот радио извор на небото се наоѓа до средишниот дел на галаксијата во созвездието Стрелец. Овој извор е познат како Стрелец А и се состои од два дела. Се претпоставува дека Стрелец А Исто ке меур од јонизиран гас веројатно остаток од супернова. Стрелец А Запад е облак од жежок гас, а во него се наоѓа многу силен радио извор наречен Стрелец А*.

Стрелец А* веројатно нема орбитално движење и затоа се наоѓа во средиштето на Млечниот Пат. Неговиот радиус е помал од 2,2 милијарди километри (помал од орбитата на Сатурн), а орбиталните движења на облаците на гас околу него укажуваат дека таму има супермасивна црна дупка со околу 3 милиони маси на Сонцето. Во Стрелец А* има мала спирала издупчена на три места од жежок гас, со



Созвездие Орион



Стрелец А и А*

дијаметар од околу 10 светлосни години. Овој диск го опкружуваат постудени гас и прав и се нарекува Циркум-нуклеарен диск.

- Рабовите на Млечниот Пат

Околу дискот и средишното испупчување на Млечниот Пат има топчесто хало што има дијаметар над 100 илјади светлосни години. Во споредба со густината на дискот, густината на халото е многу мала, а со оддалечувањето од дискот станува уште помала. Во халото има околу 200 глобуларни јата, топчести групи на постари ѕвезди од втората популација. Во халото исто така има одделни ѕвезди од втората популација. Овие хало ѕвезди кружат во галактичкиот средишен дел по патеки што ги водат далеку од галактичкиот диск. Поради ова тие не го следат движењето на повеќето ѕвезди во дискот, а нивното релативно движење кон Сонцето е големо. Поради тоа, овие ѕвезди понекогаш се нарекуваат ѕвезди со голема брзина. Пресметувањето на масата на Млечниот Пат покажува дека 90 % од него е непознатата темна материја. Дел од оваа материја веројатно е составена од тела со мала сјајност, како на пример кафеавите џуџиња и црните дупки. Се верува дека поголемиот дел е составен од необични честички чија природа сеуште не е откриена. Халото се проширува внатре во круната, која се протега нанадвор, за да им се придружи на Магелановите Облаци – блиските соседи на Млечниот Пат во вселената.

4.2. СВЕЗДИ

Ѕвезда е масивно тело од јонизиран гас (главно водород), што произведува или произведувало енергија преку нуклеарна фузија. Масата на ѕвездата ги одредува нејзините својства, како на пример сјајност, температура, големина и нејзината еволуција со текот на времето. Во текот на нејзиното постоење таа достигнува рамнотежа, со урамнотежување на внатрешниот притисок во однос на гравитацијата.



Свезди

Свездите можат да се видат на небото како точки што треперат, заради ефектот на земјината атмосфера и нивното растојание од нас (коешто обично се мери во светлосни години). Сонцето е исклучок - тоа е единствената звезда доволно блиску до Земјата за да биде видлива како небесно тело составено од различни сфери.

Најблиската звезда до Сонцето, Проксима Кентаури, се наоѓа на приближно четири светлосни години од Сончевиот систем, односно 250 000 пати подалеку од Сонцето.



Проксима Кентаури

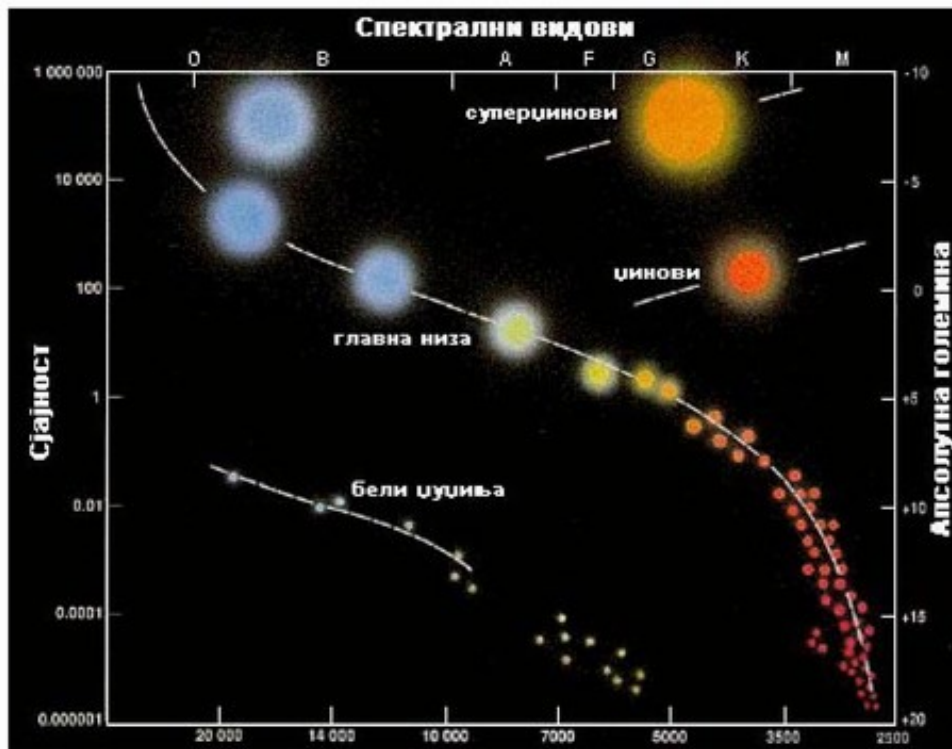
- **Што е звезда?**

Облак од меѓузвездена материја што колапсира се преобразува во звезда кога притисокот и температурата во неговото средиште ќе се зголемат и поради тоа ќе се појават нуклеарни реакции. Свездата го преобразува водородот од јадрото во хелиум и така ослободува енергија која излегува од свездата и зрачи во вселената. Ако не постоеше силата на гравитација, како противтежа, притисокот на енергијата што се ослободува би ја распрачил свездата. Кога овие сили се наоѓаат во рамнотежа свездата е стабилна, но само мало нарушување на таа

рамнотежа би довело до менување на состојбата на ѕвездата. Свездите имаат релативно ограничена маса, затоа што нуклеарните реакции не можат да се одржат на помалку од околу 0,08 маси на Сонцето, ниту кај ѕвездите со над 100 маси на Сонцето, бидејќи тогаш стануваат нестабилни. Циклусот на постоење на една ѕвезда и нејзината можна старост се непосредно поврзани со нејзината маса. Свездите со голема маса го согоруваат нивното гориво со поголема брзина и постојат многу пократко време од ѕвездите со мала маса.

- *X-P дијаграм*

X-P дијаграмот го добил името според данскиот астроном Ејнар Хертцшпрунг и американскиот астроном Хенри Расел. Хертцшпрунг – Раселовиот (X-P) дијаграм овозможува графичка илустрација на односот меѓу сјајноста, температурата на површината и радиусот на ѕвездите.



X-P дијаграм

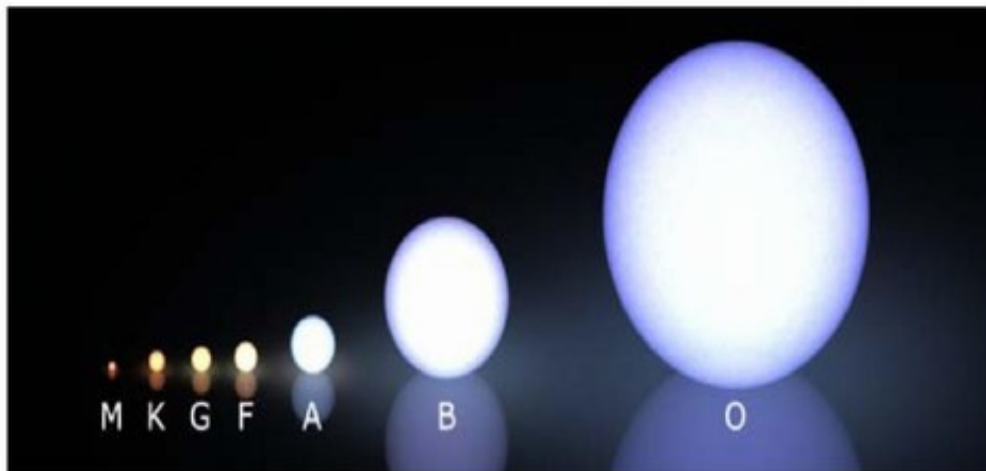
Независните изучувања на астрономите открија дека бојата на една ѕвезда и спектралниот вид ја одредуваат нејзината температура. Кога температурата на ѕвездите беше поврзана со нивната сјајност, било

забележано дека ѕвездите не се распоредени без никаков редослед, туку најчесто се наоѓаат во групи. Повеќето ѕвезди се наоѓаат во главната низа – закривена дијагонална линија на дијаграмот. Радиусот на ѕвездите се зголемува дијагонално од долу лево кон горе десно. Протосвездите еволуираат на главната низа додека им се намалува радиусот, а температурата им се зголемува. Најпостојани се ѕвездите во главната низа пред да се преобразат во црвени џинови или суперџинови движејќи се надесно на дијаграмот, додека нивниот радиус се зголемува, а нивната температура се намалува. Белите џуциња се наоѓаат долу лево, имаат мал радиус и високи температури. X-P дијаграмот е најважен дијаграм во астрономијата, кој ја покажува состојбата на ѕвездите во текот на нивното постоење, а постојат и ѕвезди кои што се наоѓаат надвор од овие групи. Нашето Сонце е жолта ѕвезда од главната низа.

- ***Класификација на ѕвезди***

Во астрономијата, **ѕвездената класификација** е класификација на ѕвездите врз основа на температурата на фотосферата и нејзиното поврзување со спектралните карактеристики.

Ѕвездите се класифицирани во групи според особеностите на нивниот спектар. Ако светлината на една ѕвезда се подели во спектар може да се видат темни апсорпциски линии и светли емисиjsки линии. Положбата на овие линии укажува на елементите во фотосферата на ѕвездата, а интезитетот на линиите укажува на нивната температура. Системот за класификација се состои од 7 основни спектрални видови, од најжешките O - ѕвезди до најстудените M – ѕвезди. Понатаму секој спектрален вид се дели на 10 подкласи означени со броевите од 0 до 9. Исто така ѕвездите се делат на класи на луминозност (сјајност), означени со римски броеви, што го покажува видот на ѕвездата како и нејзината положба на X-P дијаграмот. На пример во класата V спаѓаат основните ѕвезди, а во класата II спаѓаат сјајните џинови. Ѕвездите – џуциња со многу мал сјај спаѓаат на VI класа. Во состав на основните спектрални видови влегуваат и класите на ѕвезди што имаат необични својства, како јаглородните (C- класа).



Класификација на ѕвезди

- *Спектрални видови на ѕвездите*

Вид	Изразени спектрални линии	Боја	Средна температура	Пример
O	He ⁺ , He, H, O ²⁺ , N ²⁺ , C ²⁺ , Si ³⁺	Сина	45 000 °C	Регор
B	He, H, O ⁺ , N ⁺ , C ⁺ , Fe ²⁺ , Mg ²⁺	Сино – бела	30 000 °C	Ригел
A	H, јонизирани метали	Бела	12 000 °C	Сириус
F	H, Ca ⁺ , Ti ⁺ , Fe ⁺	Жолто - бела	8 000 °C	Прокион
G	Ca ⁺ , Fe, Ti, Mg, H, некои молекуларни линии	Жолта	6 500 °C	Сонце
K	Ca ⁺ , H, молекуларни линии	Портокалова	5 000 °C	Алдебаран
M	TiO, Ca, молкуларни линии	Црвена	3 500 °C	Бетелгез

Класа А

Свездите од класата А се меѓу најобичните ѕвезди што може да ги види човечкото око, а по боја се бели или плаво-бели. Содржат силни водородски линии, а исто така и линии на јонизиран метал (Fe II, Mg II, Si II). Присуството на линии од Ca II е забележливо. Се смета дека една на секои 160 ѕвезди е од класата А.



Сириус



Прокион

Класа F

Свездите од класа F имаат силни линии од Ca II. Неутралните метали (Fe I, Cr I) започнуваат да се претвораат во линии на јонизиран метал. Нивната боја е бела. Се смета дека на секои 33 ѕвезди, една е од класата F.

Класа O

Свездите од класата O се многу врели и многу светли, со плава боја. Всушност, повеќето од нив зрачат ултравиолетово. Ова се најретки ѕвезди, и се смета дека на секои три милиони ѕвезди доаѓа една ѕвезда од класата O.



Регор

Класа В

Свездите од класата **В** се изразено светли и плави. Нивниот спектар содржи неутрален хелиум. Ова се моќни ѕвезди кои постојат кратко



Ригел

време, па според тоа не се оддалечуваат многу од местото каде што настанале. Овие ѕвезди имаат тенденција да се соберат во заедничко јато, и да се спојат со циновски молекуларен облак. Се смета дека една од 800 ѕвезди припаѓа на класата В ѕвезди.

