



Македонско астрономско друштво

Астрономски алманах 2016

(број 15)

Скопје, 2016

Редакциски одбор:

д-р Олгица Кузмановска - главен и одговорен уредник

д-р Гордана Апостоловска - член

д-р Наце Стојанов - член

д-р Олга Галбова - член

д-р Драган Јакимовски - член

<http://astronomija.org/>

*

* *

На *предниот дел од корицата*: Снимка на Плутон направена со леталото „Нови хоризонти“, комбинирана со анимација на леталото. *Извор: NASA*

На *задниот дел од корицата*: Склопувањето на телескопот на терасата на ПМФ.

*

* *

Компјутерска подготовка:

Киро Мавроски

*

* *

Печати:

ДБ Системи Скопје

*

* *

Тираж:

200 примероци

СОДРЖИНА

Две децении на Македонското астрономско друштво _____	5
<i>Гордана Апостоловска</i>	
Нови хоризонти _____	11
<i>Марко Шунтов</i>	
Гравитациони бранови _____	25
<i>Христијан Кочанковски</i>	
Неутриното и мистериите на модерната физика на елементарни честички _____	35
<i>Моника Пешевска и Александар Ѓурчиновски</i>	
Улогата на гасните планети во создавањето на планетарните системи _____	49
<i>Наце Стојанов</i>	
Бинарни ѕвездени системи _____	59
<i>Љупчо Петров и Гордана Апостоловска</i>	
Вовед во астробиологија _____	75
<i>Димитар Цундев</i>	
Космички зраци _____	87
<i>Ламбе Барандовски</i>	
Практичната астрономија во стара Грција _____	95
<i>Јана Богданоска</i>	
Новите имиња на егзопланетите _____	113
<i>Биљана Митреска</i>	
Поглед кон небото низ дел од историјата _____	117
<i>Ристе Попески-Димовски</i>	
Информации за Зимска школа по астрономија и за натпреварот по астрономија во 2015 година _____	123
Астрономски календар за 2016 година _____	125
<i>Васил Умленски и Гордана Апостоловска</i>	

ДВЕ ДЕЦЕНИИ НА МАКЕДОНСКОТО АСТРОНОМСКО ДРУШТВО

На 14 март 1996 година по иницијатива на професорот Мијат Мијатовиќ и околу триесетина заљубеници во астрономијата на Институтот за физика при Природно-математичкиот факултет, се одржа Основачко собрание на Македонското астрономско друштво (МАД). МАД претставува асоцијација на граѓаните љубители на астрономијата, астрофизиката и сродните науки, како и научните работници од овие области здружени во друштвото, со цел да го координираат своето делување во афирмација и популаризацијата на астрономијата.



Сл. 1. Фотографија од Основачкото собрание на МАД на 14 март 1996 година

Професорот Мијат Мијатовиќ беше претседател на МАД од неговото основање па се до својата прерана смрт во 2000 година. Ентузијазмот и креативноста на проф. Мијатовиќ беа мотивирачки, како за неговите студенти и соработници, така и за членовите на Друштвото. Прераната смрт на научникот и популаризатор на



науката претставува огромна загуба за астрономијата и физиката во Република Македонија.

Од 2001 до крајот на 2005 година претседател на МАД беше д-р Драган Михајловиќ. Тој успешно ја продолжи работата на Друштвото преку организирање на Зимските школи по астрономија, натпревари по астрономија и популарни предавања. Од 2006 до почетокот на 2016 година претседател е професор Гордана Апостоловска, а од 2016 г. таа функција ја презема проф. Олгица Кузмановска.

За дел од активностите во првата деценија на МАД може да прочитате во **Астрономскиот Алманах 206** или на: <http://astronomija.org/>.

2006-2016

Во изминатава деценија најголема популаризација на астрономијата имаше во 2009 година која од страна на УНЕСКО беше прогласена за Светска година на астрономијата. Еден значаен настан кој се организираше од членовите на МАД и на Скопското астрономско друштво (САД), а со финансиска помош на Регионалното биро за наука и култура во Европа (BRESCE), дел од UNESCO, беше првиот астрономски камп за млади кој се одржа од 18-20 септември 2009 година на мегалитската опсерваторија Кокино. Сместувањето на учениците - 21 вљубеници во астрономијата од повеќе градови од Македонија, беше во ученичкиот интернат во општината Старо Нагоричане и беше овозможено од општината. Во рамките на кампот беа одржани неколку предавања, се набљудуваше со телескоп во вечерните часови, учесниците направија мапа на Сончевиот систем, а беше одржана и посета на мегалитската опсерваторија Кокино. Фотографии од овој настан може да видите на:



<https://sites.google.com/site/iya2009macedonia/kokino2009>

За други активности во годината на астрономијата може да погледа на: <https://sites.google.com/site/iya2009macedonia/2009-megunarodna-godina-na-astronomijata>



Сл. 2. Астрономски камп за млади Кокино 2009 година

По активностите спроведени насекаде во светот во Меѓународната година на астрономијата 2009, ресурси кои може да бидат корисни при едукација на учениците. Една таква е мрежата на *Галилеевите едукатори* (The Galileo Teacher Training Program - GTTP), која стана официјална образовна програма и дел од Стратешкиот план на на Интернационалната астрономска унија (IAU). Наставниците кои сакаат да се запознаат со активностите на оваа програма нека ја посетат официјалната страна: <http://www.site.galileoteachers.org/>. Во рамките на GTTP активностите во Република Македонија, на 13.11.2010 година на Институтот за физика при Природно-математичкиот факултет во Скопје, во организација на МАД се одржа еднодневен семинар за наставници од училиштата на кои претходно им беа донирани мали телескопи (галилеоскопи). Доделувањето на галилеоскопите беше направено во просториите на СОУ „Гоце Делчев“ во Валандово, од страна на претседателот на Регионалното здружение на физичари, професорот по физика Стојан Манолев. Семинарот беше отворен од страна на Билјана Дијанисиева, Национален координатор за GTTP активности во Република Македонија.





Сл. 3. Дел од едукативните материјали на МАД

Во текот на оваа деценија МАД продолжи со издавање на научно-популарното списание *Астрономски алманах* и со организирањето на традиционалните астрономски школи на кои секоја година присуствуваат по околу 100 ученици и 20 наставници. Во рамките на овие школи се организираат и натпревари по астрономија. Новина во изминатиот период е учеството на македонски натпреварувачки тим на Меѓународната олимпијада по астрономија и астрофизика (IOAA). Првото учество беше на IOAA 7 во 2013 г. во Волос, Грција. Учествуваа 5 ученици од средните училишта „Јахја Кемал“, а лидер на тимот беше Станиша Вељковиќ, професор по физика во „Јахја Кемал“. Во 2014 година на IOAA 8 во Сучава, Романија, покрај професорот Вељковиќ, лидер на тимот беше и натпреварувачот од претходната олимпијада (кој тогаш доби пофалница) Филип Симески. Ученикот Дејан Максимовски од „Јахја Кемал“, доби пофалница на IOAA 8 и е навистина голема штета што поради финансиски причини овој ученик, а и целиот тим, не учествуваа на IOAA 10 во Индонезија. Повеќе за овие две олимпијади може да прочитате **Во Астрономскиот алманах 2015.**



МЕЃУНАРОДНА
ГОДИНА НА СВЕТЛИНАТА
2015

**КОСМИЧКА
СВЕТИНА**



На 20 март 2015 година се случи еден интересен настан - делумно сончево затемнување. Во организација на МАД оваа појава беше набљудувана на терасата на ПМФ. Сите заинтересирани безбедно можеа да го следат затемнувањето (еклипсата) преку телескоп со филтер, специјални сончеви очила и во проекција.



Сл. 4. Соларното делумно затемнување на 20 март 2015 година

Во сите активности Македонското астрономско друштво соработува со членовите на Скопското астрономско друштво. Ова друштво се формираше две години по формирањето на МАД и е многу активно во областа на одржување на теренски набљудувања, астрокампови, предавања и соопштување на новости за актуелни астрономски појави и откритија. Повеќе за активностите за ова друштво може да видите на: <http://astronomija.mk/>.

Уште едно поново друштво што делува на територијата на градот Скопје е Астрономскиот центар „Орион“. Повеќе информации може да најдете на: <http://www.orion.mk/>.

Главен настан во одбележувањето на годината на светлината беше реставрацијата на стариот астрономски рефрактор и неговото активирање на терасата на Природно-математичкиот факултет во Скопје. Повеќе за овој настан може да прочитате во овој алманах во текстот од доцент Ристе Попески – Димовски.

Астрономијата со својата научна, технолошка и културна димензија претставува уникатно средство за глобален развој на едно општество, како и светот во целина. Развојот на астрономијата спаѓа во една од најглавните мисии на Интернационалната астрономска унија (IAU). Стратегијата – *Астрономија за развиен свет 2010-2020* е дадена на https://www.iau.org/static/education/strategicplan_2010-2020.pdf. Македонското астрономско друштво, иако досега осамено и без поддршка од релевантните државни, ќе настојува и понатаму да го стимулира образованието во областа на астрономијата и сродните науки, надевајќи се дека со тоа ќе го зголеми бројот на младите луѓе во природните науки. На Институтот за физика, при Природно-математичкиот факултет во Скопје постојат студии од прв и од втор циклус по астрономија со астрофизика: <http://fizika.pmf.ukim.mk>.

Гордана Апостоловска
Претседател на МАД

14.03.2016



НОВИ ХОРИЗОНТИ

Марко Шунтов

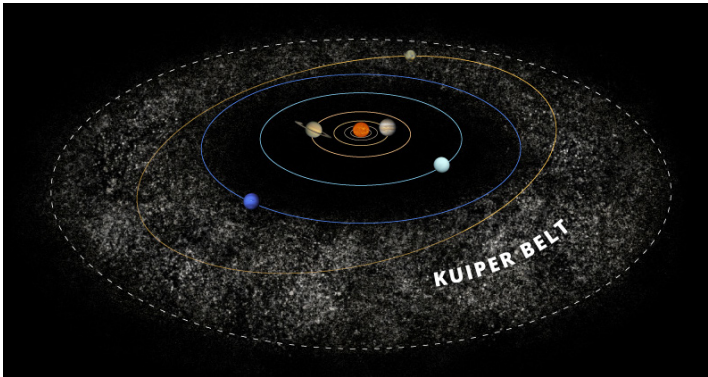
Пред 5 милијарди години регионот во Вселената во кој денес се наоѓа нашиот Сончев систем бил исполнет со голем молекуларен облак. Овој облак зафаќал огромни пространства од неколку светлосни години и веројатно родил неколку ѕвезди од кои една е и нашето Сонце. Облакот типично бил составен во најголем дел од водород и помалку хелиум, како и од траги на некои потешки елементи кои биле „зготвени“ во претходните генерации на ѕвезди. Пред 4,6 милијарди години овој голем молекуларен облак почнал гравитациски да се собира во неколку сегменти наречени „соларни небули“. Секоја од овие соларни небули формирала свој *планетарен систем*, а од еден од нив настанал и нашиот Сончев систем.

Нашата соларна маглина продолжила да се собира под дејство на гравитацијата и, поради законот за запазување на моментот на импулс, да ротира сè побрзо. Во еден момент, центарот на маглината, во кој се насобрал најголемиот дел од масата станал потопол од околниот диск. Како што маглината ротирала сè побрзо, почнала да се сплескува во протопланетарен диск со дијаметар од околу 200 AU (астрономски единици), со густа и жешка маса во центарот, наречена „протос ѕвезда“. Планетите се формирале преку процесот на акреција на материјата од овој диск во кој правта и гасот гравитациски се привлекувале и судирале за да формираат сè поголеми тела. Во раниот Сончев систем постоеле неколку стотици протопланети кои подоцна биле уништени или се споиле. Така биле формирани планетите, џуџестите планети и некои помали тела.

Внатрешниот дел од протопланетарниот диск кој бил најблиску до Сонцето останал само со супстанциите со највисоки точки на топење како што се металите и силикатите, па овие елементи во најголем дел ги формирале карпестите планети Меркур, Венера, Земја и Марс. Бидејќи овие тешки елементи сочинувале само мал дел од соларната маглина, карпестите планети не се големи во дијаметар. Големите планети како што се Јупитер, Сатурн, Уран и Нептун се формирале во подалечните делови, каде што температурите се доволно ниски за да материјата остане во цврста состојба. Мразот кој го формирале овие планети го имало во поголем сооднос во споредба со металите и силикатите, што им дозволило на овие планети да станат доволно масивни за да околу нив останат заробени големи атмосфери составени од хелиум и водород – најлесните и најчестите

елементи. Остатоците од овој ран стадиум на Сончевиот систем кои никогаш не успеале да станат планети се собрале во региони кои денес ги нарекуваме Главен астероиден појас, Куиперов појас и Ортов облак. Се претпоставува дека овие региони се недопрени од времето и чуваат информации за раниот Сончев систем.

На растојание од 30 до 50 AU од Сонцето фрагментите од првичниот протопланетарен диск биле на преголемо меѓусебно растојание, па како последица на тоа никогаш не успеале да се соединат во едно масивно тело и да формираат планета. Малите фрагменти во најголем дел биле составени од замрзнати метан, амонијак и вода. Тие успеале само да формираат мали тела со неправилни форми и со димензии не поголеми од 3000 km во дијаметар. Небесните тела кои ја населуваат оваа област се наречени Куиперови објекти. Тие орбитираат околу Сонцето во периоди од 160-800 години, на оддалеченост поголема од 30 AU.



Сл. 1. Куиперов појас

Нашата Земја, како и другите планети, претрпела доста насилни и разорни настани при формирањето, како што се судири со други небесни тела, но и внатрешни процеси на планетарна диференцијација, па поради тоа има мошне изменет состав од оној во раниот Сончев систем. Од овие причини истражувањето на раниот Сончев систем не би имало голем успех овде на Земјата. Кога само би можеле да погледнеме одблизу во некој свет подалеку од Сонцето, каде што се достапни информации од овие далечни мистериозни времиња на нашиот Сончев систем... Се чини толку невозможно! Но, човекот никогаш не останал задоволен од можностите за истражувања на Земјата. Така, и овој пат, решивме да посегнеме по една авантура во далечните и студени делови на Сончевиот систем.

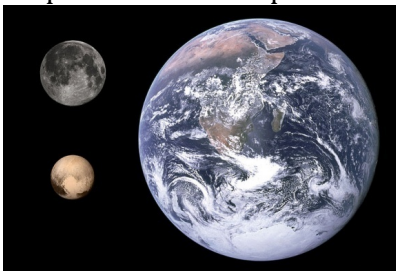
Следниот предизвик во истражувањето на Вселената беше проучувањето одблизу на овие далечни и мистериозни светови.

Следниот подвиг на науката ќе биде да се испрати летало до еден од овие објекти во Куиперовиот појас кои ги кријат тајните на нашите почетоци. Мисијата беше наречена „Нови хоризонти“ (New Horizon), а нејзината дестинација - џуџестата планета Плутон.

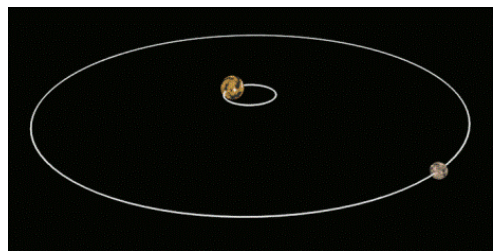
Плутон

Во 1930 година во Ловеловата опсерваторијата во САД, Клајд Томба по макотрпна анализа на голем број фотографски плочи открива дотогаш непознат објект на небото кој се движи во однос на ѕвездите, а претставувал нова, деветта планета. Планетата била наречена Плутон, според грчкиот бог на подземјето. Таа се наоѓала во орбита зад планетата Нептун на растојание од Сонцето од 29,7 AU, при перихелот и 49,3 AU, при афелот, што значи дека нејзината орбита е со голем ексцентрицитет во однос на другите планети. Времето на орбитирање на оваа планета околу Сонцето изнесува 248 години. Исто така, било забележано и дека орбитата на Плутон е наклонета во однос на еклиптиката за дури 17°.

Поради големата оддалеченост на Плутон, во тоа време било технички невозможно планетата да се набљудува во големи детали и да се откријат нејзините својства. Со напредокот на технологијата и со градењето на сè помоќни телескопи и мерни уреди сè повеќе се осознавало за ова небесно тело. Во 1978 година е откриен придружникот на Плутон – неговиот сателит Харон. Било забележано дека Харон и Плутон орбитираат околу барицентар кој се наоѓа надвор од Плутон, што би значело дека нивните маси се споредливи. Било пресметано дека односите на масите на двете тела е 1/8. Дијаметарот на Плутон изнесува 2372 km, а неговата маса е околу 18% помала од масата на Месечината. За споредба, неговата површина е голема приближно колку површината на Русија.



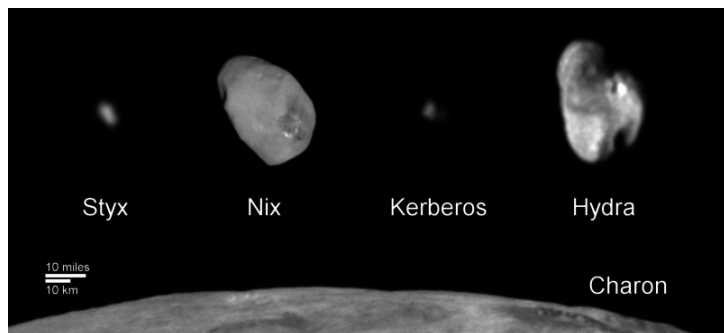
Сл. 2. Плутон во споредба со Зејмата и Месечината



Сл. 3. Плутон и Харон орбитираат околу барицентарот

Во 2005 година, со помош на вселенскиот телескоп Хабл откриени се уште два нови сателити кои орбитираат околу Плутон.

Денеска се знае дека Плутон има 5 сателити: Харон, Никс, Хидра, Стикс и Керберос.



Сл. 4. Сателитите на Плутон

Од 1992 година астрономите почнале да откриваат и други објекти кои орбитираат во истата област како и Плутон. Тоа покажало дека Плутон е дел од популацијата на небесни тела наречена Куиперов појас. Со ова се довел во прашање и „статусот“ на планетата.



Сл. 5. Некои од поголемите „жители“ на Куиперовиот појас

Во август 2006 година, на конференцијата на Интернационалната астрономска конференција во Прага беше изгласана нова дефиниција за планетите. Според неа во нашиот планетарен систем постојат осум планети: Меркур, Венера, Земја,

Марс, Јупитер, Сатурн, Уран и последната Нептун. Дотогашната планета Плутон не го задоволува критериумот да биде планета, поради тоа што нејзината орбита нема „чиста“ околина и таа влезе во категоријата на џуцеста планета. Според Интернационалната астрономска унија (IAU): „Џуцеста планета е небесно тело кое орбитира околу Сонцето и е доволно масивно за да под дејство на сопствената гравитација биде сферно, но ја нема расчистено својата околина од планетезимали и не е сателит“. Досега се откриени 5 претставници на оваа класа на објекти: Церес, Плутон, Хаумеа, Макемаке и Ерис. Се претпоставува дека, со подетално изучување на Куперовиот појас ќе бидат откриени над 200, а со истражувањата зад овој појас и над 2000 џуцести планети.

Мисијата „Нови хоризонти“

Попладнето на 19 јануари 2006 година, вселенското летало големо колку пијано и тешко околу 470 kg ја напушти атмосферата на Земјата со брзина од 58 536 km/h. Со тоа леталото на мисијата „Нови хоризонти“ стана најбрзото лансирано летало во историјата на вселенските истражувања. Мисијата е дел од вселенската програма на НАСА - New Frontiers, чија цел е научно истражување на неколку тела од Сончевиот систем: Јупитер, Венера и Плутон. Целта на „Нови хоризонти“ е истражување на џуцестата планета Плутон. Сите мерења мисијата ќе ги изврши при единственото прелетување околу џуцестата планета, за да потоа продолжи да се движи низ Куперовиот појас и да истражува други објекти од овој предел.

Мисијата е дизајнирана, изградена и оперирана од Лабораторијата за применета физика (The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory - APL) на Џон Хопкинс Универзитетот. Одговорен за мисијата е Алан Стерн од Југозападниот истражувачки институт (SwRI). SwRI е одговорен за операциите на инструментите на леталото и обработка на податоците. Научните инструменти со помош на кои се вршени сите истражувања се одбрани од тимот на „Нови Хоризонти“. Тие не само што директно ќе ги вршат мерењата, туку и ќе претставуваат резервна опција за други инструменти во случај некои од нив да откажат за време на мисијата. Научната опрема на леталото вклучува седум инструменти:

Ralph: камера и спектрометар во видливата и инфрацрвената област која има за цел да прави термални мапи и мапи во боја на џуцестата планета.

Alice: спектрометар во ултравиолетовата област. Го анализира составот и структурата на атмосферата на Плутон, и трага по атмосфери околу Харон и други објекти од Куперовиот појас.

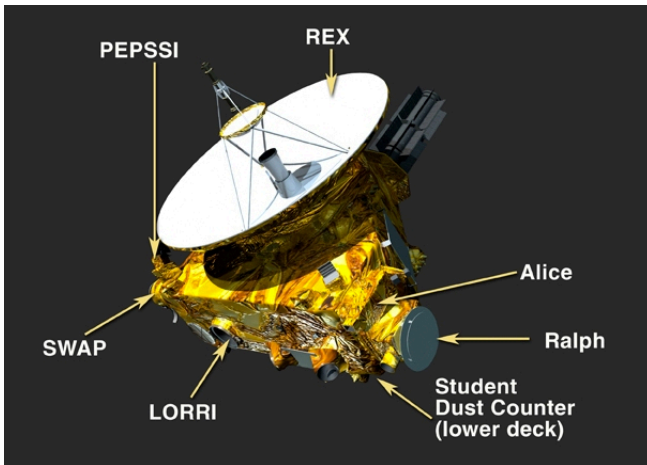
REX: ја мери температурата и составот на атмосферата и прави и други радиометриски мерења.

LORRI: телескопска камера; добива податоци од средбата при големи растојанија, ја мапира далечната страна на Плутон и добива геолошки податоци со голема резолуција.

SWAP: спектрометар за соларен ветар и плазма. Ја мери брзината со која атмосферата ја напушта гравитацијата на Плутон и го набљудува взаемнодејството на Плутон со соларниот ветер.

PEPSSI: спектрометар за високоенергетски честици. Го мери составот и густината на плазмата (јоните) кои ја напуштаат атмосферата на Плутон.

SDC: инструмент кој е изграден и управуван од студенти; ја истражува вселенската прашина која се судира со леталото на „Нови хоризонти“ за време на патувањето низ Сончевиот систем.



Сл. 6. Леталото „Нови хоризонти“ со неговите инструменти

Целта на мисијата е да се разбере формирањето на Плутоновиот систем (џуџестата планета заедно со нејзините сателити), Куиперовиот појас и трансформацијата на раниот Сончев систем. По завршувањето на експериментите на Плутон, со помош на инструментите кои беа наведени погоре, мисијата „Нови Хоризонти“ ќе се обиде истите да ги спроведе и на некое друго тело од Куиперовиот појас.