- Сјајност

Луминозност на ѕвезда всушност е сјајност на ѕвездата и се дефинира како вкупна енергија што таа ја зрачи во една секунда. Може да се пресмета на сите бранови должини (Болометричка сјајност) или на одредени бранови должини. Мерењето на сјајноста на ѕвездата како што изгледа на ноќното небо ја одредува нејзината очигледна магнитуда, но на овој начин не може да се одреди нејзината оддалеченост од Земјата. Свездите што се наоѓаат на многу голема оддалеченост од Земјата може да имаат исти очигледни магнитуди, иако најоддалечената ѕвезда е доволно сјајна. Кога ќе се утврди оддалеченоста на ѕвездата, може да се одреди и нејзината апсолутна магнитуда. Тоа е нејзината внатрешна сјајност, а на овој начин може да се одреди и нејзината сјајност. Луминозностите на ѕвездите главно се изразени како фактори на сончевата луминозност. Сјајноста на ѕвездите има многу широк опсег, од помалку од 10^{-4} до околу милион пати поголема од таа на Сонцето. Ако ѕвездите имаат ист хемиски состав нивната сјајност зависи од нивната маса. Освен кај еволуираните ѕвезди, во останатите има главно постојан сооднос меѓу масата и сјајноста, што значи дека ако е позната сјајноста на ѕвездата, може да се одреди нејзината маса.

4.3. ЕТАПИ ВО РАЗВОЈОТ НА СВЕЗДИТЕ

4.3.1. Создавање на ѕвездите

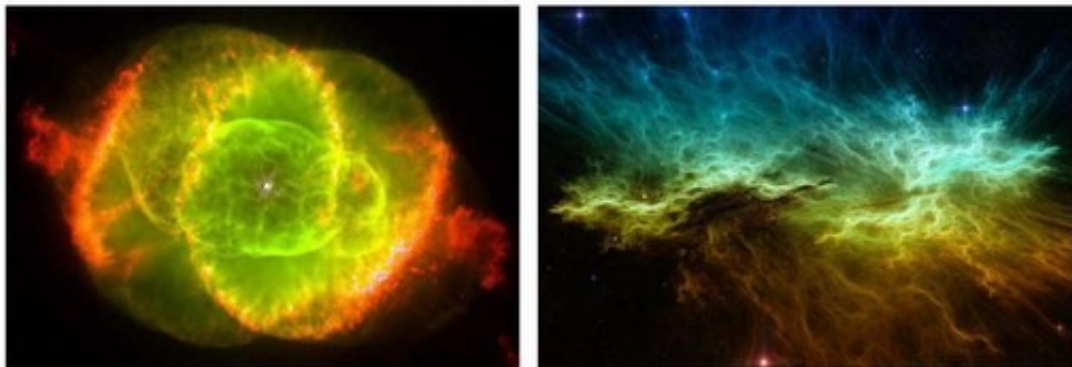
Формирањето на ѕвездите е проследено со собирање и со загревање на облак од гас поради дејствувањето на гравитацијата. Доколку загревањето е доволно, тоа може да започне нуклеарни реакции во срцето на облакот. Енергијата ослободена со овие реакции е доволна за да се спречи собирањето. Тоа значи дека стабилноста на ѕвездата зависи од две меѓусебно спротиставени сили:

- термонукларните реакции кои ослободуваат огромна енергија доведуваат до фантастичен притисок во јадрото на ѕвездата и така настојуваат да го распрснат материјалот на ѕвездата во околниот простор;
- силата на гравитација, која се спротиставува на тоа, настојува да ја одржи масата на ѕвездата на едно место.

Ако преовладее силата на гравитацијата, материјалот на ѕвездата се собира, па се создаваат ѕвезди во кои материјата е збиена до многу големи густини (неутронска ѕвезди, бели џуџиња), а ако масата на ѕвездата е поголема до определена критична граница која се нарекува Чандрасекарова граница, доаѓа до бесконечно собирање во физички сингуларитет од кој веќе не може да побегне ниту светлината, односно настанува црна дупка. Ако преовладее првата тенденција, ѕвездата може да експлодира во силна експлозија и така настанува нова или супернова.

Маглините од кои се создаваат ѕвездите се најубави појави во вселената и претставуваат смеса од сурови материјали со што се овозможува создавање на ѕвездите. Тие облаци од водородни молекули, хелиум и прав може да бидат масивни системи што се протегаат стотици светлосни години или помлади одделни облаци, наречени Бокови облаци. Иако тие може непрекинато да се простираат милиони години, извесни нарушувања може да предизвикаат колапсирање на овие маглини и нивно раздвојување на помали облаци од кои се создаваат ѕвезди. Остатоците од маглините ќе кружат околу маглините, а ѕвездените ветрови предизвикани од новите ѕвезди може да доведат и до колапсирање на тие остатоци. Ако облаците се дел од поголем состав, сето тоа може да се преобрази во голема градина од ѕвезди. Масивните ѕвезди имаат релативно краток век на постоење, може да се

создадат, да постојат и да згаснат како супернови, а нивните помалку масивни роднини сеуште се создаваат. Ударниот бран од суперновата може да се пробие низ меѓусвездената материја што се наоѓа во близина и да поттикне создавање на ѕвезди.



Создавање на ѕвезди

Облаците од меѓусвезден материјал треба да бидат поттикнати на колапсирање, затоа што нив ги одржува нивниот притисок и притисокот во внатрешните магнетни полиња. Поттик може да биде едноставно гравитационо привлекување од ѕвезда што се движи во близина или ударен бран предизвикан од експлозија на супернова, како и судирање две или повеќе галаксии. Во спиралните галаксии како нашата, густинските бранови се движат низ правот и гасот во галактичкиот диск. Додека минуваат брановите, привремено се зголемува густината на тамошниот меѓусвезден материјал и поради тоа истите колапсираат. Кога брановите ќе поминат нивниот облик може да се утврди според трагите од светлите млади ѕвезди.

На сликата е прикажана Орлова-та маглина (небула), голем облак кој настанал одамна по некоја експлозија. Во нејзината средина се создаваат нови ѕвезди и нови светови. Тие меѓусвездени облаци се големи. Секоја точка е ѕвезда, а некои ѕвезди се поголеми од нашето Сонце.



Орлова маглина

Кога ќе се создадат од делови на одделен молекуларен облак што колапсира, младите ѕвезди се најчесто во јата. Вообичаено е една ѕвезда да се наоѓа во множествен систем, како на пример бинарен систем. Во тој поглед Сонцето е необична ѕвезда. Свездите што се наоѓаат во едно јато обично имаат сличен хемиски состав. Иако може да се создадат доволен број ѕвезди од една маглина, во јатата може да има ѕвезди со различна старост. Младите ѕвезди се жешки и сјајни и секој меѓуѕвезден материјал што се наоѓа во нивна близина ќе биде загреан од топлината на новите ѕвезди и ќе се создаде црвена емисијска маглина. Одделните движења на ѕвездите на крајот ќе доведат до растурање на младото јато ѕвезди, иако може истите да опстанат во повеќезвездени системи, гравитациски поврзани и заедно да се движат низ галаксијата.

Младите ѕвезди кои имаат маса помалку од две Сонца се наречени Т Tauri ѕвезди, а додека оние со поголема маса се наречени Herbig A/B – ѕвезди. Овие новородени ѕвезди околу своето јадро привлекуваат гасови и создаваат мали маглини познати како Хербих-Харови објекти.

- *Протосвезда*

Протосвезда е широко небесно тело што се формира со собирање на гасот од циновски молекуларен облак. Фазата наречена протосвезда е најраниот стадиум во процесот на ѕвездената еволуција. За ѕвезда со маса колку нашето Сонце, оваа фаза трае околу 100 000 години.

Започнува со јадро кое ја зголемува својата густина во молекуларен облак, а завршува со формирање на ѕвезда од типот Т Tauri, која потоа влегува во главната фаза. Ова е навестено од Сончевиот ветер од видот Т Tauri, вид на супер соларен ветер кој ја обележува промената од ѕвезда која насобира маса во ѕвезда која зрачи со енергија.



Протосвезда

- *Создавање на ѕвезди во маглини*

Создавањето на ѕвездите може да се забележи во Млечниот Пат. Најзабележливо е во спиралните гранки и блиску до средишниот дел на

галаксијата, каде што има изобилство од состојките потребни за создавање ѕвезди: прав и гас. Во овие простори меѓуѕвездената материја е доволно густа за да има молекуларни облаци. Овие облаци се студени и изгледаат како темни маглини што може да се видат само кога се наоѓаат на посветла позадина. Како се создаваат ѕвездите, облаците се осветлени и се преобразуваат во емисишки маглини, а тоа е една од најубавите појави во Млечниот Пат.

Најпознати примери за вакви маглини се: Коњска глава во Орион, маглината Орион во Орион, маглината Конус во Еднорог, маглината Лагуна во Стрелец, маглината Орел во Змија и т.н.

Маглина Орион



4.3.2.Свезди – главна низа

Свездите од главната низа го преобразуваат водородот во хелиум во нивните јадра со помош на нуклеарни реакции. Голем дел од нивниот развоен циклус ѕвездите го поминуваат во основната низа, каде што се многу стабилни. Ако ѕвездата има поголема маса, таа пократко ќе се задржи во главната низа, затоа што нуклеарните реакции се појавуваат побрзо во ѕвезди со поголема маса.

- *Свездена енергија*

На почетокот, јадрата на ѕвездите од главната низа, главно се составени од водород. Кога температурата и притисокот ќе се зголемат доволно, водородот се преобразува во хелиум со помош на нуклеарни реакции. Кај ѕвезди што имаат маса помала од 1,5 маси на Сонцето, ова се случува со помош на верижната реакција протон – протон. Кај ѕвездите што имаат маса поголема од 1,5 маси на Сонцето и температурата на јадрото е повисока од $65\ 000\ 000\ ^\circ\text{C}$, јаглеродот, азотот и кислородот служат како катализатори во процесот наречен јаглероден циклус. Кога водородот се преобразува во хелиум, мало количество енергија се ослободува во вид на γ – зраци, кои постепено се

шират низ протосферата. Огромното количество енергија, што го зрачат ѕвездите од главната низа произлегува од огромната маса водород што тие ја имаат. Во јадрото на Сонцето секоја секунда 600 милиони тони водород се преобразува во хелиум.

- *Структура на ѕвездите*

Енергија во вид на γ – зраци се ослободува при нуклеарните реакции во ѕвездените јадра. Оваа енергија може да избие надвор од нив преку процесите струење и зрачење. Во процесот на струење, жешката материја се искачува во постудените области, се шири и лади, а потоа се враќа назад на пожешките нивоа, исто како што водата почнува да врие во садот. Во процесот на зрачење, протоните постојано се апсорбираат и се реемитуваат. Тие може да бидат емитувани во секоја насока, а понекогаш се враќаат назад во средишното јадро. Се движат по одредена патека, но постепено се распрскуваат надвор губејќи енергија. Нивната енергија се совпаѓа со температурата на околната материја, па затоа на почетокот се појавуваат во вид на γ – зраци. На површината на Сонцето, се појавуваат во видливиот дел на електромагнетниот спектар.

- *Ротација и магнетизам*

Притисокот и температурата внатре во ѕвездите покажуваат дека тие се составени од плазма. Во јонизираната материја негативно наелектризираните електрони се движат слободно од позитивно наелектризираните јони. Ова има големо влијание врз магнетните полиња, бидејќи наелектризираните честички не ги преминуваат лесно границите на магнетното поле. Границите на магнетното поле може да го насочуваат движењето на ѕвездената материја, но движењето на плазмата, исто така може да влијае врз магнетните полиња. Сите ѕвезди кружат, а некои се вртат толку брзо што се испупчуваат на екваторот и се многу рамни на половите. Додека ѕвездите кружат, линиите на магнетното поле се разнесуваат низ плазмата. Ова го затвора магнетното поле и создава цепови од силен магнетен тек, каде што линиите на магнетното поле се наоѓаат близу една до друга. Движењето на ѕвездениот материјал и пренесувањето на топлината се ограничени во овие области, па затоа тие се значително постудени од околниот материјал. Бидејќи се постудени, тие се потемни во однос на другите делови на фотосферата. Темните ѕвездени дамки на површината на

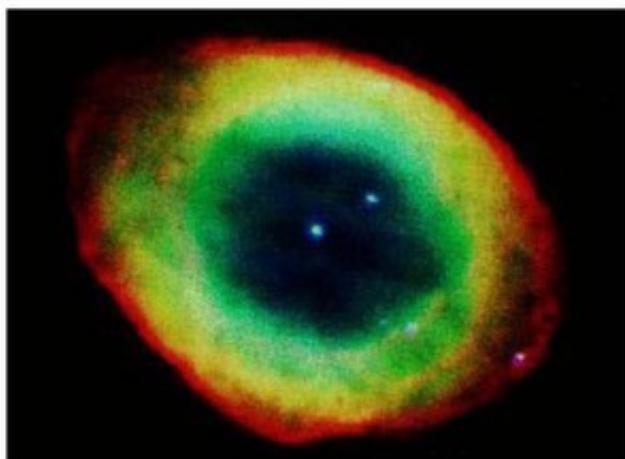
свездата се многу активни области, затоа што ширењето на топлината околу нив ненадејно може да се ослободи во вид на пламен.