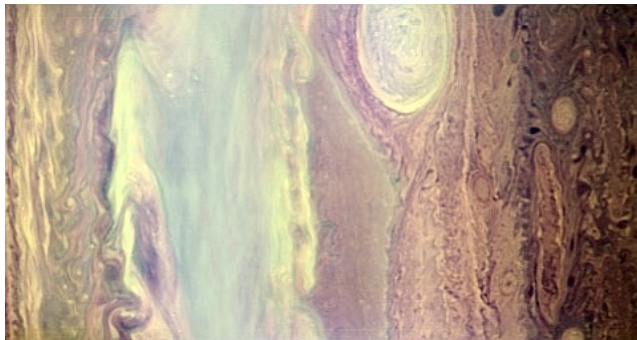
Патувањето

По напуштањето на гравитацијата на Земјата, леталото се упати кон блиска средба со планетата Јупитер. Оваа џиновска планета, со гравитациско асистирање ќе му послужи на леталото значително да си ја зголеми брзината со што ќе го скрати времетраењето на

патувањето. На 7 април 2006 година „Нови хоризонти“ ја помина орбитата на Марс на растојание од 234 милиони километри од Сонцето. При преминувањето низ астероидниот појас на 13 јуни 2006 година, леталото помина релативно блиску (на растојание од 102 000 km) до астероидот 132524 APL. Оваа средба му овозможи на тимот да ја провери способноста на леталото за следење на брзо-движечки објекти.

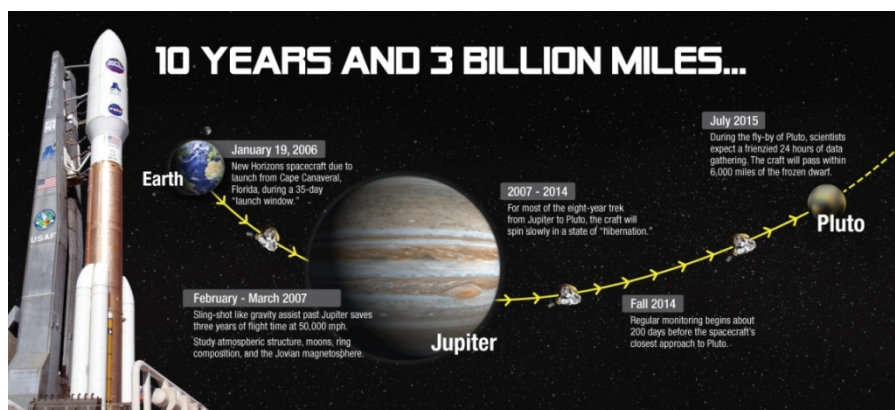
Првите фотографии на Плутон од леталото на „Нови хоризонти“ се направени на 21 септември 2006 година, за време на тестирање на LORRI. Фотографиите се направени на растојание од 28 AU или 4,2 милијарди километри од Плутон. Со тоа била потврдена способноста на леталото да следи далечни цели, што беше критично за маневрот кон Плутон и кон други објекти од Куиперовиот појас.

На 28 февруари 2007 година, леталото прелета најблиску до Јупитер на растојание од 2,3 милиони километри. Тоа ја искористи гравитацијата на Јупитер за да се исфрли во хиперболична траекторија со брзина поголема за 14 000 km/h од почетната, со што се скрати времето на патување до Плутон за дури три години. Со тоа беа заштедени значајни ресурси за мисијата. При прелетувањето беа направени неколку фотографии од Јупитер и неговите сателити, како и некои научни мерења.



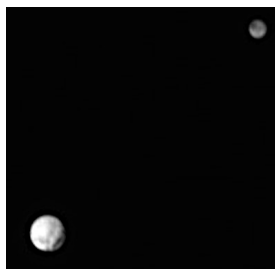
Сл. 7. Јупитер фотографиран од „Нови хоризонти“

По преминот покрај Јупитер, леталото „Нови хоризонти“ го помина најголемиот дел од патувањето до Плутон во фаза на хибернација. Единствени сигнали кои леталото ги праќаше до Земјата беа „зелен“ код (сè во леталото функционира како што треба) и „дрвен“ код (потребна е помош од контролорите на мисијата). Треба да се нагласи дека, поради големото растојание на леталото од Земјата, сигналот пристигнува повеќе од еден час подоцна откако е испратен. Фазата на хибернација траеше се до јануари 2013 година, кога постепено, за време од три седмици леталото успешно беше „разбудено“ во одлична состојба.



Сл. 8. Патувањето

Операциите на големо растојание од џуџестата планета почнаа на 4ти јануари 2015. Со помош на LORRI и Ralph се направени фотографии од Плутоновиот систем со чија помош се направени последни корекции во траекторијата на леталото.



Сл. 9. Првите фотографии од Плутон и Харон

Прелетувањето

Конечно, на 14 јули 2015 година, леталото прелеќа над Плутон, на најблиското растојание од 12 500 km, со релативна брзина од 19 600 km/h и се приближи на растојание од 28 800 km до Харон. Блиското прелетување овозможи да се направат величествени фотографии од џуџестата планета. Се чини дека Плутон не пречеќа со љубов, прикажувајќи ни ја површината која наликува на едно огромно срце.

Не беше потребно многу време по објавувањето на фотографијата за да и целата интернет мрежа биде преплавена од спектакуларната глетка на оваа џуџеста планета.

Сите инструменти беа вклучени при прелетувањето и ги вршеа своите мерења со што беше собран огромен број на податоци. Во јули 2015 година леталото се наоѓаше на 4,5 светлосни часови од Земјата. На оваа далечина леталото може да ги испраќа податоците со брзина од 1 до 2 kb/s. Ова значи дека за да сите податоци од експериментите

се испратат на Земјата ќе бидат потребни 16 месеци и уште подолго време ќе биде потребно за нивна обработка.



Сл. 10. Плутон

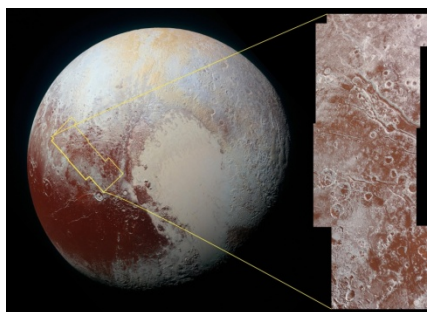
Научните откритија на „Нови хоризонти“

Од досегашните податоци кои пристигнаа од „Нови хоризонти“ научниците успеаја да дознаат фасцинантни факти за симпатичната џуџеста планета. Највоочливите откритија ги добивме од уредите за мапирање и фотографирање. Од првите глетки на Плутон ја осознавме нејзината мошне интересна геологија. Површината на Плутон е разнолика и вклучува најразлични релјефни форми како што се: планини, планински венци, долини, рамнини, кратери и слично и е составена од повеќе од 98% замрзнат азот, со траги на метан и јаглороден моноксид. Некои од научните наоди ни покажуваат дека во внатрешноста на џуџестата планета нема радиоактивни елементи кои би вршеле загревање. Внатрешната структура е диференцирана, со карпестиот материјал сместен во густо јадро опкружено со обвивка од ледена вода.

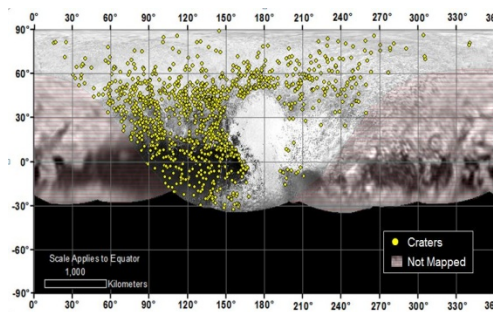
Геолозите коишто работат на мисијата Нови хоризонти претпоставуваат дека најмаркантните планини би можеле да бидат криовулкани – ледени вулкани кои можеби биле активни во блиско геолошко минато. Двата криовулкански кандидати се огромни планини со големи дупки на нивниот врв. Иако нивниот изглед е сличен со вулканите на Земјата кои исфрлаат стопени карпи, ледените вулкани на Плутон најверојатно емитураат некаква стопена

кашеста маса на супстанции како што се воден мраз, азот, амонијак или метан. Ова се сè уште хипотези, но доколку се докаже дека Плутон навистина има вулкани, тоа ќе ни даде важни нови сознанија за геолошката и атмосферската еволуција на џџестата планета.

Друго изненадувачко откритие на „Нови хоризонти“ е тоа што се чини дека различни делови од површината на Плутон се со различна геолошка старост и тоа во мошне широк временски интервал: од древни до средни па сè до релативно млади структури, во геолошки термини. Постојат индикации дека областите на површината со древна геолошка старост датираат уште од времето на формирањето на планетите, пред околу 4 милијарди години. Исто така, постои огромна област која била формирана во изминатите 10 милиони години. Оваа област – неформално наречена Спутник планум – е ледена рамнина која се наоѓа на левата страна од „срцето“ на Плутон и на неа воопшто нема кратери од судири со други небесни тела.



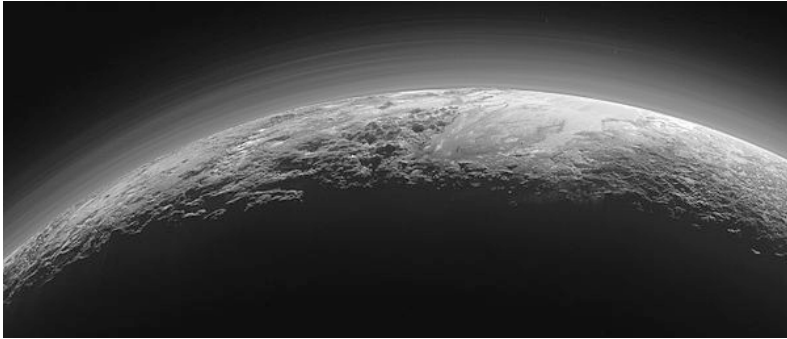
Сл. 11. Површината на Плутон



Сл. 12. Локациите на повеќе од 1000 кратери мапирани на Плутон

Анализата на кратерите ни дава поглед и во структурата на Куиперовиот појас. Недостатокот на помали кратери низ површините на Плутон и Харон индицира дека Куиперовиот појас веројатно има помал број мали објекти од она што некои модели предвидувале. Ова ги насочува научниците да се посомневаат во моделот кој важеше долго време и според кој сите тела во Куиперовиот појас се формирани преку акумулирање на бројни мали објекти помали од еден километар. Отсуството на мали кратери на Плутон и Харон поддржуваат други модели кои предвидуваат дека објектите од Куиперовиот појас со големини од десетици километри можеби се формирале директно, во нивната моментална, или блиску до моментална, големина. Всушност, овие наоди внесуваат голема возбуда околу новата цел на „Нови хоризонти“ – 40-50 километри широкиот објект во Куперовиот појас наречен 2014MU69, кој може да

ни даде прв детален поглед на ваков дрвен градбен блок на Сончевиот систем.



Сл. 13. Слоестата структура на атмосферата на Плутон

Тимот на „Нови хоризонти“ потврди и дека атмосферата на Плутон е составена од азот, метан и јаглероден моноксид кои се во состојба на рамнотежа со нивниот мраз на површината. Според мерењата, површинскиот притисок изнесува 1 Pa, што е стотици и илјади пати помал од атмосферскиот притисок на Земјата. Се предвидува и дека елиптичната орбита на Плутон има голем ефект врз атмосферата; како што Плутон се оддалечува од Сонцето, атмосферата постепено замрзнува, а кога се приближува кон Сонцето температурата на Плутон се зголемува и мразевите сублимираат со што дополнително ја ладат површината. Траги на атмосферски гасови се пронајдени на висина од 1670 km, иако атмосферата нема остра горна граница. Словитата структура на атмосферата се забележува до висина од 150 km. Слабата гравитација и релативно високите температури на високите слоеви предизвикуваат атмосферата да ја напушта планетата. Се проценува дека губењето на атмосферата кореспондира со загуба на површински слој со дебелина од неколку километри за време на животниот век на Сончевиот систем.