- Главна низа

Свездата влегува во главната низа кога ќе почне да го согорува водородот во нејзиното јадро. Колку побрзо нуклеарните реакции го поттикнуваат овој процес, толку побрзо свездата ќе се најде на нулта возраст во главната низа. Постојењето на една звезда од основната низа е многу стабилно, притисокот од нуклеарните реакции во нејзиното јадро е урамнотежен, затоа што гравитацијата ја потиснува целата маса кон средиштето. Една звезда го поминува поголемиот дел од своето постоење во главната низа, па како последица од тоа околу 90 % од свездите на небото се свезди од главната низа. Времето што ќе го помине во оваа низа свездата, зависи од нејзината маса. Колку е помасивна, толку е пожешко и погусто нејзиното јадро и побрзо водородот ќе се преобрази во хелиум. Сонцето е релативно мала звезда од главната низа, а ќе се наоѓа во неа само уште 10 милиони години. Додека се наоѓа во главната низа, свездата ќе се однесува во сообразност со односот маса – сјајност, што значи дека апсолутната магнитуда или сјајност на свездата ќе биде показател за нејзината маса. Кога водородот се преобразува во хелиум, хемискиот состав и внатрешната подреденост ќе се сменат, свездата малку ќе се помести десно од нултата возраст на Хертцшпрунг – Раселовиот дијаграм. Колку побрзо ќе се истроши водородот во јадрото и ќе почне неговото согорување во атмосферата, толку побрзо и свездата ќе излезе од главната низа.

- Примери на свезди – главна низа

Во текот на своето постоење свездата поминува низ разни етапи, но поголемиот дел од времето го поминува во главната низа. Тоа значи дека има голема веројатност да се види додека се наоѓа во главната низа. Всушност, околу 90 % од сите набљудувани свезди се наоѓаат во главната низа. Иако свездите од главната низа се распрскани низ Млечниот Пат, главно се појавуваат во неговата рамнина и средишното испупчување. Најпознати свезди од главната низа се: Проксима Кентаур во Кентаур, Алфа Кентаур во Кентаур, Сириус А во Големо Куче, 61 Сигми во Лебед, Алтаир во Орел, Фомалхауд во Јужна Риба, Вега во Лира, Порима во Девица, Регулус во Лав, и.т.н.



Лира



Сириус А и Б



*Проксима Кентаур
- Жолто џуце*



Алтаир

Во астрономијата, жолто џуце или GV ѕвезда, е ѕвезда која е во главната низа со спектрален тип G и класа на светлина V.

Ваквата ѕвезда е мала (околу 0,8 до 1,0 Сончеви маси) и има површинска температура помеѓу 5 300 K и 6 000 K. Како и другите ѕвезди во главна низа, ѕвездата GV е во процес на конвертирање на водородот во хелиум во своето јадро преку нуклеарна фузија.



Жолто џуце

- *Портокалово џуце*

Портокалово џуце или KV ѕвезда, е ѕвезда во главна низа (водородна фузија) со спектрален тип K и класификација на сјајност V. Ваквите ѕвезди според големина се меѓу црвените ѕвезди од типот M во

главната фаза со сјајност V и жолта звезда од типот G во главната фаза и сјајност V. Имаат маса од 0,5 до 0,8 пати од нашето Сонце и површинска температура меѓу 3 900 K и 5 200 K. Примери за ваква звезда се Alpha Centauri B и Epsilon Indi.

Овие ѕвезди се посебно интересни кога станува збор за вонземски живот, бидејќи се стабилни во нивната главна фаза долго време (15 до 30 милијарди години, во споредба со 10 милијарди за Сонцето). Ова може да создаде можност за еволуирање на живот на планетите кои орбитираат околу вакви ѕвезди.

4.3.3. Стари ѕвезди

Една од најубавите глетки во Млечниот Пат се старите ѕвезди кои се пред исчезнување.

- Црвено џуце

Според Хертцшпрунг – Раселовиот дијаграм, за црвено џуце се смета онаа ѕвезда која е мала и релативно студена во текот на главната фаза или подоцна, со спектрален тип K или M.

Такви се најголемиот број ѕвезди и имаат маса помала од половина од нашето Сонце (ѕвездите со маса помала од 0,075 од масата на Сонцето се наречени кафеави џуциња), а површинската температура им е помала од 3 500 K.

Црвено џуце



- Црвени џинови

Црвен џин е светла ѕвезда џин со мала или средна маса (околу 0,5 – 10 Сончеви маси) која е во доцна фаза од својата ѕвездена еволуција. Надворешната атмосфера е испакната и тенка, со што радиусот е огромен од 10 до 100 пати поголем од радиусот на Сонцето,

а површинската температура е ниска, некаде од 5 000 К и пониска.

Највообичаени се црвените џинови (RGB) во кои се уште се врши фузија на водород во хелиум, а јадрото е неактивен хелиум.



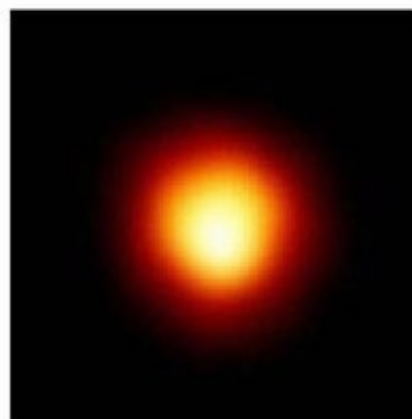
Споредба на црвени џинови

Друг вид на црвен џин се асимптотичните џинови (AGB) каде се произведува јаглерод од хелиумот преку троен α - процес. На овие AGB ѕвезди им припаѓаат јаглеродните ѕвезди од типот C-N и C-R.

Истакнати сјајни црвени синови на ноќното небо се Алдебаран (Alpha Tauri), Арктурус (Alpha Bootis) и Гама Круциз (Gamma Crucis), а уште поголеми од нив се Антарес (Alpha Scorpii) и Бетелгез (Alpha Orionis) кои спаѓаат во групата црвен суперџин.



Алдебаран



Бетелгез

- Суперџинови

Ѕвездите со многу голема маса може да станат поголеми и од црвените џинови. Црвените суперџинови може да имаат радиуси неколку стотици пати поголеми од радиусот на Сонцето. Исто како и црвените џинови и кај суперџиновите водородната обвивка согорува, а тие излегуваат од основната низа. Кога ќе согори водородната обвивка тие колапсираат и хелиумското јадро достигнува доволно висока температура за да го преобрази хелиумот во јаглерод и кислород. Хелиумското јадро побрзо согорува од водородот, а кога ќе се потроши

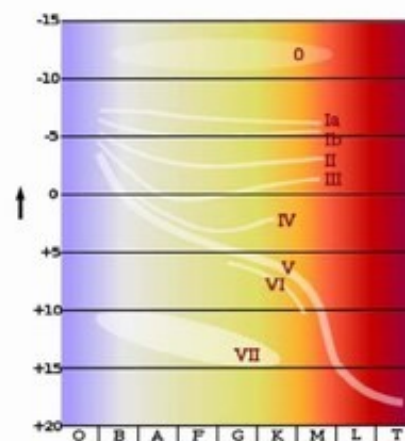
почнува да согорува хелиумската обвивка. Ако ѕвездата е доволно масивна ќе дојде до уште едно нуклеарно согорување, при што ќе се создадат елементи со атомска маса на железо. При крајот на етапата, суперџин – ѕвездата со голема маса ќе создаде неколку слоеви од многу тешки елементи. На крајот суперџиновите исчезнуваат во вид на супернови.

Суперџиновите во Хертцшпрунг – Раселовиот дијаграм го завземаат највисокиот дел од дијаграмот. Во спектралната класификација суперџиновите се класифицирани како Ia (најсјајни суперџинови) или Ib (помалку сјајни суперџинови). Обично имаат апсолутна големина помеѓу -5 и -12.

Најсјајните суперџинови обично се класификуваат како хиперџинови од класата O.

- *Пламтење на хелиумот*

Штом еднаш согорувањето на водородот ќе создаде хелиумско јадро и ако неговата температура достигне над $100\,000\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$, хелиумот ќе се преобрази во јаглерод. Во ѕвезди со две до три маси на Сонцето согорувањето на хелиумот може да почне со експлозивен процес, наречен пламтење на хелиумот. Кога јадрото ќе колапсира по согорувањето на водородот, привремено влегува во етапа на мирување, односно во состојба на дегенерација, затоа што колапсирањето запира поради притисокот на електроните на хелиумот. Температурата продолжува да се зголемува, но притисокот во јадрото во мирување не се менува, па затоа не се шири и не се лади. Зголемената температура предизвикува забрзано согорување на хелиумот, предизвикувајќи пламтење што го ослободува јадрото од дегенерираните електрони. Во ѕвездите со поголема маса температурата се зголемува доволно за хелиумот да почне да се топи пред јадрото да се дегенерира.



Позиција на суперџинови

- **Волф – Рае ѕвезди**

Масивните ѕвезди со околу 10 маси на Сонцето што емитуваат силни, широки емисионски линии во нивниот спектар со само неколку апсорпциски линии се наречени Волф – Рае ѕвезди.

Наречени се според Шарл Волф и Жорж Рае кои ги откриле во 1867 год. Тие се жешки сјајни ѕвезди, чии силни ѕвездени ветрови ги одвеале нивните надворешни атмосфери, откривајќи ги внатрешните слоеви на ѕвездите.



Волф – Рае ѕвезди

Тие се групирани во WN, WC и WO во зависност од нивните спектри. Во првите преовладуваат водород и азот, во вторите јаглерод и хелиум, а во третите кислород, јаглерод и хелиум. Повеќе од $\frac{1}{2}$ Волф – Рае ѕвезди се членови на двојни системи. Се смета дека Волф – Рае ѕвездите на почетокот имале помасивен партнер, но ја изгубиле надворешната обвивка на партнерот.

- **Планетарни маглини**

Планетарните маглини се загреани халоа со материја, што истекла од ѕвездите што исчезнуваат. Вилијам Хершел ги нарекол планетарни маглини во 1785 год., поради тоа што на телескопите од XVIII век се појавувале во облик на диск. Планетарните маглини се една од најпечатливите глетки во вселената, искривени со различни облици поради магнетните полиња и орбиталното движење на двојните системи. Составени се од редок гас што го исфрлаат ѕвездите со мала маса во етапата на постоењето на црвен џин, а гасот се загрева од ултравиолетовото зрачење што доаѓа од жешките внатрешни јадра на ѕвездите што исчезнуваат. Оваа етапа на постоењето на ѕвездата е релативно кратка. На крајот, планетарната маглина ќе се распрсне во меѓуѕвездениот простор, дополнувајќи ги материите што се таму со елементите што ги создала нејзината ѕвезда - домаќин. Во тие елементи се вбројуваат: водородот, азотот и кислородот. Средишните ѕвезди на

планетарните маглини се најжешките ѕвезди. Тие се собрани јадра на црвените џинови што се преобразиле во бели џуџиња. Современите проучувања на планетарните маглини понудија нови докази за доцната еволуција на црвените џинови и за начинот на кој се губи масата на старите џинови.

- ***Примери на стари ѕвезди***

Некои од највидливите и најпознати тела на небото се ѕвездите што се доближуваат до крајот на нивното постоење или исчезнуваат. Волф – Рае ѕвездите и планетарните маглини на овие стари ѕвезди, исто така, се и едни од најдраматичните и најубавите глетки во вселената. Иако насекаде во Млечниот Пат постојат различни видови ѕвезди, најстарите се наоѓаат далеку во галактичкото хало или во глобуларните јата. Некои од овие ѕвезди се стари речиси колку и самата вселена.

Најпознати стари ѕвезди, кои се видливи и со голо око се: Алдебаран во Бик, Бетелгез во Орион, Антарес во Скорпија, ТТ-Сигми во Лебед и т.н.

4.3.4. Свезди – завршни фази

Обликот што го добива ѕвездата во крајната етапа од своето постоење се нарекува исчезнување на ѕвездата. Исчезнувањата на ѕвезди се едни од најнеобичните појави во Млечниот пат. Иднината на една ѕвезда зависи од нејзината маса.



Исчезнување на ѕвезда

Свездите со помала маса се преобразуваат во бели џуџиња, а ѕвездите со најголема маса се преобразуваат во црни дупки.

- ***Бели џуџиња***

Откако еднаш ѕвездата ќе го потроши вкупното гориво преку нуклеарна фузија, ѕвездениот остаток ќе се распадне, затоа што не може доволно да го одржува внатрешниот притисок, што ја урамнотежува нејзината гравитација. Свездите со помалку од 8 маси на Сонцето ќе изгубат 90 % од нивниот материјал преку ѕвездените ветрови и преку

создавање планетарни маглини. Ако остатоците од овие ѕвезди имаат помалку од 1,4 маси на Сонцето (Чандрасекарова граница) ѕвездите ќе се преобразат во бели џуџиња. Белите џуџиња се создаваат поради притисок предизвикан од дегенерирање на електроните, што се случува поради одбивната сила помеѓу електроните во нивниот јадрен материјал. Помасивните ѕвезди колапсираат добивајќи најмали дијаметри и најголеми густини. Прво откриено бело џуџе е Сириус В, кое има маса слична на Сонцето, а радиусот му е само два пати поголем од тој на Земјата. Иако на почетокот тие имаат површинска температура од околу $100\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$, истите бледнеат во текот на стотици милиони години и на крајот се преобразуваат во студени црни џуџиња.

- ***Црно џуџе***

Црно џуџе е хипотетична ѕвезда, која настанува откако белото џуџе ќе се излади доволно за да не може да емитува светлина и топлина. Но бидејќи времето кое е потребно едно бело џуџе да се излади доволно, за да од него настане црно џуџе, е подолго од моменталната старост на вселената, 13,7 милијарди години, па во вселената се уште не постојат црни џуџиња. Масата која ќе остане после ладењето на белото џуџе евентуално ќе премине во црно џуџе. Доколку би постоеле црни џуџиња, би било доста тешко да се откријат, бидејќи според дефиницијата тие би емитувале многу мало количество радијација. Според една теорија црните џуџиња би можело да се откријат преку нивното гравитационо влијание.