Деветта планета

Набљудувањата на далечните делови на Сончевиот систем покажале дека дел од телата орбитираат околу Сонцето по сосема неочекувани орбити кои никако не можеле да се објаснат теориски со досегашната слика за Сончевиот систем. За да таквата конфигурација биде сосема случајна има речиси невозможно мала веројатност. Научниците од Калтех на 20 јануари 2016 година, објавија дека извршиле нумерички пресметки и симулации со помош на супер-

комјутери и покажале дека ваквото движење на набљудуваните тела во Куиперовиот појас може да се објасни со постоење на масивна, деветта планета. Било пресметано дека оваа хипотетичка планета би била доста масивна – со 10 Земјини маси и дијаметар 10 пати поголем од оној на Земјата. Нејзината орбита би била изразито елиптична; се претпоставува дека перихелот се наоѓа на растојание од 200 AU од Сонцето, а афелот на 1200 AU. За да направи едно завртување околу Сонцето потребни би и биле 15 000 – 20 000 години. Нејзиниот состав е најверојатно сличен со оној на Уран и Нептун, односна таа е леден џин, вид на планета какви што има околу голем број на ѕвезди. Во случајот да се потврди постоењето на оваа и преку набљудување со моќни телескопи, астрономите би добиле убава можност да ја проучат во непосредна близина (а не само како екстрасоларна планета). Телескопите што ги имаме се доволно моќни за да успеат, па така, сите сме во исчекување на резултатите од истражувањата што претстојат.

Значењето на вселенското истражување

Досегашните научни откритија на мисијата „Нови хоризонти“ се само дел од целиот потенцијал на мисијата, бидејќи сè уште не се пристигнати и обработени сите податоци од инструментите на леталото. Можеме да очекуваме некои навистина возбудливи откритија во блиска иднина.

Она што е подеднакво важно колку и научниот дел е тоа што мисијата има големо културно и општествено влијание. Големите подвизи на вселенските истражувања отсекогаш инспирирале цели генерации на млади луѓе да се занимаваат со наука, или, во најмала рака, да станат научно „писмени“. Научната писменост не значи, по правило, создавање на научник истрениран да собира и обработува податоци со помош на комплицирани апарати. Научната писменост значи способност светот да се осознае онаков каков што навистина е, онаков каков што сите набљудувања, експерименти, факти, докази го покажуваат; да се разбере, најпрво, дека за многу работи во природата има објаснување и да се изврши самостојна интерпретација на истиот начин. Научната писменост дава и имунитет на лаги, неточни интерпретации како и псевдонаука. На крајот, научната писменост несомнено е и суштински важна за едно здраво општество. Некои од најважните прашања со кои се соочува човештвото како што се глобалното затоплување, енергетиката, здравствениот систем, образовниот систем, приватноста, демократијата и други ја имаат науката како основа. Научната писменост овозможува да се донесат

вистинските одлуки околу овие прашања кои ја засегаат и индивидуата и целото општество.

email: *markoshuntov@gmail.com*

Користена литература и линкови

<http://pluto.jhuapl.edu/News-Center/News-Article.php?page=20151109>
http://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nh-fact-sheet-2015_1.pdf
https://www.nasa.gov/mission_pages/newhorizons/spacecraft/index.html
<https://www.nasa.gov/newhorizons/lorri-gallery/>
https://www.nasa.gov/mission_pages/newhorizons/overview/index.html[6]<https://en.wikipedia.org/wiki/Pluto>
https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_System
https://en.wikipedia.org/wiki/Dwarf_planet
https://en.wikipedia.org/wiki/Kuiper_belt
https://en.wikipedia.org/wiki/New_Horizons
https://en.wikipedia.org/wiki/Geology_of_Pluto
https://en.wikipedia.org/wiki/Atmosphere_of_Pluto

ГРАВИТАЦИОНИ БРАНОВИ

Христијан Кочанковски

На 100 годишнината од објавувањето на општата теорија на релативност ќе се потсетиме на едно од највозбудливите нејзини предвидувања кои и ден-денес ја предизвикуваат науката, а тоа се гравитационите бранови. Ајнштајн и неговите револуционерни сфаќања за просторот и времето открија низа појави кои во класичната физика не би можеле ниту да се замислат. Тоа важи и за гравитационите бранови. Тие се стриктно релативистички феномен за кој нема место во класичната механика. Во својата теорија Ајнштајн покажал дека временски зависните гравитациони полиња потекнуваат од забрзани маси (тела) и дека тие се движат во просторно-временскиот коонтинуум со брзина на светлината.

Во класичната физика гравитационото взаемнодејство се остварува моментално (со бесконечна брзина) и по ова својство гравитационата сила се разликува од сите останати фундаментални сили. Во теоријата на релативност ова взаемнодејство се остварува со конечна брзина – брзина на светлината. Понатаму, во теоријата на релативност гравитацијата не е резултат на дејство на сила, туку се јавува како резултат на закривеност на простор-временскиот континуум. Оваа закривеност е последица од присуството на маса – колку е поголема масата, толку е поголемо закривувањето. Како што објектите се движат во просторот така се менува и закривеноста на простор-времето. Се додека масата (телото) мирува или се движи рамномерно праволинијски, закривеноста на простор-временскиот континуум е статична. Ако масата (телото) се движи забрзано, се генерираат временски зависни гравитациони полиња кои се шират со конечна брзина. Со други зборови велиме дека закривеноста на просторно-временскиот континуум, создаден од телото, почнува да патува со брзина на светлината во форма на бран, наречен гравитационен бран.

Кога еден гравитационен бран ќе стигне до некој набљудувач, тој ќе регистрира слабо искривување на локалниот рамен простор. Оддалеченоста на слободните тела ќе се менува осцилаторно со поминувањето на бранот, а во согласност со неговата фреквенција. Големината на овој ефект ќе се намалува со зголемување на растојанието од изворот на бранот.

Директната детекција на гравитационите бранови ќе значи отварање на нови области на експериментирање кои, пак, ќе доведат до суштински откритија како во физиката така и во астрофизиката. Кога зборуваме за астрофизиката, набљудувањето на гравитационите бранови ќе даде сосема различна слика за Универзумот. Гравитационите бранови потекнуваат од движења на големи агрегати на материја, за разлика од честичните извори на електромагнетните бранови. Овие бранови не се расејуваат при ширење од изворот и затоа може да дадат информации за динамиката во највнатрешните и најгустите области на астрофизичките извори. Од овие причини, гравитационите бранови имаат многу корисни особини. Со ниту еден тип на телескоп ние не можеме да ја набљудуваме внатрешноста на една црна јама, но гравитационите бранови би можеле да ни донесат информација во однос на нејзината внатрешност.

Сеуште нема директен доказ за постоењето на гравитационите бранови, но некои индиректни ефекти го потврдуваат тоа. Првиот индиректен доказ за постоењето на овие бранови произлезе од набљудувањата на научниците Russell Alan Hulse и Joseph Hooton Taylor при истражувањето на неутронскиот бинарен систем PSR B1913+16. За ова откритие тие биле наградени со нобеловата награда за физика во 1993 година. Всушност, кај овој систем тие забележале орбитално пропаѓање, ефект кој подоцна подетално ќе го разгледаме.

Извори на гравитациони бранови

Генерално гравитациони бранови може да се создадат при секое забрзано движење на тело кое нема цилиндрична или сферна симетрија. Примери за системи кои би зрачеле гравитациони бранови се:

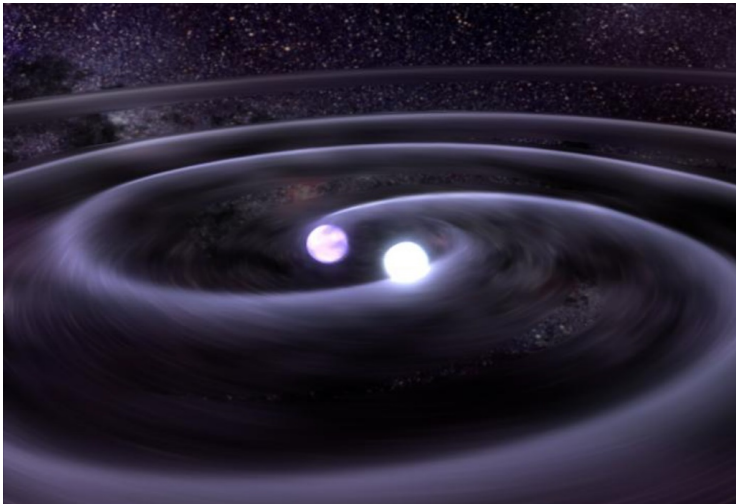
- Два објекти кои орбитираат по квази-кеплерови планарни орбити
- Несиметричен планеоид кој ротира
- Супернова

Следните системи и објекти, пак, не би зрачеле:

- Објект кој се движи со константна брзина
- Диск кој ротира

Системи кои може да бидат силен извор на гравитациони бранови се бинарните ѕвезди (Слика 1). Тие најчесто се составени од барем една неутронска ѕвезда или, пак, бело џуџе. Сепак, најизразен ефект би се добил при соединување на две црни јами. Се

претпоставува дека во центарот на секоја галаксија се наоѓа црна јама. Затоа е можно при судир на две галаксии да настане соединување на нивните црни јами. Притоа, од интензивното зрачење што би се регистрирало, може да се добијат многу информации за нивната внатрешност, а регистрацијата на гравитационите бранови би послужила и како тест за општата теорија на релативност. Како последен пример ќе ја наведеме Големата експлозија, односно “The Big Bang”. Во најраните моменти (Планкова епоха - 10^{-43} s) на создавањето на Универзумот, тој имал многу мали димензии и рапидно почнал да се шири. Малите флукутации во простор-времето што потекнуваат од овој период можеби би можеле да постојат и денес. Ова зрачење би можело да се детектира преку испитување на поларизацијата на позадинското космичко зрачење. Со денешната технологија тоа е невозможно но не се исклучува можноста еден ден ова откритие да стане реалност [1].



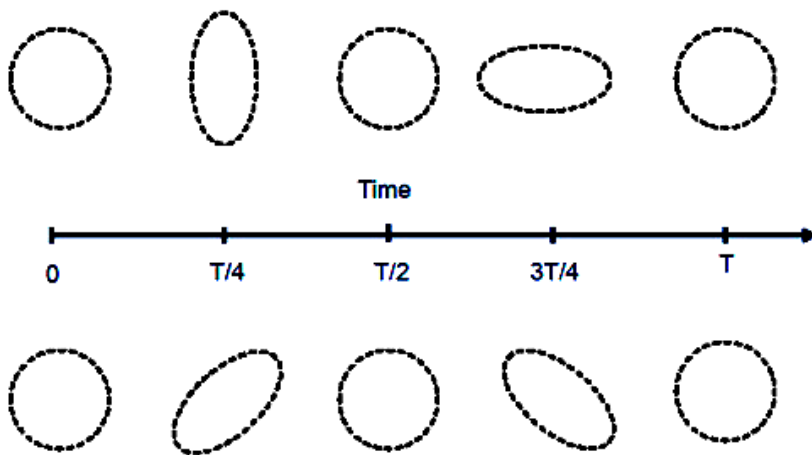
Сл. 1. Уметнички приказ на бинарен систем

Карактеристики на гравитационите бранови

Како и сите останати бранови, и гравитационите бранови се карактеризираат со основните бранови особини и тоа:

- Амплитуда: За брановите кои поминуваат покрај Земјата, се претпоставува дека имаат амплитуда од околу 10^{-20} m.
- Фреквенција: Теориски, можат да имаат произволна вредност на фреквенцијата, но најверојатно би можеле да ги детектираме само оние со фреквенција во интервалот: 10^{-7} Hz – 10^{11} Hz.

- Бранова должина: Од релацијата $\lambda = v / f$ (v е брзина, а f фреквенција) следи дека брановата должина би била во интервалот $10^{-3} \text{ m} - 10^{15} \text{ m}$.
- Брзина: Како и електромагнетните бранови, и тие за мали амплитуди се движат со брзина еднаква на брзината на светлината.
- Поларизација: Поларизацијата на овие бранови се движи меѓу $0 - 45$ степени (Слика 2) [2].



Сл. 2. Приказ на осцилациите на честичките под дејство на гравитациони бранови со поларизација од 0 односно 45 степени

Орбитално пропаѓање

Една од најинтересните последици на создавањето на гравитационите бранови е т.н. орбитално пропаѓање. Тоа се должи на дисипацијата на енергијата при ширењето на гравитационите бранови. Бидејќи енергијата се губи, орбитата постепено се намалува, при што по доволно долго време ќе настане судир на објектите. Брзината на намалување на орбитата е дадена со изразот:

$$v = -\frac{64}{5} \frac{G^3}{c^5} \frac{(m_2 m_1)(m_1 + m_2)}{r^3}$$

каде што:

G – гравитациона константа;

c – брзина на светлината;

r – растојание меѓу двете тела;
 m_1, m_2 – масите на двете тела соодветно

Моќноста на зрачењето пак е дадена со релацијата:

$$P = -\frac{32}{5} \frac{G^4}{c^5} \frac{(m_2 m_1)^2 (m_1 + m_2)}{r^5}$$

Сепак овој ефект најчесто е занемарлив. За да го демонстрираме тоа, ќе го разгледаме системот Земја – Сонце. Овој систем зрачи околу 200W, што е занемарливо во однос на целокупното електромагнетно зрачење. Поради оваа радијација, орбитата Земја-Сонце дневно се намалува за $1 \times 10^{-15}m$, што е приближно еднакво на дијаметарот на еден протон. Времето на “живот” на орбитата е дадена со формулата:

$$t = -\frac{5}{256} \frac{G^3}{c^5} \frac{r^4}{(m_2 m_1)(m_1 + m_2)}$$

Доколку одново ги замениме вредностите за Земјата и Сонцето ќе добиеме вредност од $1,09 \times 10^{23}$ години што е за 10^{13} пати повеќе од староста на Универзумот.

Сепак, постојат и примери за кои овој ефект не само што не е занемарлив, туку е и доминантен. За претстава, ќе разгледаме систем од црна јама и ѕвезда од ист тип како и Сонцето. Во центарот на нашата галаксија се претпоставува дека постои црна јама со маса од $4 \times 10^6 M_{\text{сонце}}$. Во нашето разгледување ќе земеме црна јама со 2 пати помала маса, односно $2 \times 10^6 M_{\text{сонце}}$ и ѕвезда која кружи околу неа по орбита од $1,89 \times 10^{10}m$. Во тој случај, орбиталниот период ќе биде еднаков на 1000 s, а при секое орбитирање патеката ќе се намалува за околу 7,4 km. Животот на таа патека ќе биде околу 89 години, што е навистина кратко време.

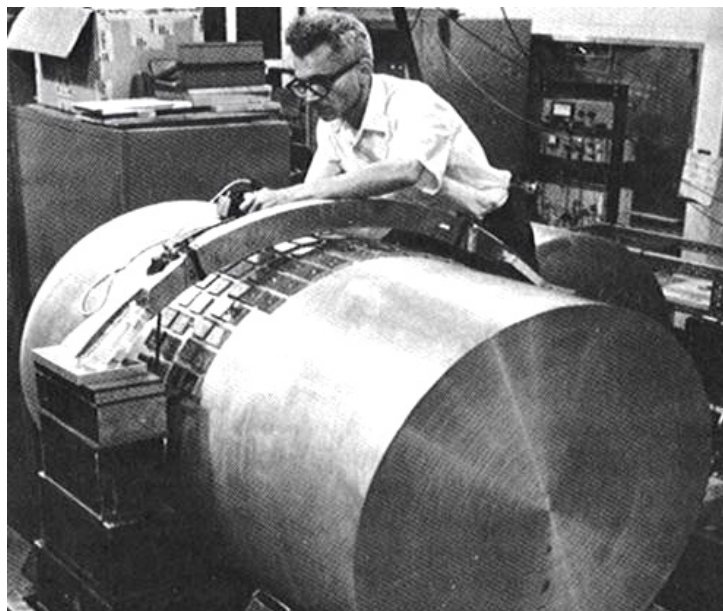
Слични примери можеме да разгледаме користејќи и многу други бинарни системи. Особено интересни се паровите од неутронски ѕвезди, и паровите од ѕвезда и бело џуце. Да разгледаме две неутронски ѕвезди кои имаат маса еднаква на онаа на Сонцето и се оддалечени една од друга на растојание од $1,89 \times 10^8m$. Моќноста на ова зрачење е еднакво на $1,38 \times 10^{23}W$, што е за 100 пати повеќе од целокупното зрачење на Сонцето во електромагнетниот спектар. Заменувајќи ги овие вредности во равенката за брзината на намалување на растојанието помеѓу нив добиваме вредност од 116 m во година, што воопшто не е занемарлива бројка. Всушност, овие

системи се единствените за кои се смета дека зрачат гравитациони бранови кои што би можеле да ги детектираме.

Детекција на гравитациони бранови

Како што и напоменавме претходно, најголемата тешкотија во детектирањето на гравитационите бранови претставува тоа што тие имаат многу мали амплитуди.

За почеток да започнеме со првиот обид за детектирање. Направата се вика Веберови плочи – а била направена од физичарот Јозеф Вебер (Слика 3). Била направена од алуминиумски плочи навиткани во цилиндар долг 2 m и дијаметар од 1 m, при што се очекувало дека плочите во цилиндарот ќе резонираат под дејство на гравитационите бранови. Иако Вебер неколку пати изјавил дека добил позитивни резултати, сепак, при повторување на мерењата од другите научници секогаш биле добивани негативни резултати. И денеска се прават експерименти на истиот принцип како Веберовите плочи, но тие не се доволни сензитивни за да се открие потребната радијација [4].



Сл. 3. Вебер истражува со своите плочи

Посензитивни инструменти за декетирање на грацитационото зрачење денеска се прават на принципот на ласерска интерферометрија која се користи за мерење на растојанието меѓу т.н. “слободни маси”. Во зависност од тоа дали интерферометарот се

наоѓа на Земјата или во вселената, тие се делат на површински и вселенски.

Највреден за споменување од површинските интерферометри е LIGO (Laser Interferometry Gravitational Wave Observatory). LIGO има три детектори: по еден во Луџиана, Вашингтон (Слика 4) и еден кој треба да биде преместен во Индија, а претходно се наоѓал како втор детектор во Вашингтон. Секоја од опсерваториите има по 2 т.н. „раце“, кои се долги по 4 km. Тие се поставени под агол од 90 степени. Кога гравитационите бранови ќе стигнат до опсерваторијата, едната од рацете ќе се издолжи, а другата ќе се скуси. Дури и при толкава должина на рацете на интерферометрите, сепак разликата во должината која ќе се јави ќе биди од редот на 10^{-18}m . Минималната амплитуда која може да ја детектира LIGO е $5 \times 10^{-23}\text{m}$, што е за неколку пати помала од предвидената амплитуда на брановите кои пристигнуваат до Земјата. Сличен досег на детектирање на амплитудите имаат и останатите детектори кои работат на истиот принцип – Virgo, GEO 600, TAMA 300... Наредната генерација на овие детектори (Advanced Ligo и други) ќе биде во можност да детектира гравитациони бранови со десетина пати помала амплитуда од онаа што ја детектираат сегашните детектори [5].

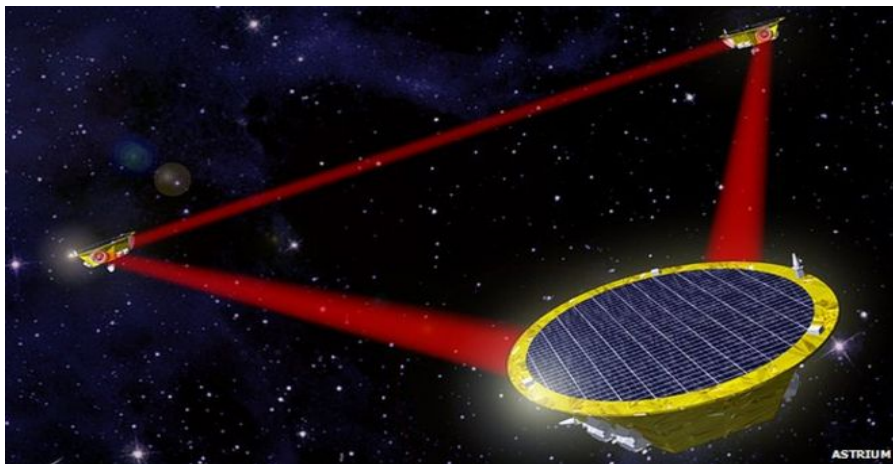


Сл.4. Фотографија од опсерваторијата во Хамфорд-Вашингтон

Освен подобрувања во однос на сензитивноста, наредната генерација на интерферометри ќе има поголем опсег на работни фреквенции кои што би можеле да се детектираат, како и некои други подобрувања. Advanced Ligo започна со работа во септември 2015 година, но за поцврсти докази за тоа дали конечно се детектирани гравитационите бранови, сепак ќе мора да почекаме [6].

Освен површински интерферометри, како што веќе споменавме, постојат и вселенски интерферометри. Еден од

најпознатите е LISA (Laser Interferometer Space Antenna). Тој претставува заеднички проект на американската NASA и европската ESA. Овој интерферометар е сензитивен на фреквенции во интервалот од 0,03 mHz до 0,1Hz. Работи на принцип на мерење на растојанието помеѓу маси кои се наоѓаат во три вселенски бродови кои се оддалечени помеѓу себе пет милиони километри (Слика 5). Целта е целиот систем да се постави во орбита околу Земјата при што ќе се обезбеди одличен вакуум.



Сл. 5. Како би требало да изгледа LISA

Се претпоставува дека LISA ќе открие голем број на астрофизички феномени и нови објекти и ќе служи како одличен тест на општата теорија на релативност [7].

Најнови откритија.....

На официјалната конференција одржана на 11 февруари оваа година, физичарите од опсерваторијата „LIGO“ ја соопштија веста за едното од од најголемите откритија на векот – потврдата за постоењето на гравитациските бранови. Ова откритие, не само што претставува потврда на општата теорија на релативноста на Анштајн, туку го подобрува нашето разбирање за функционирањето на Универзумот и отвора сосема нов начин за негово проучување.

Научниците од лабораторијата во Луизијана, на 14 септември 2015 година, детектирале релативно голем сигнал, а по само седум милисекунди, истиот е детектиран во лабораторијата во Ханфорд, Вашингтон, оддалечена 4.000 km. Овие сигнали укажувале на гравитациски бран кој поминал низ земјата. За да бидат сигурни дека промените се предизвикани од гравитациски бран, а не од нешто

друго, научниците ги проучувале овие сигнали и дошле до заклучок дека се работи за сигнали предизвикани од гравитациски бран кои речиси совршено се совпаѓаат со предвидувањата на научниците за тоа како би изгледал еден гравитациски бран базиран врз основа на теоријата на Ајнштајн. Историскиот сигнал кој го детектираа научниците од проектот „LIGO“ е резултат на судир на две црни јами оддалечени 1,3 милијарди светлосни години од нас, а секоја од нив има околу 30 пати поголема маса од масата на сонцето. При конечниот удар овие две црни дупки имале брзина од околу 150,000 km/s. Како што Карстен Данзман, водител на европскиот тим кој соработува во екпериментотот „LIGO“, изјави за BBC, ова откритие е за Нобелова награда. Во секој случај, тоа ќе отвори нов прозорец за феномените кои можеме да ги видиме во Вселената.

Користена литература

- [1] <http://www.ast.cam.ac.uk/research/cosmology.and.fundamental.physics/gravitational.waves>
- [2], [3] - https://en.wikipedia.org/wiki/Gravitational_wave
- [4] - https://en.wikipedia.org/wiki/Weber_bar
- [5] - <https://ligo.caltech.edu/page/about>
- [6] - <https://www.advancedligo.mit.edu/>
- [7] - <http://lisa.nasa.gov/>

НЕУТРИНОТО И МИСТЕРИИТЕ НА МОДЕРНАТА ФИЗИКА НА ЕЛЕМЕНТАРНИ ЧЕСТИЧКИ

Моника Пешевска и Александар Ѓурчиновски

Како би се променило вашето мислење за природата и Вселената доколку имате можност да ги видите сите оние ситни честички од кои е изградена материјата и енергијата, инаку невидливи за човековото око? Тоа се елементарните честички кои се градбени единки на сето постоечко околу нас, почнувајќи од нашите клетки до сета материја и енергија од кои е составена Вселената во секоја етапа од нејзиното постоење - од Големата експлозија до денес. Доколку ја имате моќта да ги набљудувате елементарните честички, ќе имате и можност да набљудувате како тие честички се движат, еволуираат и функционираат и како влијаат на динамичките процеси на нашата планета и надвор од нејзините граници. Ќе ја имате таа ретка можност да ја проучите и набљудувате суштината на навидум невидливите нешта. А меѓу тие невидливи нешта, неутрината се елементарните честички кои предизвикуваат најголемо внимание во теориската и експерименталната физика во последните сто години. Зошто е тоа така?