Бидејќи подалечната еволуција на белите џуџиња зависи од многу физички прашања, како што е природата на темната материја и можноста и степенот на распаѓање на протоните, за што се знае многу малку, не е познато точно колку долго ќе му треба на едно бело џуџе да се излади доволно за да премине во црно џуџе.

Терминот црно џуџе исто така им се препишува на ѕвездени објекти кои немаат доволно маса, околу 0,08 Сончеви маси, за да бидат сметани за ѕвезди. Овие објекти денес се нарекуваат кафеави џуџиња, термин создаден во 70-тите години на минатиот век. Црните џуџиња не се исто што и црните дупки и неутронските ѕвезди.

- ***Супернови***

Масивните ѕвезди исчезнуваат спектакуларно, распрснувајќи ги нивните надворешни слоеви во вселената во вид на експлозии. Кога

свезда со маса поголема од 10 маси на Сонцето ќе дојде до крајот на етапата на согорување на водородот, ќе создаде железно јадро.

На почетокот ова јадро се одржува поради внатрешниот притисок, но кога ќе достигне маса поголема од 1,4 маси на Сонцето почнува да колапсира создавајќи многу густо јадро речиси цело од неутрони. До експлодирање на супернова доаѓа кога надворешните слоеви на ѕвездата што продолжуваат да се збиваат ќе се судрат со тврдото јадро и повторно отскокнуваат во просторот со брзина од околу $70\,000\,000 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.



Остатоци од супернова

При тоа се ослободуваат огромни количества енергија создавајќи зголемување на сјајноста што може да трае и неколку месеци, пред да почне да се намалува. Остатокот од суперновата што се состои од отпад ќе се преобрази во маглина.

- ***Неутронски ѕвезди***

Неутронските ѕвезди се еден од придружните производи на експлозиите на Супернова. Кога надворешните слоеви на ѕвездата ќе ги разнесе експлозија, зад себе оставаат многу густа, компактна ѕвезда, која главно се состои од неутрони со мали количества на електрони и протони. Неутронските ѕвезди имаат маса меѓу 0,1 до 3 маси на Сонцето. Над оваа граница ѕвездата ќе продолжи да колапсира, се додека не се преобрази во црна дупка. Кога се создава неутронска ѕвезда, магнетното поле на ѕвездата домаќин станува поконцентрирано и се засилува. Слично на тоа, првото кружење на ѕвездата се забрзува додека ѕвездата колапсира.



Неутронските ѕвезди се карактеризираат со силни магнетни полиња и многу брзо кружење. Со текот на времето нивното кружење се забавува, затоа што губат енергија.

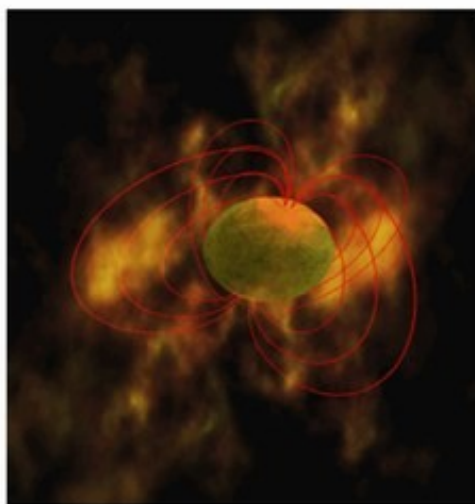
Неутронска ѕвезда

Некои неутронски ѕвезди покажуваат привремено забрзување на кружењето, кое веројатно е предизвикано од т.н. ѕвездени земјотреси во нивните тенки, кристални надворешни кори. Неутронските ѕвезди што емитуваат насочени пулсови на зрачење во редовни интервали се нарекуваат Пулсари.

- Магнетар

Магнетар е неутронска ѕвезда со екстремно моќно магнетно поле, чии сили се распаѓаат и емитуваат изобилно количество на високо-енергетска електромагнетна радијација, делумно рентгенски зраци и γ - зраци.

Теоријата во врска со овие небесни тела била предложена од физичарите Роберт Данкан и Кристофор Томпсон во 1992 год., а првата забележана експлозија на γ - зраци за која се смета дека доаѓа од магнетар е на 5 март 1979 година. Во текот на наредната декада, хипотезата за магнетарите била нашироко прифатена.



Магнетар

- Црни дупки

Во генералниот релативитет, црна дупка е регион во просторот во кој гравитационото поле е толку моќно што ништо, дури ни светлината не може да му избега.

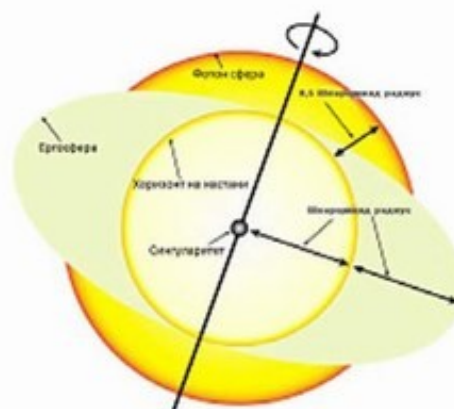
Црните дупки се последица на гравитационен колапс на јадрото на ѕвездата. Гравитационен колапс е процес при кој ѕвездата колапсира при дејство на сопствената тежина.

Кај младите (новородени) ѕвезди колапсот е спречен од нуклеарната фузија која создава спротивен притисок од оној кој што е насочен кон јадрото и е одговорен за колапсирањето. Но, кај ѕвездите кои го потрошиле своето гориво и не можат да ја одржуваат нуклеарната фузија ѕвездата колапсира. Падот може да биде спречен од дегенеративниот притисок на ѕвездата, но доколку ѕвездата има доволно голема маса (над 3 Сончеви маси) се создава црна дупка при што јадрото се поттиснува во тело со дијаметар еднаков на нула и бесконечно голема густина искривувајќи го просторот околу себе до бесконечност, што е причината за неверојатно големата гравитација.

Гравитациониот колапс не е единствениот начин за создавање на црните дупки, туку има и многу други егзотични начини.

Свезди од...	При гравитационен колапс...
Помалку од 1,3 Сончеви маси	Создаваат бели џуџиња
2 до 3 Сончеви маси	Создаваат неутронски ѕвезди (Пулсари)
Повеќе од три Сончеви маси	Ништо не може да го спречи падот. Црните дупки се создаваат

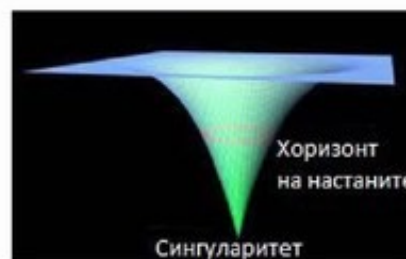
Црната дупка е составена од следниве типични региони. Во центарот се наоѓа гравитационен сингуларитет. Опкружувајќи го регион познат како хоризонт на настани каде што време-просторот се искривува до бесконечност. Надвор од хоризонтот на настаните лежи ергосферата (само кај ротирачка црна дупка), таа е во вид на елипсовидна



Состав на црна дупка

сфера во која што просторот започнува да биде растргнат околу црната дупка. Потоа следи фотон сферата која ја опфаќа зоната во која светлината кружи околу црната дупка.

Хоризонтот на настаните е сфера која ја опкружува црната дупка на растојание од 1 Шварцшилд радиус. Тој претставува граница во која просторот е премногу искривен што ништо не може да излезе од него. Времето како што го знаеме, не постои во него.



Хоризонт на настани

Во центарот на црната дупка лежи **сингуларитетот**. Се што паѓа во внатрешноста на хоризонтот на настаните завршува во сингуларитетот. Кај ротирачките и кај не-ротирачките (Шварцшилд црни дупки) среќаваме различни видови на сингуларитети. Но важно е да се напомене дека и двата вида имаат волумен еднаков на нула.

- **ротирачките црни дупки** имаат сингуларитет со должина и ширина, но без дебелина;

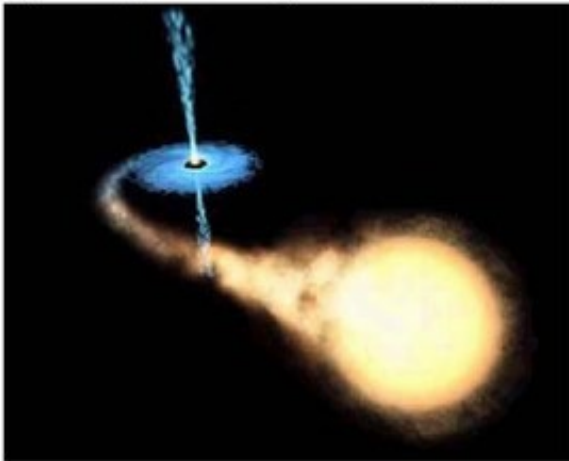
- **не-ротирачките црни дупки** имаат сингуларитет кој нема никакви димензии.

Зоната во која објектите не можат да бидат стационарни во однос на надворешен набљудувач се вика **ергосфера**. Ергосферата има елипсовидна форма, го допира хоризонтот на настаните на половите на црната дупка, а на екваторот продолжува за 1 Шварцшилд радиус.

Фотон сфера е зона околу црната дупка каде што просторот е доволно искривен за светлината во тој регион да патува во кружни

патеки. Кај не-ротирачките црни дупки овој регион е 1,5 Шварцшилд радиуси.

Црните дупки растат со акумулирање на маса. Сите црни дупки ја апсорбираат околната интерстерална прашина околу нив, како и космичката радијација насочена кон нив. Ова сепак е недоволно за да му се зголеми нивната маса значително. За да растат со поголема стапка, на црните дупки им треба материја релативно блиску до нив.



Црна дупка

Црните дупки создадени во бинарни системи можат бавно да ја вшмукуваат материјата од својата ѕвезда-партнер и на тој начин да растат. Супермасивните црни дупки во центарот на галаксиите се мисли дека настанале од апсорбирање на други црни дупки како и други објекти.

Физичарот Стивен Хокинг докажа дека црните дупки не се тотално црни, всушност тие зрачат радијација. Тој докажа дека колку се поголеми толку помалку зрачат радијација во просторот и обратно. Ова зрачење е наречено Хокинг зрачење.

4.4. ВИДОВИ НА СВЕЗДИ

4.4.1. Умножливи ѕвезди

Умножлива ѕвезда е систем од две или повеќе ѕвезди поврзани меѓусебно со гравитација. Системите со две ѕвезди се наречени бинарни или двојни ѕвезди. Иако на прв поглед изгледа дека само неколку ѕвезди се умножливи, проценето е дека веројатно 60 % од ѕвездите во Млечниот Пат се такви. Бинарните ѕвезди кружат една околу друга на различни растојанија и имаат орбитални периоди од неколку часови до неколку милиони години. Умножливите ѕвезди им овозможуваат на астрономите да ја одредат ѕвездената маса и дијаметар и да ја разберат еволуцијата на ѕвездите. Иако во Млечниот Пат има повеќе милиони умножливи системи, само некои од нив се составени од две ѕвезди со

заедничка орбита. Она што понекогаш личи на двојна ѕвезда всушност може да биде сложен систем од три или повеќе ѕвезди. Едноставен бинарен систем е составен од две ѕвезди што кружат една околу друга. Ако ѕвездите имаат слична маса, тогаш тие кружат околу заедничко гравитационо средиште што се наоѓа меѓу нив. Ако една од ѕвездите има многу поголема маса од другата, гравитационото средиште може да се наоѓа внатре во масивната ѕвезда. Умножливите системи може да имаат посложени орбити со умножливи гравитациони средишта. На пример четворен систем може да има две двојни ѕвезди што кружат една околу друга, а самостојните ѕвезди внатре во двојните исто така да се наоѓаат во заедничка орбита.

- *Откривање на умножливи ѕвезди*

Астрономите ги откриваат умножливите ѕвезди на различни начини. Оптичките двојни ѕвезди претставуваат ѕвезди кои изгледаат само дека се близу една до друга, а не се физички поврзани. Вистински двојни ѕвезди се оние кои се физички поврзани и кои со помош на соодветно зголемување се гледаат одделно. Астрономите може да ги пресметаат нивните орбити.

- *Взаемна еволуција на умножливите ѕвезди*

Како и сите други ѕвезди и ѕвездите во умножливиот систем имаат своја еволуција. Двоен систем може да се создаде од две ѕвезди од главната низа со заедничка и правилна патека и со предвидливи затемнувања. Во текот на милиони години ѕвездите од тој систем се менуваат минувајќи низ своите еволутивни фази, што може да доведе до тоа, тие сосема да ги променат своите особености. Таков пример е системот Сириус. Еволуцијата на една ѕвезда во системот може да го промени однесувањето на целиот систем. Свездената еволуција може да претвори еден таков стабилен двоен систем во област каде што се случуваат дејства на разорни сили.