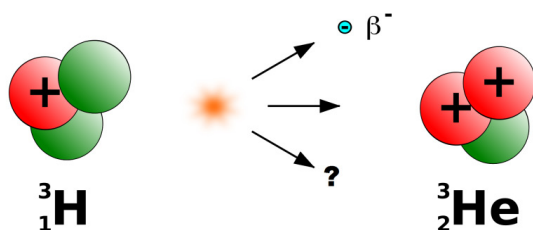
Фактот дека за една секунда низ нашите тела минуваат милијарди неутрина кои не ги забележуваме, ниту, пак, ги чувствуваме, веројатно уште повеќе ќе ја зголеми желбата да ја имаме таа можност да го набљудуваме светот од поинаква перспектива, онаа која што ја употребуваат научниците кои се занимаваат со физиката на елементарните честички. Кога уште и би додале дека ваквите неутрина ја имаат способноста да ја менуваат својата природа, да осцилираат од еден во друг тип, како кога вашата домашна мачка би можела еден час да биде тигар, потоа да стане лав, и на крајот од денот повторно да се трансформира во домашна мачка, дефинитивно љубопитноста за нив би станувала се поголема и поголема. Меѓу другото, покажано е дека токму овие мали, неутрални честички најверојатно се одговорни за нееднаквоста (асиметријата) помеѓу количеството на материја и антиматерија во денешната Вселена, односно за причината зошто ние сме изградени токму од материја, а не од антиматерија.

Особините на неутрината се интересни колку и историјата на нивното откритие. Кога во 1910 година вниманието на голем број научници било свртено кон радијацијата (зрачењето) и распаѓањето на атомот и атомското јадро, сомнежот за постоење на дополнителна мистериозна честичка која носи дел од вкупната енергија на атомот конечно започнува. Англискиот физичар и нобеловец Џејмс Чедвик (Sir James Chadwick) во 1914 година го проучувал бета-распадот (β^-) при кој доаѓа до распаѓање на неутрон на други елементарни честички. Според дотогашните сознанија, се сметало дека продукти на распадот се протонот и електронот. Чедвик го проучувал распаѓањето на атомот на тритиум (изотоп на водородот) во хелиум-3 и електрон (${}^3\text{H} \rightarrow {}^3\text{He} + e^-$). Електронот што се добива како продукт на оваа реакција не е електрон од електронскиот облак на атомот, туку е електрон кој доаѓа од атомското јадро, односно од распаднатиот неутрон кој се наоѓа во атомското јадро. Од законот за запазување на вкупната енергија на системот, со користење на Ајнштајновата релација $E = mc^2$, енергијата на трициумот мора да биде еднаква на енергијата која ја имаат продуктите хелиум-3 и електронот. Бидејќи збирната маса на хелиум-3 и електронот била помала од онаа на трициумот, масата која недостасува е претворена во кинетичка енергија на честички кои се добиваат при распаѓањето. Од друга страна, од законот за запазување на импулсот, доколку трициумот мирува пред распадот, продуктите хелиум-3 и електронот имаат импулси кои се исти по модул, но спротивни по насока. Но, проблемот се појавил кога експериментално се набљудувале енергетските спектри на електронот. Наместо да укажуваат на фиксна вредност за неговата енергија, овие спектри укажувале дека при секое набљудувано распаѓање енергијата на електронот има поинаква вредност и притоа е помала од теориската вредноста која требало да ја има електронот. Енергетскиот спектар на електронот бил континуиран, а не се состоел од само една вредност како што укажувале тогашните теориски пресметки.

Дали тоа претставувало доказ дека кога станува збор за неверојатно мали честички законот за запазување на енергијата не важи? Каде е енергијата која недостасувала? Дали можеби навистина енергијата може да се загуби?

За да го спаси законот за запазување на енергијата во физиката на елементарните честички и да го објасни континуираниот спектар на електронот при бета-распадот, австрискиот физичар со швајцарско потекло Волфганг Паули (Wolfgang Pauli), нобеловец по физика, во 1930 година постулирал постоење на нова, дотогаш неоткриена неутрална честичка, чија

маса би била околу сто пати помала од масата на протонот. На овој начин, со добивање на три продукти при бета-распаѓањето наместо два, вкупната енергија на честичката која се распаѓа се распределува на овие три честички и притоа енергијата која ја ослободува при распаѓот зависи од аголот под кој излегуваат овие честички. Оваа нова честичка Паули ја нарекол неутрон, а три години подоцна италијанскиот физичар и нобеловец Енрико Ферми (Enrico Fermi) ја преименувал во неутрино (на италијански, нешто што е мало и неутрално). Од тогаш па до денес неутрината претставуваат предмет на истражување на многу физичари. Нивното откритие предизвикало низа на дополнувања и корекции на теоријата на елементарните честички кои и ден-денес се актуелни.



Сл. 1. Дали при бета-распаѓањето се добива честичка која научниците не успеале да ја детектираат?

Прв експериментален доказ за постоење на неутриното добиен во 1956 година и е наречен Проект Полтергајст (Project Poltergeist), кој бил спроведен од страна на американските физичари Клајд Коуан (Clyde Lorrain Cowan Jr) и неговиот соработник Фредерик Рајнс (Frederick Reines). Тие биле први кои успешно детектирале антинеутрино. За ова дело Рајнс, во името на двајцата (Коуан е починат во 1974 година), ја добил Нобелова награда за физика во 1995 година. Истата 1956 година, преку експериментите кои ги спровела американската физичарка со кинеско потекло Чиен-Шиунг Ву (Chien-Shiung Wu), е покажано дека неутрината, во процесите во кои учествуваат, а кои се одвиваат под дејство на слабата нуклеарна сила, се со лево-ориентирани (left-handed) спинови. Очигледно е дека овие честички можат многу нешта да ни откријат за функционирањето на микро-светот. Нивното проучување станувало се поинтензивно, за да во 1960 година да започне и проучувањето на неутрината кои се добиваат во процесите на фузија кои се одвиваат во јадрото на нашата звезда - Сонцето.

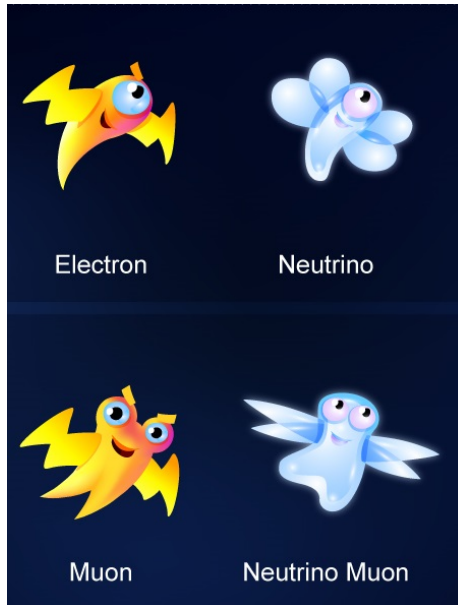
Во Сонцето, кое е најголем нуклеарен реактор во нашиот планетарен систем, се случува процес на фузија на јадрата на два

водородни атоми во кој, покрај останатите продукти, се добива и неутрино. Притоа, според пресметките на американскиот астрофизичар Џон Бахкол (John Norris Bahcall), во насока на планетата Земја поминуваат $7 \cdot 10^{10}$ неутрина на површина од еден квадратен сантиметар во една секунда. Во текот на шеесеттите години од минатиот век, заедно со тимот на Рејмонд Дејвис (Raimond Davis), тие изградиле огромен сад кој бил сместен во рудник за злато во Јужна Дакота, на 1600 m под површината на земјата. Овој сад имал капацитет за 380 000 l перхлороетилен, супстанција која се употребува во процесот на сувото чистење на текстил. Хлорот од перхлороетиленот реагира со неутриното и како продукт се добива аргон и електрон. Токму оваа реакција би овозможила детекција на неутриното. Но, зошто биле потребни толку големи количини на перхлороетилен? Претставено преку атоми, во овој сад имало $9 \cdot 10^{30}$ атоми на хлор. Потребата од толку голем број на атоми на хлор била затоа што неутрината се честички кои слабо реагираат со супстанцијата, па и покрај толку голем број на атоми на хлор, во рок од една недела се очекувало да се добијат само 10 атоми на аргон како продукт. На крајот, резултатите од експериментот не ги исполниле очекувањата затоа што биле детектирани само една третина од предвидените атоми на аргон или само 3 атоми од предвидени 10 атоми на аргон.

И покрај големата точност со која бил повторен експериментот и самите пресметки според кои очекувале да детектираат 10 атоми на аргон, сепак резултатите биле поинакви. Овој проблем е познат како “проблем на соларното неутрино” (“Solar neutrino problem”). Несовпаѓањето на пресметките со експериментот укажувало на две можности: помал број на процеси на фузија во Сонцето или на нашето недоволно познавање на самите нуклеарни процеси. Овој проблем останал неразрешен со децении подоцна, а во меѓувреме, сознанијата кои научниците ги добиле за неутрината, сведочеле за специфичноста на овие честички.

Во 1962 година, во Брукхејвн (Brookhaven) националната лабораторија во Њујорк, каде за прв пат бил создаден сноп од неутрина од страна на човекот, Леон Ледерман (Leon Max Lederman), Мелвин Шварц (Melvin Schwartz) и Џек Штајнбергер (Jack Steinberger) спровеле експеримент со кој сакале да го проучат распаѓањето на мионите. Резултатите укажале на фактот дека не постои само еден вид на неутрино, туку дека постојат два вида: електронско неутрино (неутрино кое кога стапува во интеракција со нуклеоните дава како продукт електрон или позитрон) и мионско неутрино (кое кога стапува во интеракција со нуклеоните

дава како продукт мион или анти-мион). За ова откритие Ледерман, Шварц и Штајбергер биле наградени со Нобелова награда за физика во 1988 година.



Сл. 2. Електронот и мионот со своите соодветни неутрина кои се прикажани како духови поради нивната тешка детекција

Дали откривањето на мионските неутрина можело некако да придонесе за да се објасни проблемот на соларното неутрино? Дали сепак пресметките на Бахкол биле точни? Недостатокот на детектирани неутрина од очекуваните довеле до проучување на атмосферските неутрина. Атмосферските неутрина се создаваат при реакција на протони од космичките зраци со протоните и неутроните од горните слоеви на нашата атмосфера. Според очекувањата, треба да се добијат две мионски неутрина за секое електронско неутрино. Но, експериментите за детекција на атмосферските неутрина повторно покажале дека недостасувале неутрина, повторно имало поинаков резултат од очекуваниот. Со вака добиени резултати, физичарите требале да разрешат две мистерии: проблемот на соларното неутрино и проблемот на атмосферското неутрино. Недостатокот на нешто е покажува дека нештата се губат на некој начин, или, пак, ние не можеме да ги забележиме тие нешта со нашите експерименти. Бидејќи енергијата не може да изчезне (а неутрината како честички имаат енергија) и не може без никаква причина тие неутрина да

исчезнат, останува второто објаснување - ние не ги забележуваме неутрината кои “исчезнуваат”. За што станува збор? Какви промени би можеле да се случат со, на пример, електронското неутрино на неговиот пат од Сонцето до одреден детектор за неутрина сместен на површината на планетата Земја, за да, кога ќе стаса до нас ние повеќе да не можеме да го детектираме?

Прв кој предложил дека неутрината си ја менуваат својата природа е италијанскиот научник Бруно Понтекорво (Bruno Pontecorvo). Во 1968 година тој постулирал дека промената на природата на неутриното вдолж неговата траекторија на движење укажува дека неутриното преминува во антинеутрино и обратно, антинеутриното во неутрино. Така, доколку сакаме да детектираме неутрино кое потекнува од Сонцето на Земјата, нема да успееме затоа што тоа во меѓувреме се трансформирало во антинеутрино, а нашиот експеримент е направен да детектира неутрина, а не антинеутрина. Дали навистина станувало збор за таква промена, се уште не се знаело. Понтекорво ја добил идејата од тогашните проучувања на неутралниот К-мезон и неговата античестичка. Проучувањето на трансформацијата помеѓу овие мезони било спроведено со употреба на теоријата на кварковите. Понтекорво ја искористил аналогијата со овие резултати за да ја развие својата идеја поврзана со неутрината. Инаку, за мезоните се испоставило дека се составени од две поелементарни градбени честички кои меѓу себе се разликуваат, па промените кај К-мезонот или анти-К-мезонот се, всушност, промени кои ги предизвикуваат овие две композитни честички наречени кваркови. Идејата може да се разбере и преку сцена од познатиот цртан филм со Пинк Пантер. Да го замислиме К-мезонот како композит од две кутии кои се со еднаква големина, при што едната кутија е обоена со сина боја, а другата е обоена со розева боја. Внатре во двете кутии се наоѓаат Пинк Пантер и дург лик, Малиот човек, само што овој пат ќе ги реплицираме за да ги имаме по еден од двајцата и во двете кутии. И двајцата имаат канти со боја - Пинк Пантер има розева боја, додека Малиот човек има сина боја. Кантите со боја ги претставуваат поситните честички, составните делови на мезоните. Како што одминува времето, двете кутии ќе ги менуваат боите и двете во еден момент ќе стануваат розеви, во друг момент ќе стануваат сини, а во трет момент едната ќе биде сина, а другата розева кутија, секако во зависност од брзината со која кутиите биваат обоени од Пинк Пантер и Малиот човек. Значи, бојата на кутиите ќе се менува со текот на времето и по одреден временски интервал, кутијата која на почетокот била со розева боја, може да биде обоена со сина боја. Така, К-мезонот со текот на времето ќе се

трансформира во анти-К-мезон, и обратно. Секако, промената на природата на мезоните преку ваквите осцилации од еден во друг вид е многу посложен процес од обојувањето на сидовите на кутиите и има одредени недостатоци во посочениот пример, но идејата е да се покаже промената на природата на овие честички, “комбинирањето” на нивните составни делови и резултатот од тој процес. Овој феномен, кој е експериментално потврден, е познат како „осцилации на неутралниот К-мезон и анти-К-мезон“.



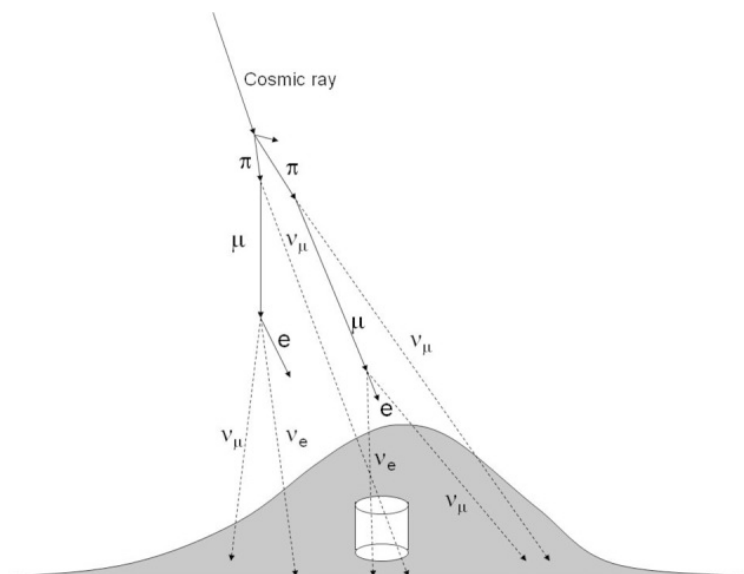
Сл. 3. Стандардниот модел на елементарните честички прикажан на уметнички начин. Самиот цртеж на соодветната честичка ја објаснува нејзината природа. На пример, фотонот е прикажан со светилка на својата глава во чест на неговата улога во спроведувањето на светлината, додека бројот на очите на фермионите (тоа се електронот, мионот и тау-честичката) ја покажува нивната генерација.

Извор: <https://github.com/particlequest/ParticleQuest/wiki/Particle-Zoo>

Понтекорво не бил целосно во право во врска со неутрината. Тие навистина си ја менуваат својата природа, но не преминуваат во својата анти-честичка, туку преминуваат од еден вид во друг. Тоа би значело дека електронското неутрино преминува во мионско неутрино. Дека тоа навистина се случува покажале резултатите од мерењата спроведени во опсерваторијата Камиока (Kamioka Observatory) во Јапонија. Во 1998 година бил објавен првиот доказ со кој се потврдила промената на природата на неутрината односно нивната осцилација од еден вид во друг. Пред да преминеме на осцилациите на неутрината, ќе го претставиме и

третиот вид на неутрино, Тау-неутриното, кое било детектирано во ФермиЛаб (FermiLab), лабораторија која се наоѓа близу Чикаго, САД и која е специјализирана за проучување на елементарните честички. Всушност, секој од фермионите: електронот, мионот и тау, имаат свое соодветно неутрино.

Електронското, мионското и тау-неутриното се трите вида на неутрина за кои досега човештвото има сознанија. Иако поголем број на опсерватории и лаборатории ги проучуваат неутрината, две од нив дале значаен придонес за нашето подобро познавање на неутрината и физиката поврзана со нив.



Сл. 4. Трансформации на честичките и добивање на неутрината од космичките зраци Извор:

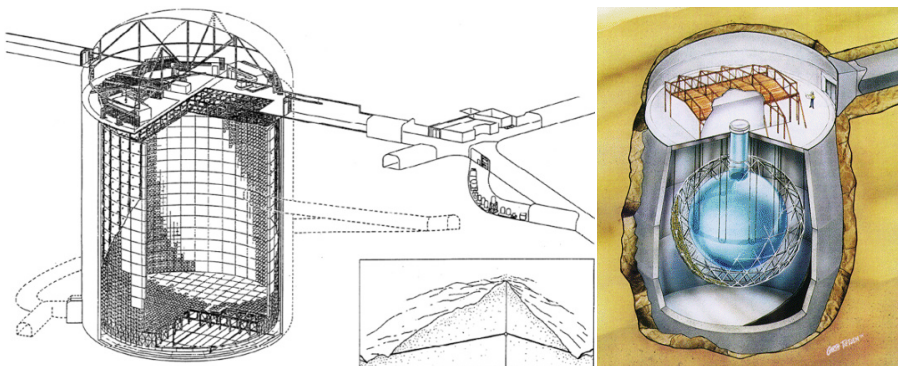
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3417797/>

Опсерваторијата Камиока се наоѓа во близина на градот Хида, Јапонија и е сместена во рудник. Во 1998 година токму во неа биле добиени првите резултати кои укажувале на осцилации на неутрината. Подоцна оваа опсерваторија била неколкупати надоградувана, па денес, позната под името Super-KamiokaNDE (Super-Kamioka Neutrino Detection Experiment) и е најголемиот детектор за неутрина. Претходно споменатиот проблем на атмосферското неутрино бил разрешен токму во оваа опсерваторија. Космичките зраци, кои се составени од протони, фотони, хелиумски јадра, електрони како и некои други честички, реагираат со атомските јадра од атомите во атмосферата. Притоа доаѓа до создавање на К-мезони и π -мезони кои, како нестабилни

честички, брзо се распаѓаат на други составни честички. Така, π^+ мезоните се распаѓаат на миони μ^+ и мионски неутрина. Бидејќи и мионите (μ^+) се нестабилни честички, тие се распаѓаат на позитрони (e^+), мионско анти-неутрино и електронско неутрино. Процесите на распаѓање се случуваат и кај другите честички кои се нестабилни.

Овие трансформации на честичките укажувале на одреден број на мионски и електронски неутрина кои требале да се детектираат, но бројот на мионски неутрина кои биле детектирани бил значајно помал отколку што се очекувало според пресметките. Идејата за осцилации на неутрината постоела, но била конечно прифатена дури во 1998 година кога експериментално биле потврдени осцилациите на неутрината.

Другата значајна неутринска опсерваторија е онаа во Садбери (Sudbury Neutrino Observatory - SNO). Оваа опсерваторија се наоѓа во близина на Онтарио, Канада, сместена е во рудник за никел, на длабочина од 2070 m и е најдлабоко поставената опсерваторија за физика во светот. Во неа е спроведен експеримент во кој се потврдило дека, доколку ги детектираме трите вида на неутрина што доаѓаат од Сонцето и нивниот број го споредиме со бројот на неутрина кои го пресметал Бахкол (тоа е погоре опишаниот експериментот кој го “создаде” проблемот на соларното неутрино), се добива дека овие броеви се еднакви. Тоа значи дека бројот на сончеви неутрина кој бил пресметан од страна на Бахкол навистина бил точен, но тогаш не се знаело за осцилациите на неутрината, па затоа и не можело да се знае дека е тоа, всушност, вкупниот број на сите три вида на неутрина, а не само на електронското неутрино кое единствено било детектирано во тогашните експерименти. На овој начин во Садбери опсерваторијата бил разрешен проблемот на соларното неутрино.



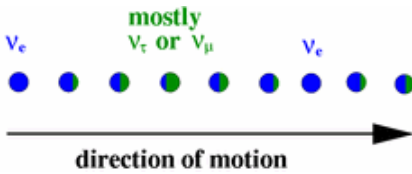
Сл. 5. Шематски приказ на детекторите за неутрина. Од лево е детекторот во Камиока, а од десно детекторот во Садбери

Од сознанието за осцилацијата на неутрината произлегува дека тие имаат маса. За да објасниме зошто неутрината имаат маса ќе ги споредиме со честички кои немаат маса. Фотонот, како составна честичка на светлината, е токму таква честичка. Доколку се набљудува еден фотон кој се движи во вакуум и ништо не го попречува неговиот пат, тогаш фотонот би се движел вечно со брзината на светлината c . Со други зборови, фотонот не би ја променил спонтано својата природа, односно тој не би се распаднал на, на пример, електрон и позитрон, без надворешно влијание. Тој би продолжил да се движи низ вакуумот и вечно би постоел. Освен фотонот, секоја честичка која нема маса се движи со брзина на светлината. Доколку сметаме дека неутриното нема маса, тоа би значело дека тоа не треба спонтано да си ја менува својата природа, дека тоа ќе патува и ќе постои вечно и ќе се движи со брзина на светлината. Од друга страна, неутрината си ја менуваат својата природа спонтано. Од тука произлегува тие не се вечни и се движат со брзина помала од онаа на светлината. Токму од фактот дека се движат со брзина помала од онаа на светлината произлегува дека тие имаат маса. Затоа осцилирањето на неутрината се поврзува со масата на неутрината.