- *Екстремни двојни ѕвезди*

Некои двојни системи, особено оние кај кои дошло до значајна еволутивна промена, покажуваат екстремни облици на однесување. Еден таков пример се контактните двојни системи, во кои ѕвездите се допираат. Висок е процентот на пренесувањето на масата кај таквите ѕвезди. Помасивната ѕвезда губи многу повеќе маса отколку придружната ѕвезда што може да превземе и доаѓа до образување на

заедничка обвивка што ги опкружува двете ѕвезди. Во обвивката се создаваат сили на триење поради што се менува орбиталниот период на системот. На тој начин двојниот систем чии делови се многу раздвоени и имаат орбитален период кој трае над 10 години може да се сведе на систем од две ѕвезди што брзо ротира во период од неколку часови. Повеќето двојни системи не се добро проучени.

- ***Примери на умножливи ѕвезди***

Најпознати примери на умножливи ѕвезди се: Омикрон Еридани во Еридан, Кастор во Близнаци, Мизар и Алкор во Голема Мечка, Алгол во Персеј, Епсилон Лира во Лира и.т.н.



Омикрон Еридани



Епсилон Лира

4.4.2. Променливи ѕвезди

Иако на прв поглед ѕвездите на ноќното небо изгледаат непроменливо, илјадници ѕвезди го менуваат својот сјај во период од неколку денови до неколку децении. Вистинските или физички променливите ѕвезди го менуваат сјајот поради физичките промени што се случуваат во нивната внатрешност.

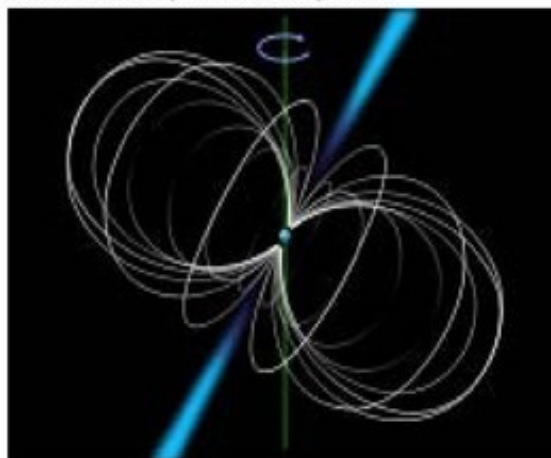
Ѕвезда се класифицира како променлива кога нејзината привидна сјајност гледана од Земјата се менува со текот на времето, без разлика дали промените настануваат поради промена на светлината на ѕвездата или поради тоа што светлината која доаѓа од ѕвездата е блокирана на патот до Земјата. Многу од ѕвездите имаат ваква карактеристика. На

пример, енергијата која ја емитува нашето Сонце се менува околу 0,1 % на секои 11 години од Сончевиот циклус.

- ***Пулсари***

Пулсари се високо магнетизирани ротирачки неутронски ѕвезди кои емитуваат снопови од електромагнетна радијација. Видливите периоди на нивното пулсирање се движат од 1,4 ms до 8,5 ms.

Радијацијата може да се забележи само кога снопот од емисија е насочен кон Земјата. Ова се нарекува ефект на светилник, па оттаму доаѓа и името на пулсарите. Бидејќи неутронските ѕвезди се многу густе објекти, периодот на ротација и интервалот меѓу две видливи пулсирања е постојан.



Пулсар

За некои пулсари, прецизноста на пулсирањето е исто колку и прецизноста на атомски часовник. За пулсарите се знае дека имаат планети кои орбитираат околу нив, како што е случајот со PSR B 1257+12. Веренер Бекер од Институтот за вонземска физика – Макс Планк, во 2006 год. изјавил: “Теоријата за тоа како пулсарите ја емитуваат својата радијација се уште е нецелосна, дури и после речиси четриесет години работа.”

Познавањето на апсолутната магнитуда на ѕвездата како и мерењето на привидната магнитуда им овозможува на астрономите да ја пресметаат оддалеченоста до ѕвездата. Затоа пулсарите се корисно помошно средство на астрономите за одредување на растојанието до некои објекти од длабоката вселена.

- ***Нови***

Нова, всушност е двоен систем од ѕвезда цин и мало бело цуце. Цинот толку се зголемува што материјалот во надворешната обвивка веќе не е гравитациски поврзан со ѕвездата и се прелева во белото цуце. По извесно време приливот на овој материјал предизвикува термонуклеарна експлозија на површината на белото цуце, а неговиот сјај се зголемува за неколку магнитуди (вкупната енергија што ја зрачи

за неколку милиони пати, па и повеќе). Гасовите на површината на белото џуце се во дегенерирана состојба и не се однесуваат според законите што важат за обичните ѕвезди. Експлозијата обично доведува до ширење на гасот кој на тој начин се лади и реакциите што ја предизвикуваат експлозијата престануваат дури не се истроши целото гориво. Системот, обично не може да се види со голо око пред експлозијата, така што ова случување изгледа како појавување на нова ѕвезда од каде доаѓа и името нова.

- *Супернови*

Исто како новите и суперновите се случуваат во двојните системи составени од цин и бело џуце. За разлика од новите, материјалот што паѓа на белото џуце ја зголемува неговата маса се до критичната густина, кога доаѓа до колапс и експлозија во која ѕвездата е целосно уништена. Суперновите се делат на неколку подкласи во зависност од тоа кои хемиски елементи се наоѓаат во нивниот спектар. Кај овие ѕвезди белото џуце достигнува критична густина при што започнуваат реакции на фузија на јаглерод и кислород. Тоа е експлозивен процес што доведува до масивна експлозија на ѕвездата, се зголемува луминозноста и материјата се исфрла во меѓуѕвездената средина. Тоа значи дека растојанието до таа ѕвезда може да се одреди ако е позната нејзината луминозност (апсолутна магнитуда) и ако се измери нејзиниот привиден сјај.

- *Необични променливи ѕвезди*

Кај многу променливи ѕвезди промената на сјајот е правилна што може да се објасни со затемнувањата или пулсирањата што се случуваат во надворешната обвивка на ѕвездите. Меѓутоа постојат и променливи ѕвезди чие однесување не може да се објасни. На пример, кај суперцирот ϵ - Аурига затемнувањата траат две години подолго од што е вообичаено за еклипсните системи. Овде астрономите не може да утврдат за каков објект се работи и може само да теоретизираат. Иако повеќето променливи ѕвезди се темелно проучени и објаснети, многу одделни случаи бараат уште проучувања пред да ги откријат своите тајни.

- *Примери на променливи ѕвезди*

Во Млечниот Пат постојат над 30 000 познати променливи ѕвезди, а веројатно повеќе илјади дополнително ќе се откриваат.

Проучувањето на променливите ѕвезди е важна и актуелна област на проучување во астрономијата, бидејќи нуди многу податоци за масата, температурата, структурата и еволуцијата на ѕвездите. Променливите ѕвезди често имаат периоди од неколку години до неколку децении, па професионалните астрономи немаат доволно средства постојано да ги следат промените на тие ѕвезди. Поради тоа улогата на астрономите аматери кои испраќаат податоци од илјадниците набљудувања во меѓународната база на податоци е многу значајна за ова научно поле.

Најпознати променливи ѕвезди се: Прокион во Мало Куче, U - Геминорум во Близнаци, Ламбда Таури во Бик, Алфа Херкулис во Херкул, Мира во Кит, Гама Касиопеа во Касиопеа и.т.н.



Касиопеа



Алфа Херкулис



Прокион

4.5. ЈАТА СВЕЗДИ

Иако ѕвездите на ноќното небо изгледаат како да се независни, милиони ѕвезди живеат во групи како отворени (расеани) и збиени (глобуларни) јата. Отворените јата се нови и често пати претставуваат области во кои се создаваат ѕвезди, а глобуларните јата се прастари групи од збиени ѕвезди, чиј број понекогаш го достигнува бројот на ѕвездите во помала галаксија.

Отворените јата се составени од “сестрински” ѕвезди кои потекнуваат од иста маглина, односно облак од меѓусвезден гас и прав. Поради тоа ѕвездите во отворените јата често пати имаат ист хемиски состав. Овие јата се наоѓаат во галактичката рамнина и често остануваат поврзани со магливите облаци од кои се создале. Свездите од отворените јата не остануваат долго време заедно. Додека се движи околу центарот на галаксијата јатото ги губи своите членови во период од неколку стотици милиони години. Во Млечниот Пат се откриени над 1 100 отворени јата, што претставува можеби само 1 % од вкупната популација.

Глобуларните јата претставуваат масивни групи ѕвезди поврзани со гравитација во речиси топчест облик. Тие можат да содржат помеѓу 10 000 и неколку милиони ѕвезди во област која често пати има дијаметар помал од 200 светлосни години. Спектроскопските набљудувања откриваат дека ѕвездите во глобуларните јата се многу стари, постари од повеќето ѕвезди кои во овој миг се наоѓаат во дискот на Млечниот Пат. Анализата на нивните особини покажува дека сите се речиси еднакво стари, што значи дека сите се создале заедно во краток временски период. Се смета дека се постари од 10 милијарди години. Во Млечниот Пат се откриени над 150 глобуларни јата, а некои галаксии имаат поголем број глобуларни јата од нашата.

- ***Еволуција на ѕвездените јата***

Отворените ѕвездени јата го започнуваат својот живот со ѕвезди со ист хемиски состав и старост. Во текот на повеќето стотици милиони години тие ги губат нивните членови поради исчезнување на ѕвездата или поради гравитационото влијание на другите ѕвезди во Млечниот Пат. Меѓутоа, може да продолжат да создаваат ѕвезди од првобитниот маглив облак, од кои и самите се создале. Поради тоа тие често се состојат од ѕвезди од различна старост и во различни фази на еволуција.

За разлика од нив глобуларните јата се цврсто поврзани и тешко ги губат своите ѕвезди. Поголемиот дел од времето го минуваат далеку од дискот на Млечниот Пат избегнувајќи взаемно дејство. На тој начин нивната структура останува непроменета милијарди години, многу подолго од структурата на отворените јата.

Со стареењето и исчезнувањето на ѕвездите во јатото старее и исчезнува самото јато.

- **Примери на јата**

Во Млечниот Пат се забележени над 1 000 отворени јата. Половина од нив содржат помалку од 100 ѕвезди, а најголемите имаат над 1 000 ѕвезди. Отворените ѕвездени јата имаат неправилен облик, а нивната големина се движи меѓу 5 и 75 светлосни години во дијаметар. Во спротивно глобуларните јата содржат и до милион ѕвезди симетрично распоредени во област со дијаметар од неколку стотини светлосни години. Во Млечниот Пат се познати само околу 150 глобуларни јата распрскани по периферијата на галаксијата, за разлика од отворените јата кои главно се наоѓаат на спиралните краци.

Познати отворени јата во нашата галаксија се: Хијади во Бик,



Плејади

јато Пеперутка во Скорпија, јато Кошница за Пчели во Рак, јато Плејади во Бик и.т.н. Познати глобуларни јата во нашата галаксија се: М4 во Скорпија, Кутија за Накит во Јужен Крст, Омега Кентаури во Кентаур, NGC3201 во Едра, М15 во Пегаз и.т.н.

4.6. ВОНСОЛАРНИ ПЛАНЕТИ

Сонцето не е единствената ѕвезда што има планетарен систем. Досега беа откриени над 150 планети што кружат околу други ѕвезди, а речиси секој месец се откриваат нови. Планети надвор од Сончевиот систем беа откриени околу различни видови ѕвезди и со различна старост, при што се дојде до заклучок дека создавањето на една планета е бурен процес и дека планетарните системи веројатно се честа појава. Првиот доказ за трагата што води кон планетите надвор од Сончевиот систем беше откривањето плоскови дискови од материјал околу младите ѕвезди. Ова се совпаѓа со стандардната теорија за создавање Сончеви системи со планети што се создаваат од диск на прав и гас што

кружи околу ѕвезда. Некои циркум-стеларни дискови се симетрични што упатува на претпоставки дека се наоѓаат во почетните етапи пред да се создаде планета. Други се искривени или имаат празнини, што укажува на претпоставката дека се создале планети и дека ја нарушуваат материјата во дискот. Астрономите може да добијат податоци за составот на овие дискови со метод како што е спектроскопијата. На пример, спектралната анализа на Коку Тау 4, млада ѕвезда во молекуларниот облак Бик, покажува дека недостасуваат пожешките внатрешни делови на нејзиниот правлив диск. Ова е показател дека во близина на ѕвездата, веќе се создала циновска планета. Ако е така, тогаш се создала неверојатно брзо, а ѕвездата е стара околу еден милион години, но астрономите не очекуваат да забележат планети околу ѕвезди помлади од 4 милиони години. Правливи дискови беа откриени околу постари ѕвезди. На пример, Вега е опкружена од долг правлив диск, кој целосно може да се види во областа на инфрацрвените бранови должини.

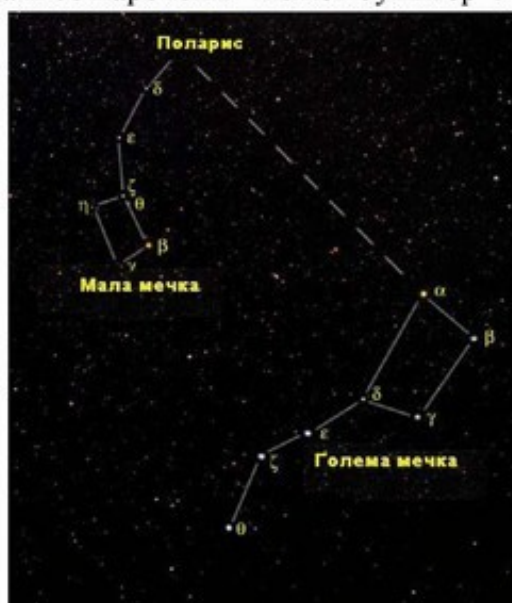
- Нови сончеви системи

Првите планети надвор од Сончевиот систем се пронајдени околу ѕвезди слични на Сонцето, што изгледаат многу необично, масивни гасовити цинови што имаат кратки орбитални периоди, многу близу до нивните матични ѕвезди. Астрономите беа изненадени, бидејќи во нивните теории се претпоставуваше дека дисковите од кои се создаваат планети главно завршуваат како нашиот Сончев систем, со поблиски мали цврсти планети и пооддалечени гасовити цинови. Можеби на почетокот тие се однесуваат според стандардниот модел на создавање планета, но потоа некоја појава веројатно предизвикува да се приближат навнатре до ѕвездата. Помалите планети веројатно би биле исфрлени од орбитата кога се приближиле внатре гасовитите цинови-планети. Сепак откривањето на сите овие речиси нови планети се врши со метод осетлив за нивно откривање, зашто истите имаат силно дејство на движењето на матичната ѕвезда. Веројатно има уште многу такви системи, слични на нашиот, што чекаат да бидат откриени. Планетите во таквите системи се многу помали и многу побледи од матичните ѕвезди, па нивното набљудување од одредена оддалеченост претставува вистински предизвик. Астрономите се служат со посредни методи за да откријат планети надвор од Сончевиот систем, потпирајќи се на

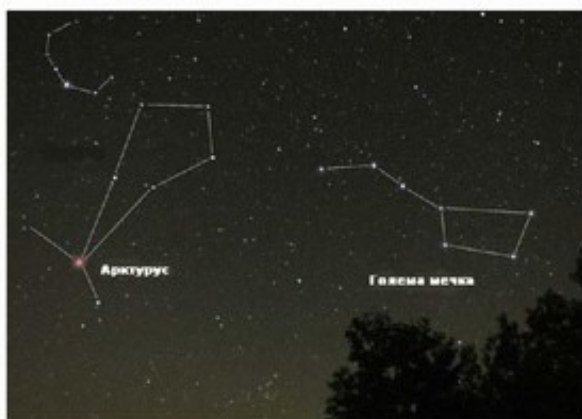
гравитациската сила на планетата врз матичната ѕвезда. Поради тоа ѕвездата трепери што може да се измери ако се гледа во црвеното и синото поместување на светлината по должина на нејзината орбита. Со усовршени телескопи ќе може да се снимат планетите надвор од Сончевиот систем во текот на следните неколку години.

- **Чудесни светови**

Гасовитите џинови што кружат околу нивните матични ѕвезди се застрашувачки места со површинска температура од околу $1\ 100\ ^\circ\text{C}$. Тие бавно испаруваат поради топлината и се наречени “жежок Јупитер”. Ексцентричните џинови беа откриени уште подалеку во планетарниот систем 47 Урса Мајорис (Голема мечка). Таму има два релативно оддалечени џинови во постојани речиси кружни орбити. Нова класа планета надвор од Сончевиот систем беше откриена во 2004 год., планета 14 пати потешка од Земјата што кружи околу ѕвездата Ми Арае.



Голема и мала мечка



Арктурус и Голема мечка

Ова може да биде гасовита планета голема колку Нептун, а ако е составена од карпи може да е супер Земја. Првите планети надвор од Сончевиот систем беа откриени во 1991 год., околу пулсарот PSR 1257. Иако се големи колку Земјата, воопшто не личат на неа.

Веројатно тие се сосема пусти и осветлени од слабиот сјај на пулсарот, кој е многу силен извор на x и y зраци.

5. НАДВОР ОД МЛЕЧНИОТ ПАТ



5. НАДВОР ОД МЛЕЧНИОТ ПАТ

*“Вселената е конечна,
но не постојат граници”*

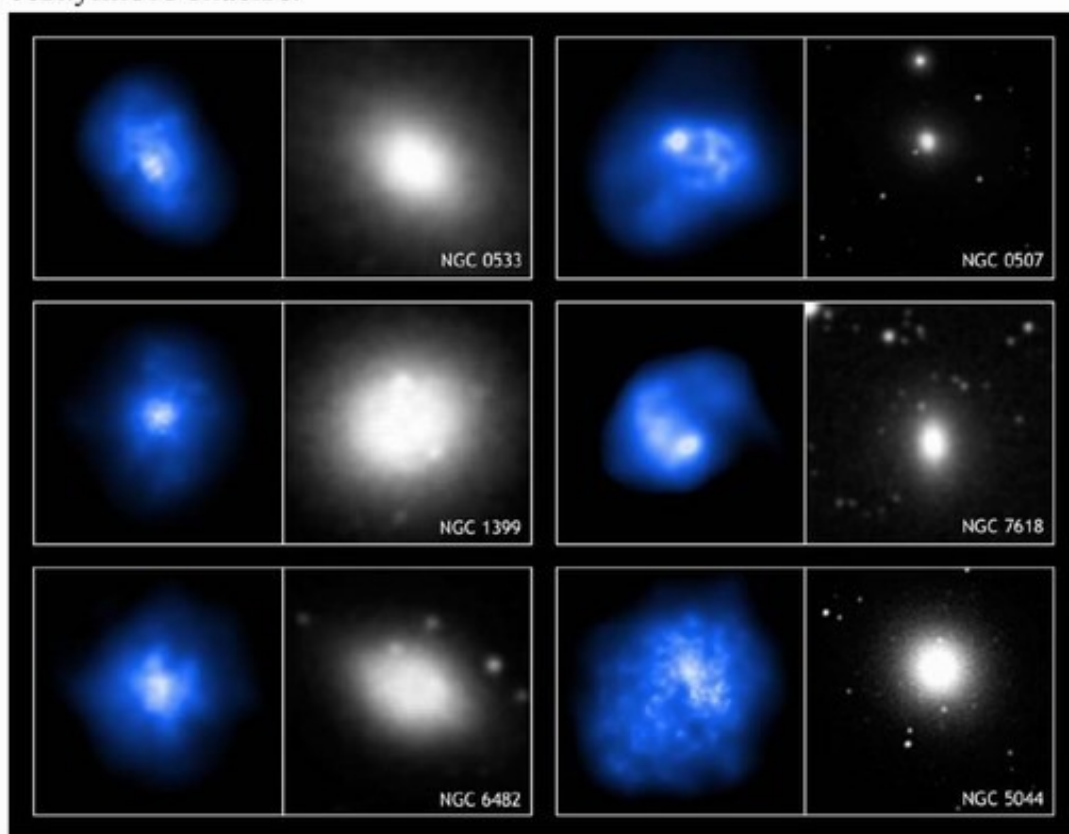
Алберт Ајнштајн

Надвор од границите на Млечниот Пат се протегаат огромни пространства - царство на галаксиите. Најблиските галаксии се во нашето соседство, таму има дури и мала галаксија што се судира со Млечниот Пат. Најоддалечените галаксии се на растојанија од милијарди светлосни години, на работ на видливата вселена и нивната светлина постојано е упатена кон Земјата. Галаксиите имаат облици на големи тркалезни дискови од материја, до циновски распространети облаци од милиони ѕвезди. Тие се многу бурни и покрај нивното величествено движење во текот на милиони и милијарди години, а судирите им се чести и величествени. Поради судирите, галаксиите се распарчуваат носејќи материјал што спирално влегува во супер масивните црни дупки, во нивните средишта, поттикнувајќи активност што создава сјај неколку пати посилен од тој на обичните галаксии. Галаксиите влијаат врз нивната околина и постојано создаваат јата и суперјата што еволуираат. На крајот токму тие суперјата галаксии ја определуваат структурата на самата вселена.

Галаксија претставува гравитационен спој од ѕвездени системи, меѓуѕвездена прашина, плазма и темна материја. Типичните галаксии содржат од 10 милиони до 1 трилион ѕвезди, кои орбитираат околу заеднички центар на гравитација. Поголемиот дел од галаксиите се протегаат и до повеќе од неколку илјадници светлосни години во дијаметар. Просторот помеѓу галаксиите е исполнет со плазма која не достигнува поголема вискозност од еден атом на метар кубен. Се претпоставува дека постојат повеќе од 100 милијарди галаксии во видливата вселена.

5.1. ВИДОВИ ГАЛАКСИИ

Насекаде во вселената постојат различни галаксии. Овие огромни тркала, топки и облаци од материја имаат различна големина и маса. Најмалите се составени само од неколку милиони ѕвезди, а најголемите од околу милион милиони ѕвезди. Некои имаат дијаметар само од неколку илјади светлосни години, а други можат да бидат стопати поголеми од нив. Некои имаат само стари црвени и жолти ѕвезди, а други се фабрики за пламени ѕвезди, полни со сини и бели ѕвезди, гас и прав. Појавите од галаксии се клучот за нивната историја и еволуција. Астрономите речиси од неодомина почнаа да ги поврзуваат делчињата на сложувалката, но и покрај тоа постојат уште многу празнини во севкупното знаење.



Видови галаксии

5.1.1. Спирални галаксии

Околу 20 - 30 % во нашето соседство галаксиите се спирални. Во секоја од нив плоскавиот диск од материја кружи околу топчестото јадро или средишните линии од црвени и жолти ѕвезди.

Ѕвезди има низ целиот диск, но најсјајните јата од млади сини и бели ѕвезди се наоѓаат само во спиралните краци.

Просторот меѓу краците често пати изгледа празен кога се гледа од Земјата, но тој исто така е исполнет со ѕвезди.



Спирална галаксија - M51

Над и под дискот има топчесто хало – област каде што кружат глобуларни јата и заскитани ѕвезди. Спиралните галаксии ротираат бавно, еднаш на неколку стотици милиони години, но не се однесуваат како цврст објект. Пооддалечените ѕвезди орбитираат повеќе време од ѕвездите кои се поблиску до јадрото. Диференцијалното ротирање е најважно за да може да се разберат спиралните гранки.

- *Спирални краци (гранки)*



Спирална галаксија - M83NGC5236

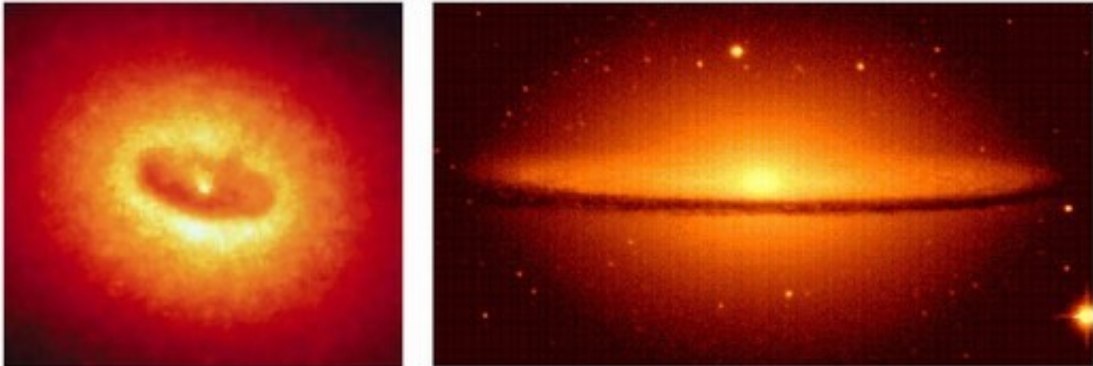
Постојаното присуство на спиралните краци во повеќето дисковидни галаксии долго време беше тајна. Ако краците кружат побрзо близу до јадрото во текот на постоењето на галаксијата од неколку милијарди години, тие би се завиле околу јадрото. Изгледа дека краците се всушност области што кружат каде што се создават ѕвезди, а не вериги од ѕвезди што кружат.

Краците никнат од зона што кружи многу побавно отколку самата галаксија. Бранот на густина е како зона на сообраќаен метеж, ѕвездите и другата материја го забавуваат движењето додека се движат навнатре и го забрзуваат движењето кога се движат нанадвор, но самата зона продолжува да се движи бавно. Зголемената густина помага во колапсирањето на гасовитите облаци и почетокот на создавањето ѕвезда. Силата на бранот на густина е различна меѓу спиралите. Ако бранот е силен, резултатот е добро обликувана спирала со два јасно обликувани краци. Ако бранот е слаб, ѕвездите од дискот создаваат локализирани области.

5.1.2. Елиптични галаксии

Елиптичните галаксии имаат структура поинаква од обична топка. Ваквите галаксии може да бидат од најголеми до најмали. Од една страна цуцестите елиптични галаксии се релативно мали јата од неколку милиони ѕвезди, често пати многу лабаво распространети кои се бледи и нејасни. Ваквите галаксии се распрскани во вселената меѓу поголемите галаксии и мора да имаат значително количество невидлив материјал кој едноставно ги одржува заедно. Можеби дел од тој материјал се наоѓа во средишна црна дупка, но поголемиот дел изгледа е загонетната црна материја распространета низ целата галаксија. Од друга страна има циновски елиптични галаксии што се наоѓаат близу до средиштата на големите јата галаксии и често пати истите содржат повеќе стотици милијарди ѕвезди. Некои циновски елиптични галаксии имаат големи надворешни слоеви од ѕвезди, па дури и умножени концентрации на ѕвезди во близина на нивните средишта, што покажува дека веројатно се создале со соединување на помали елиптични галаксии. Речисти сите ѕвезди во елиптичните галаксии се жолти и црвени и ретко има знаци за постоење прав и гас од кои се создаваат ѕвезди. Преовладувањето на старите, долговечни ѕвезди упатува на тоа дека секое создавање на ѕвезда одамна завршило. Секоја ѕвезда кружи околу густото јадро на галаксијата по своја патека. Можноста за судирање е многу мала, затоа што ѕвездите се многу мали во однос на растојанијата меѓу нив. Без облаци од гас и прав, со кои би дејствувале

меѓусебно, таму не постои ништо друго што би ги потиснало ѕвездите во една рамнина на ротирање.



Елиптични галаксии

Елиптичните галаксии се опишани во сообразност на степенот на издолженост т.е. колку нивниот облик отстапува од совршена топка, но најголемите галаксии секогаш имаат облици многу слични на совршени топки.

5.1.3. Дисковидни галаксии

На прв поглед дисковидните галаксии личат на елиптичните т.е. во нив преовладува речиси елиптично јадро од стари, црвени и жолти ѕвезди. Сепак, овие галаксии околу тоа јадро имаат диск од ѕвезди и гас. Ова ги поврзува со спиралните галаксии и тие воопшто според големината и обликот личат на нив, иако јадрото е често пати многу поголемо отколку кога би било во спирална галаксија со иста големина.

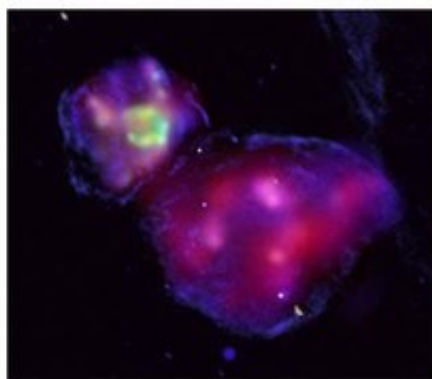


Дисковидни галаксии

Основната разлика меѓу дисковидните и спиралните галаксии е тоа што дисковидните галаксии немаат спирални краци и никаков знак за создавање ѕвезди во нивните дискови. Бидејќи во нив нема сјајни јата со сини ѕвезди што ќе ги осветлуваат дисковите на спиралите, дисковидните галаксии понекогаш тешко се разликуваат од елиптичните галаксии. Астрономите не се сигурни како се создале овие галаксии. Тие мислат дека ова се спирални галаксии што го изгубиле поголемиот дел од гасот и од правот.

5.1.4. Неправилни галаксии

Не се вклопуваат сите галаксии во шемата на спиралните, елиптичните и дисковидните галаксии. Некои од овие неправилни галаксии се судираат со соседните или го губат обликот под влијание на гравитацијата на соседните галаксии. Тие обично се групирани и опфатени со терминот необични. Овие галаксии имаат обично многу гас, прав и жешки сини ѕвезди. Всушност, многу неправилни галаксии се места каде што се создаваат ѕвезди. Во нив често има огромни розови маглини што емитуваат водород, каде што се создаваат ѕвездите. Некои неправилни галаксии покажуваат постоење на структура на зачетоци на спирални краци. Најсјајните соседни галаксии на Млечниот Пат, Големият и Малиот Магеланов Облак се типични неправилни галаксии.



Голем и Мал Магеланов Облак

5.1.5. Средишни црни дупки

Многу, а можеби и сите галаксии имаат темна област внатре во јадрото, што изгледа необично поради контрастот со другите делови. Брзите орбити на ѕвездите близу до галактичкото јадро покажуваат дека во средиштето на најспиралните и најелиптичните галаксии има огромна концентрација на маса со многу мал волумен, често пати материјал околу милијарди Сонца во простор малку поголем од Сончевиот систем. Единствениот објект што може да достигне таква густина е црната дупка.



M64



Средишна црна дупка

И покрај огромната гравитација на ваква супер масивна црна дупка, во повеќето соседни галаксии, материјалот одамна се распоредил во стабилните орбити околу неа. Бидејќи нема да апсорбира материјал црната дупка е неактивна. Кога облак од гас или друг материјал ќе се доближат премногу, црната дупка може да се активира привлекувајќи го заскитаниот материјал и загревајќи го, при што се создава зрачење. Црната дупка може да создаде секаков вид зрачење, од ниско енергетски радио бранови до вискоенергетски x – зраци. Во крајни случаи на т.н. активни галаксии, зрачањето од јадрата е главна појава во галаксијата.

5.2. РАЗВИТОК НА ГАЛАКСИЈА

Создавањето на галаксиите беше тајна за астрономите многу децении. Денес телескопите се користат за проучување на галаксиите оддалечени милијарди светлосни години, за да го откријат нивниот развој од создавањето. Светлината што доаѓа од овие објекти до Земјата се упатила од нив кога галаксиите во вселената биле многу млади. Ваквите далечни глетки покажуваат множество неправилни галаксии, насилни судири и голема активност. Астрономите денес разгледуваат нов модел на развојот на галаксиите. Бидејќи тие гледаат само еден миг од развојот на една галаксија, истите треба да ја надополнат претставата за времето на постоење на галаксиите, така да во многу објекти во вселената ќе бараат модели што би можеле да ги поврзат галаксиите низ просторот и времето. Во однос на просторот, големи елиптични галаксии се откриени само во големите јата галаксии, а најголемите се наоѓаат точно во средиштата на големите јата. Тоа покажува дека развојот на елиптичниот облик зависи од близината на другите галаксии. Низ времето, процентот на големите неправилни галаксии бил многу поголем во близина на Големата експлозија - Биг Бенг. Ова покажува дека неправилните галаксии се преобразиле во спирални, а потоа во елиптични.

При создавањето на галаксиите најважно е влијанието на темната материја. Исто како денес и тогаш темната материја била многу поважна од обичната. Дали оваа материја била жешка и брза или студена и релативно бавна? Моделите на жешка темна материја покажуваат дека прво би се создале големите структури од галаксии што постепено се згуснувале надвор од нив. Ова е во судир со набљудувањата при кои се продолжува да се трага по докази за првите ѕвезди и галактички црни дупки веднаш по Биг Бенг-от. Сега изгледа дека потеклото на одделни галаксии се наоѓа во комбинација од многу брз развој од помали кон поголеми структури и побавно создавање на поголеми структури, делумно поттикнато од гравитацијата на студената темна материја.

- *Галаксии што се судираат*

Во зависност од нивната големина галаксиите се многу позбиени од ѕвездите, па затоа често доаѓа до судири. При судирите облаците од

гас што меѓусебно дејствуваат во галаксиите се под притисок, поттикнувајќи создавање ѕвезди. Облаците може да се загреат толку многу што ќе испарат од галаксијата во процесот наречен исчезнување поради притисок. Самите ѕвезди ретко се судираат. Тие се толку мали во однос на просторот што поминуваат како да се учесници на некој марш. Спиралните краци целосно може да се одвојат од галаксијата под влијание на гравитацијата. Компјутерските модели на галактички судири неодамна беа комбинирани со набљудување на младата вселена, кога судирите биле многу почести. Ова проучување упатува на тоа дека меѓусебните дејства се причина за менувањето на обликот на галаксиите во текот на милијарди години.

5.3. ГАЛАКСИИ

Астрономите природно биле привлечени од најсјајните, најубавите и најзагадочните галаксии. Сепак, од 100 милијарди галаксии во видливата вселена само еден мал дел се величествени спирални и циновски елиптични галаксии. На астрономите почнува да им станува јасно дека повеќето галаксии се релативно мали и бледи растурени топки и неправилни облаци од ѕвезди. Најбледите и најчестите галаксии се цуцестите елиптични галаксии што личат на поголеми глобуларни јата ѕвезди од неколку милиони ѕвезди. Овие бледи галаксии се видливи само ако се наоѓаат поблизу во споредба со меѓугалактичките размери. Најсјајни се циновските елиптични галаксии што може да бидат 20 пати посјајни од Млечниот Пат.

Најјужното небо не било видно за европејците се додека не дошле на јужната полутопка. Португалскиот истражувач Фернандо Магелан бил меѓу првите што го направил тоа во текот на неговото патување околу светот од 1519 до 1521 год.



Голем и Мал Магеланов Облак

Најблиската и најпроучуваната галаксија до Млечниот Пат е Андромеда (M31). Нејзиниот дијаметар е околу 250 илјади светлосни години. Таа е повеќе од 2 пати поголема од нашата галаксија.

Прв ја открил како мал облак персискиот астроном Ал – Суфи околу 905 година од нашата ера и со векови се сметало дека е маглина на оддалеченост слична како другите објекти на небото. Усовершените телескопи открија дека оваа маглина, како и многу други, има спирален облик. Оддалечена е над 2 милиони светлосни години од нас.



Андромеда

Во почетокот на XX век Едвин Хабл ја открил вистинската нејзина природа. Андромеда и Млечниот Пат се движат една кон друга и би требало да се судрат и да почнат да се соединуваат за околу 5 милијарди години.

5.4. АКТИВНИ ГАЛАКСИИ

Во многу галаксии во вселената има неверојатни појави што им даваат особен белег. Иако има неколку видови необични галаксии, преку нивното необично однесување може наназад во времето да се следи големата активност во нивните јадра. Изгледа меѓу нив има основни сличности и затоа тие често се проучуваат заедно под терминот активни галаксии.

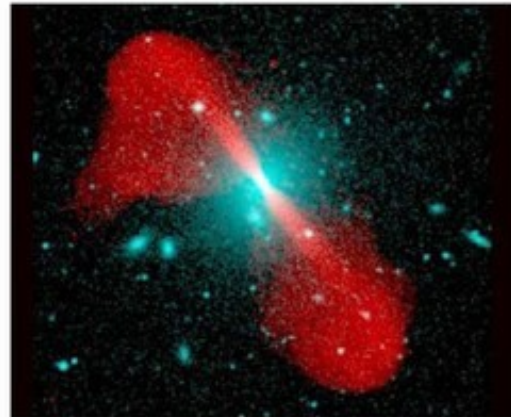
Астрономите сметаат дека појавите во активните галаксии се поврзани со нивните црни дупки. Повеќето галаксии имаат црни дупки со маса од неколку милиони Сонца во нивното јдро, познати како супермасивни црни дупки, но повеќето такви црни дупки се неактивни, т.е. целиот материјал во тие галаксии е во стабилна орбита околу црната дупка. Во активните галаксии материјата сеуште пропаѓа внатре и се загрева поради силната гравитација, создавајќи блескав пробив на зрачење. Додека погонот на црната дупка ја привлекува материјата внатре, вжештениот материјал создава спирален акрециски диск. Жешкиот диск емитува x – зрачење и други силни зрачења со огромна енергија. Околу надворешниот раб на дискот се создава густо тркало од прав и гас. Силното магнетно поле што ја опкружува црната дупка исто така привлекува дел од материјалот што пропаѓа внатре исфрлајќи го во вид на два тенки снопови на половите под прав агол со рамнината на акрецискиот диск. Овие млазови емитуваат радио-браново зрачење што е последица од синхротрониот механизам.

- Активни видови

Астрономите разликуваат четири основни видови на активни галаксии. Секоја од нив покажува низа свои активни појави и во секој поглед овие активни појави се доказ за бурните активности во јадрото.

Радиогалаксиите се најмоќните природни извори на радиобранови на небото. Емисиите типично доаѓаат од двата големи лобуси на двете страни на очигледно мирната галаксија и често пати со неа се поврзани со тенки млазови.

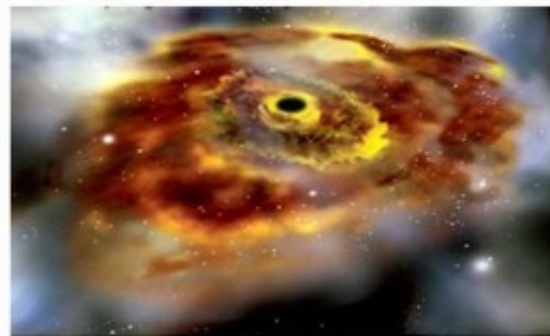
3C296



Сајфертовите галаксии се релативно нормални спирални галаксии со густо, сјајно јадро, чија сјајност може да се менува во текот на само неколку денови.

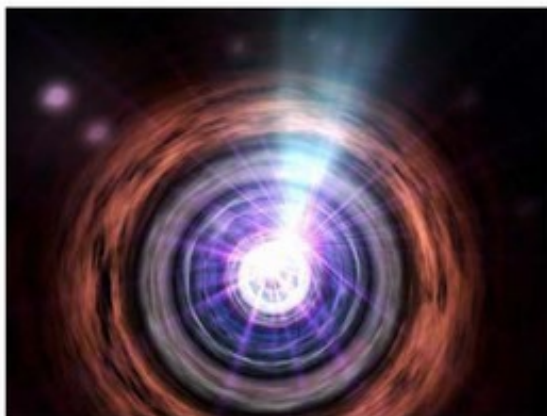
NGC1566

Квазарите се појавуваат како сјајни звездести точки што покажуваат слична, но поголема променливост. Линиите на црвено поместување во нивните спектри покажуваат дека тоа се многу оддалечени галаксии.



Квазар

Современите моќни телескопи можат да ги забележат како галаксии со многу блескави јадра. Тие се најмоќните и најоддалечените сродници на Сајфертовите галаксии.



Блазар

На крајот *Блазарите* се свездести променливи галаксии слични на квазарите, но без карактеристични линии во нивните спектри. Стандардниот модел на погон на црна дупка може да ги објасни големите структури од секој вид. Како ќе се појави галаксијата зависи од силината на нејзината активност и од аголот под кој ја гледаме.

- *Историјата на активните галаксии*

Распоредувањето различни видови активни галаксии во вселената дало објаснување за развитокот на галаксиите. Квазарите и Блазарите никогаш не биле видени близу до Земјата. Тие секогаш се бледи и далечни, со црвени поместувања во спектарот што укажува дека се оддалечени од Земјата милијарди светлосни години, а ние ги гледаме такви какви што биле многу одамна. Спротивно од нив, Радиогалаксиите и Сајфертовите галаксии се распрскани низ соседната вселена, а радио млазевите се поврзани со двата вида спирални и елиптични галаксии.

- *Што се случило со Квазарите и Блазарите?*

Изгледа тие претставуваат кратка етапа во развитокот на една галаксија, веднаш откако таа се создала. Во тоа време материјалот во средишните области веројатно имал безредни орбити, а погонот на средишната црна дупка се напојувал од постојано снабдување со ѕвезди, гас и прав што пропаѓаат во неа. Додека црната дупка ја проголта материјата во средината, објектите со постојани орбити се на безбедна оддалеченост. Поради недостиг на гориво, погонот ќе почне да згаснува и Квазарот ќе почне да мирува, слично како вообичаена галаксија од типот на Млечниот Пат. Денес таквите галаксии повторно може да се активираат, ако учествуваат во судири поради кои нов материјал ќе пропаѓа во црната дупка. Многу соседни Радиогалаксии и Сајфертови галаксии даваат докази за неодамнешни судири или блиски средби, а некои од овие галаксии се доволно близу што им овозможуваат на инфрацрвените телескопи непосредно да ги снимаат прстените од прав

околу нивните јадра. Сепак активноста во блиското минато е ограничена, па дури и најголемите Радиогалаксии создаваат малку енергија во споредба со Квазарите, а Сајфертовите галаксии се најслабите активни галаксии.

- Дали Млечниот Пат е активен?

Галаксијата Млечен Пат, како и секоја галаксија со средишна црна дупка, има можност да биде активна, а има интересни докази дека веројатно била активна во блиското минато. Во 1997 год. научниците открија голем облик со емисии на гама зрачење над средиштето на галаксијата. Зрачањето имаше особена фреквенција, што упатуваше на тоа дека е последица на средби на електрони и позитрони и на процес на анхилација во вид на експлозија на енергија. Можеби позитроните се создале поради активност во јадрото, веројатно од пропаѓање на материјата во црната дупка и потоа се пресретнале со распрсканите електрони надвор од галаксијата и взаемно се поништувале што довело до создавање на особен блесок. Бидејќи облаците се наоѓаат само на 3 000 светлосни години од средиштето на галаксијата, активноста сигурно се појавила неодамна.

5.5. ЈАТА ГАЛАКСИИ

Во природата на галаксиите е да бидат во јата. Привлечени едни од други поради нивната гравитација тие се збиваат во јата, понекогаш кружејќи една околу друга, а почесто судирајќи се. Додека галаксиите бавно се движат помеѓу јатата структурата на јатото се менува. Еволуцијата на јатата може да им даде податоци на астрономите за темната материја, а јатата може да послужат дури и како вселенски “леќи”.

- Видови јата

Некои јата галаксии се ретки, лабави збирови галаксии. Најмалите јата обично се нарекуваат групи. Локалната група чиј член е Млечниот Пат е едно такво јато. Другите јата, како соседното јато Девица, се погусте и имаат повеќе стотици галаксии што се распоредуваат без ред. Има и јата што се уште погусте, како јатото Кома. Во нив галаксиите се распоредени во средена, топчеста структура

околу средиштето околу кое преовладуваат циновските елиптични галаксии. Иако галаксиите имаат различна густина, волуменот на просторот во кој се наоѓаат главно е ист, со големина од неколку милиони светлосни години. Сите галаксии не се наоѓаат во јата, туку постојат повеќе изолирани “полиња со галаксии”, отколку јата со галаксии. Сепак некои видови галаксии не постојат надвор од јатата. Циновските елиптични галаксии секогаш се наоѓаат близу до средиштето на големите јата, како огромни дифузни галаксии.

Повеќето составни делови на јатата може да не се видат, вклучуваќи ги и бледите, дифузни, цуцести елиптични галаксии и т.н. темни галаксии. Темната галаксија би имала водороден гас и материјал премногу редок за да се кондензира и да поттикне создавање ѕвезди. Веројатно првата таква галаксија е пронајдена во јатото Девица во почетокот на 2005 год.



Јато Девица

Меѓугалактичка средина

Астрономите може да ја проценат вкупната маса на јата галаксии преку начинот на кој галаксиите се движат, но и преку феноменот на гравитациска леќа – ефект на општата теорија на релативност. Кога густо јато се наоѓа пред повеќе густи галаксии неговата маса ја закривува светлината што поминува близу до него и испраќа на Земјата искривени снимки на далечни галаксии. Со мерење на јачината на овој ефект може да се измери и масата на јатото и да се направи модел на кој начин била распоредена масата. Јатата галаксии имаат многу повеќе маса од видливите галаксии отколку што изгледа дека имаат и поголемиот дел од неа се наоѓа во материјата што го исполнува просторот меѓу галаксиите. Оваа меѓугалактичка средина многу повеќе се распоредува околу средиштето на јатото, отколку галаксиите. Сателитите за x – зрачење како Чандра ја открија природата на дел од овој материјал, гас што зрачи во област на x – зрачењето. Најголемиот дел е водород, но постојат и потешки елементи. Се смета дека потекнува од јатото галаксии и дека се одвојува при блиски средби и

судири. Сепак поголемиот дел од масата на јатото не е гас, туку темна материја.

- *Развиток на јато*

Астрономите веќе имаат претстава за развиток на едно јато што ги заокружува нивните модели за еволуција на галаксиите. Имено, тие сметаат дека јатата галаксии на почетокот се лабави збирови од спирални галаксии богати со гас, неправилни и мали елиптични галаксии. Поради нивната близина и големата гравитација, спиралните галаксии обично се соединуваат, притоа создавајќи нови спирални или елиптични галаксии. Секое меѓусебно дејство го одведува поголемиот дел од слободниот гас во меѓугалактичката средина. Високата температура и брзина на атомите во таа средина спречува тие повторно да бидат заробени од галаксиите во јатото. Во оваа етапа јатото е неправилно или “понемирно”, па образецот на галаксии и меѓугалактички гас е неправилен и безреден. Сепак, додека галаксиите се вртат една околу друга, нивните случајни движења се губат и тие почнуваат стабилно, кружно и помирно да се распоредуваат околу средиштето на јатото. На крајот дури поголемите елиптични галаксии почнуваат да се соединуваат, создавајќи циновски елиптични галаксии. Жешкиот гас ослободен од привлекувањето на одделни галаксии се насобира во средиштето на јатото каде што рамномерно се распоредува околу елиптични галаксии во јатото.

5.6. СУПЕРЈАТА ГАЛАКСИИ

Најголем развој на структури во вселената е на суперјатата галаксии, збир од соседни јата галаксии групирани во низи и блокови што се протегаат низ вселената. Оваа структура се создала при самиот Биг Бенг. Со проучување на вселената во овие големи рамки астрономите можат да учат за нашето место во вселената и на кој начин таа се создала.

Исто како што галаксиите со гравитацијата се поврзани во јата, и јатата галаксии се меѓусебно поврзани во уште поголеми структури наречени суперјата.



Девица

Низ од јата галаксии ја поврзува локалната група галаксии, во која се наоѓа Млечниот Пат, со јатото Девица, оддалечено 52 милиони светлосни години. Ова е средиштето на локалното суперјато.

Како и другите суперјата јатата галаксии не се целосно одвоени едни од други, туку се соединуваат на рабовите. Целото суперјато се протега над 200 милиони светлосни години, соединувајќи се на рабовите со други суперјата.

Внатре во едно суперјато, секое јато е колапсирачки јазол од гравитација што се развива. Дури во овие огромни размери гравитацијата на суперјатата се спротиставува на ширењето на вселената. Поради гравитацијата на суперјатото Девица и другите галаксии се привлечени кон него, спротиставувајќи се на ширењето на вселената со брзина од $1\,500 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

- *Вселената во соседството*

Астрономите ја картографираат вселената така што ги мерат црвените поместувања на спектралните линии на милиони галаксии. Ако црвените поместувања се последица од оддалечувањето на галаксиите со ширењето на вселената, тие може да се земат како мерка за оддалеченост. Астрономите за огромни растојанија често ги користат предностите на црвените поместувања, наместо мерката светлосна година. Тие прават корекции на проценките на големината на црвеното поместување кога ги набљудуваат движењата на суперјата во големи размери и јата што не се последица на ширењето на вселената. На пример: целото суперјато Девица се движи кон загадочна концентрација на маса, наречена “Големиот привлекувач”, со брзина од $611 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.
Картите на вселената до неколку стотици милиони светлосни години откриваат дека галаксиите се соединуваат во јата во вид на нишки меѓу

кои има празнини. Со проширување на картата се покажува дека овие појави се повторуваат низ целата вселена на истиот начин во сите насоки.

- **“Нишки” и “празнини”**

Мерена во најголеми размери вселената открива општ образец. Суперјатата галаксии се соединуваат во вид на нишки или рамни плочи што окружуваат огромни јасно видливи празни простори наречени празнини. Структурите до ниво на јата може да бидат објаснети со дејството на гравитацијата од Биг Бенг-от наваму, но сегашната старост на вселената 13,7 милијарди години, не е доволна за да може самата гравитација да ја организира вселената во нишки и празнини. Проучувањата на космичкото позадинско зрачење упатува на тоа дека нишките и празнините се последица од структури од почетниот период на вселената. Тоа зрачење покажува бранувања на температурата и распоредувањето на материјата во вселената кога била стара само 300 илјади години, всушност, тоа се неправилности што се зачнати од самиот Биг Бенг. Брановите материја создале реки гравитација кон која се движела материјата, создавајќи нишки уште кога вселената била многу мала. Суперјатата се кондезирале во најгустите делови на нишките, а јатата и галаксиите се создале во нив, според принципот од најмало до најголемо.

- **Меѓу суперјатата**

Со децении астрономите претпоставувале дека празнините меѓу суперјатата, можеби не се сосема празни. Можеби празнините ја кријат материјата што е прозирна и не емитува светлина, вклучувајќи и дел од загадочната темна материја во вселената. Астрономите сега веќе имаат откриени невидливи облаци од водород, кои може да се видат само преку нивното влијание врз спектарот на далечните Квазари. Додека светлината се шири од овие Квазари, минувајќи низ водородните облаци, секој облак остава како трага апсорпциска линија наречена Лиман - Алфа линија во спектарот на одредни бранови должини. Спектарот на светлината се поместува кон црвено додека таа се движи низ вселената што се шири пред да навлезе во следниот облак. Последица на тоа е низа линии на црвено поместување низ спектарот. Со декодирање на црвеното поместување на линиите, астрономите

Астрономија – Тајните на вселената

успеа да го пресметаат растојанието на секој облак и веројатно да го картографираат распоредувањето на облаците меѓу јатата галаксии.

6. ВО ПОТРАГА ПО ДРУГИ ЗЕМЈИ



6. ВО ПОТРАГА ПО ДРУГИ ЗЕМЈИ

*“Во мојот математички мозок, самите броеви
совршено рационално размислуваат за вонземјани.
Вистинскиот предизвик е да се дознае
како всушност вонземјаните би изгледале”*

Стивен Хокинг

Што е живот и како настанал? Постои ли живот – конкретно, интелегентен живот, надвор од Сончевиот систем? Овие прашања ги интересираат луѓето од најодамнешните времиња, меѓутоа, дури неодамна развивме предуслови за спроведување на истражувања и давање научно базирани одговори.

Ако постои живот на друго место во вселената, логично е да се очекува да се открие свет сличен на Земјата, цврста планета што кружи околу звезда од основната низа.

Според постојните докази околу 10 % од поблиските ѕвезди слични на Сонцето имаат планети. Најновите техники може да се искористат за да се проценат орбиталните параметри на гасовитите џинови околу тие ѕвезди и според нив да се откријат тие со стабилни, оддалечени, кружни орбити. Внатре во тие системи веројатно $\frac{1}{4}$ од сите, можеби се наоѓа внатрешна зона каде што се создаваат цврсти планети слични на Земјата.

Тие системи ќе бидат први на листата за проучување на новите генерации телескопи, што ќе почнат да се употребуваат од 2014 год. натаму. Тие телескопи ќе бидат доволно осетливи на светлината на планетите слични на Земјата и ќе можат да ги анализираат показателите на знаци за живот, како што се кислородот и метанот.

Ако се откријат овие хемиски елементи ќе најдеме друго место за живеење во вселената или планета вистинска близначка на Земјата.

Кога ќе се земат во предвид сите предуслови за настанување на живот, нема да бидеме премногу нескромни, ако заклучиме дека

Астрономија – Тајните на вселената

највеличествените појави во вселената не се ни циновските ѕвезди, ни галаксиите, па ни супермасивните црни дупки, туку ние самите!