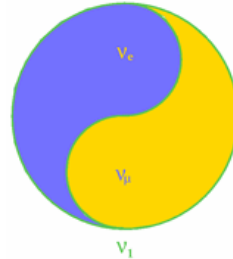
Токму за откритието на неутринските осцилации, предводниците на тимовите на овие две неутрински опсерватории, физичарите Такааки Каџита (Такааки Каџита) и Артур Мекдоналд (Arthur B. McDonald) ја поделија Нобеловата награда за физика за 2015 година. Такааки Каџита високото образование го стекнал на Универзитетот во Токио. Негов ментор бил Масатоши Кошиба кој е, исто така, добитник на Нобелова награда за физика во 2002 година поради детекцијата на космичките неутрина. Каџита зел учество во Камиока експериментот уште додека траела изградбата на детекторот, а во 2008 година станал директор на Институтот за истражување на космичките зраци при Универзитетот во Токио. Неколку пати бил наградуван за проучување на атмосферските неутрина и нивните осцилации. Артур Мекдоналд е канадски астрофизичар и директор на неутринската опсерваторија во Садбери. Докторирал на Калифорнискиот технолошки институт (Caltech). Тој бил раководител на експериментот спроведен во Садбери со кој се потврдија осцилациите на неутрината создадени преку процесите на фузија во Сонцето. Исто како и Каџита, така и Мекдоналд неколкупати бил наградуван за придонесот кој го имал во подоброото сфаќање на природата на неутрината.

Денес знаеме дека под осцилации на неутрината се подразбира преминот на електронското неутрино во мионско неутрино, па преминот на мионското неутрино во тау-неутрино и,

доколку неутриното измине подолго растојание, повторно добивање на електронско неутрино на крајот. Иако постојат три одвоени видови на неутрина, доколку се проучува едно неутрино, како на пример, електронско неутрино, ќе се добијат резултати кои укажуваат дека во еден момент ќе постои електронско неутрино, во друг мионско, а во трет момент ќе се детектира тау-неутрино и покрај тоа што станува збор за едно исто неутрино.



Сл. 6. Осцилации на електронското неутрино Извор: <http://kamland.stanford.edu/Nontechnical/oscillations.html>



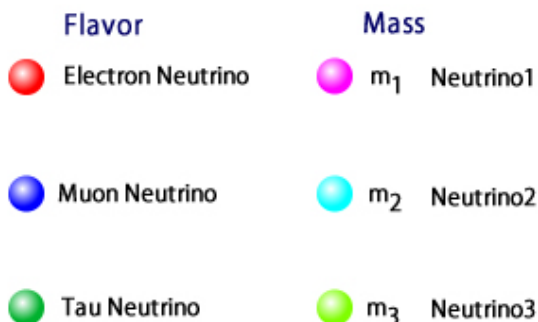
Сл. 7. Состојба на маса на неутрината (комбинација од трите вида на неутрина) Извор: <http://kamland.stanford.edu/Nontechnical/oscillations.html>

Кога станува збор за масата на неутрината, тогаш имаме три квантни состојби на маси: ν_1, ν_2, ν_3 , и секоја од состојбите има своја маса: m_1, m_2, m_3 . Според резултатите од квантната механика, една состојба на маса е комбинација од трите видови на неутрината. На пример, состојбата ν_1 може да се прикаже како комбинација на електронското и мионското неутрино. Како што состојбите на масите се комбинации од видовите на неутрината, така и самите неутрина се комбинации од состојбите на масите. На пример, електронското неутрино претставува комбинација од трите состојби ν_1, ν_2, ν_3 , а со тоа претставува комбинација од масите m_1, m_2, m_3 .

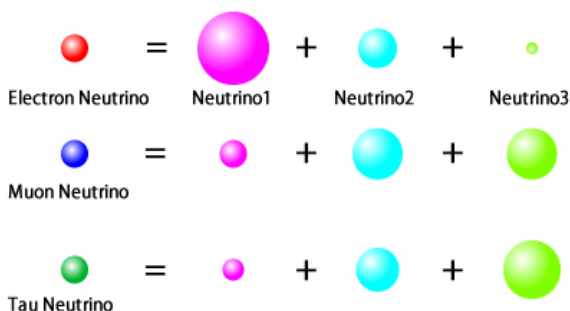
Со оглед на тоа дека состојбите на масите се комбинации од трите вида на неутрина и неутрината се комбинации од трите состојби на маси, според квантната механика не може истовремено да се определи и видот на неутриното и неговата маса. На пример, доколку ја измериме првата состојба на маса ν_1 , тогаш не можеме точно да дефинираме за кој вид на неутрино станува збор, бидејќи состојбата на маса е комбинација од трите видови на неутрина.

Иако се смета дека постојат три состојби на маси, тоа се уште не е докажано. Со идните истражувања се очекува да се потврди оваа претпоставка, како и точно да се одреди масата на секое од

неутрината (досега се знае колкава е масата на комбинациите од неутрината).



Сл. 8. Постојат три вида на неутрина и три состојби на маси на неутрината, при што секоја состојба си има своја маса. Извор: www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/



Сл. 9. Секој вид на неутрино е комбинација од трите состојби на маси Извор: www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/

За поедноставно објаснување на осцилациите, ќе го разгледуваме само преминот на мионското во тау-неутрино. Постои одредена веројатност мионското неутрино со енергија E_ν , по изминато растојание L да премине во тау-неутрино. Оваа веројатност претставува функција од масата на неутриното (која е комбинација од трите состојби на маси), или поточно, од квадратот на промената на масата на неутриното (во една состојба неутриното ќе има одредена маса m_i , а во друга состојба тоа ќе има маса m_j). Масите m_i и m_j се масите кои ги има неутриното во i -состојбата (како почетна состојба) и во j -состојбата (како крајна состојба), па промената на масата на неутриното ќе биде:

$$m_j^2 - m_i^2 = \Delta m^2$$

Масата на неутриното претставува комбинација од трите маси m_1, m_2, m_3 и нивната комбинација е утврдена преку квантниот параметар θ , па веројатноста мионското неутрино, по изминат пат L , да биде детектирано како мионско неутрино е:

$$P(\nu_\mu \rightarrow \nu_\mu) = 1 - \sin^2 2\theta \cdot \sin^2 \left(\frac{1.27 \cdot \Delta m^2 L}{E_\nu} \right)$$

Оние неутрина кои недостасуваат и кои нема да бидат детектирани како мионски неутрина се, всушност, тау-неутрината. На истиот начин се одредува и веројатноста останатите неутрина да бидат детектирани во својот првичен вид.

Изложените откритија за неутрината ја разликува валидноста на Стандардниот модел теоријата на елементарните честички. Осцилациите на неутрината поттикнува огромен број на прашања на кои Стандардниот модел нема одговор. Но, тој може и треба да биде надоградуван и менуван. Секое наредно откритие дава дополнителен допринос во изградбата на еден совршен модел кој ќе содржи информации за сите елементарни честички во природата и нивните меѓусебни взаемнодејства.

Неколку од многуте поинтересни прашања поврзани со осцилациите на неутрината се: Какви се осцилациите на анти-неутрината? Зошто неутрината имаат толку мала маса? Дали неутриното и анти-неутриното се една иста честичка? На ниту едно од овие прашања се уште не е експериментално одговорено. Постои можност и да не е успеано да се детектира десно-ориентираното неутрино, бидејќи тоа не е под влијание на Хигсовото поле (следствено, нема маса) и бидејќи се движи во повеќе од 3 димензии. Или, пак, можеби анти-неутриното е една иста честичка со неутриното па тоа може да преминува (да осцилира) од лево-ориентирано во десно-ориентирано неутрино?

Експериментите за неутрината продолжуваат и резултатите од нив веројатно ќе ни дадат одговори на многубројните прашања. Во меѓувреме, она малку што го знаеме за природата на неутрината може многу да придонесе за подобро проучување на Вселената. Затоа што неутрината се добиваат при процесите на фузија во ѕвездите како и при реакција на космичките зраци со нуклеоните и бидејќи тие се слабо-взаемнодејствувачки честички, нивната детекција може многу да ни открие за случувањата во Вселената. На пример, Сонцето досега е проучувано со анализа на фотоните кои потекнуваат од неговата површина, но немаше податоци за случувањата во јадрото на Сонцето. Фотоните кои се создаваат во јадрото на било која ѕвезда влегуваат во интеракција со останатите честички, патувајќи од јадрото до површината на ѕвездата и притоа трпат промени. Но, бидејќи при процесите на фузија се создаваат и неутрина, овие неутрина може да ни откријат многу за структурата и физичките процеси во јадрото на ѕвездите.

За таа цел, на Антарктикот е изграден детектор за неутрина (IceCube Neutrino Observatory) за кој беше пишувано во еден од претходните броеви на Астрономскиот алманах. Детекторот содржи повеќе од 5000 оптички сензори кои се распоредени на 1,5 km и 2,5 km длабочина во мразот. Hyper-Kamiokande е детектор чија изградба треба да започне во 2018 година, а во 2025 година во него треба да почне проучувањето на неутрината. Од друга страна, се очекува во 2022 година да започне со работа и неутрино-детекторот кој ќе ги проучува неутрината кои стигнале во StanfordLab, а се создадени во лабораторија која се наоѓа близу FermiLab (растојанието помеѓу овие две лаборатории е 1300 km). Овој експеримент е наречен The Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE) и обедини околу 750 научници. Една од неговите цели е токму одговорот на прашањето: Дали неутрината воопшто имаат своја анти-честичка?

Користена литература и линкови

- [1]. Don Lincoln and Tia Miceli, The Enigmatic neutrino, The Physics Teacher 53, 331 (2015).
- [2]. Eugene Hecht, On Morphing neutrinos and why they must have mass, The Physics Teacher 41, 164 (2003).
- [3]. <http://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/sk/sk/neutrino-e.html>
- [4]. <http://kamland.stanford.edu/Nontechnical/oscillations.html>
- [5]. <http://ctp.berkeley.edu/neutrino/neutrino5.html>
- [6]. <http://www.hyperk.org/>
- [7]. <https://icecube.wisc.edu/>
- [8]. <http://www.dunescience.org/>

УЛОГАТА НА ГАСНИТЕ ПЛАНЕТИ ВО СОЗДАВАЊЕТО НА ПЛАНЕТАРНИТЕ СИСТЕМИ

Наце Стојанов

Вовед

Гравитационото привлекување е главна движечка сила во еволуцијата на Вселената. Може да се каже дека таа веќе 5 милијарди години управува со нашиот планетарен систем, но човекот дури во средината на 17 век успеал да ги осознае научните основи на нејзиното влијание врз материјата, без разлика во каква состојба е таа. Уште подоцна, во втората половина на 20 век, развојот на компјутерската техника и нумеричката анализа ги воспоставиле основите на современите методи на изучување на повеќечестичните системи. Со тоа се дошло до нови сознанија кои значително го уточниле нашето познавање на динамиката на процесите што го обликуваат и „водат“ нашиот планетарен систем, но и галаксиите, нивните јата, па се до Вселената како целина.

Материјата во Сончевиот систем може да се подели во неколку категории. Најдоминантни се планетите, потоа следат малите небесни тела како што се џуџестите планети, астероидите и кометите и на крајот е материјата што останала во вид на разни гасови и космичка прашина. Кога станува збор за планетите во Сончевиот систем, но и во другите планетарни системи, може да ги поделиме во две групи:

- ☉ каменести планети и
- ☉ гасни планети.

Во првата група спаѓаат планетите кои во својот состав претежно содржат камења и метали, па затоа имаат релативно голема густина, бавна ротација, цврста површина, немаат прстени и имаат малку природни сателити. Во втората група се планетите кои во својот состав претежно содржат водород и хелиум, па затоа имаат релативно мала густина, брзо ротираат, имаат длабока гасна атмосфера, развиен прстенест систем и многу природни сателити. Во случај на Сончевиот систем, (слика 1), во непосредна близина на Сонцето, до 1,5 AU (AU – астрономски единици), се наоѓаат

каменестите планети, потоа има астероиден појас, па неколку гасни цинови до растојание од околу 30 AU.

На поголеми растојанија од орбитата на Нептун, до околу 50 AU, се наоѓа Куиперовиот појас во кој влегува џуџестата планета Плутон како и многу други слични мали небески тела. Се смета дека зад него започнува Ортовиот облак, кој е сферно тело и е „гнездо“ на комети. Претпоставките велат дека Ортовиот облак се протега до 50 000 или можеби 100 000 AU.

Ова е сегашната состојба на Сончевиот систем, за која се поставуваат многу прашања околу тоа како дошло до негово формирање, дали влијанието на Сонцето е примарно и, се разбира, дали причините што довеле до негово формирање се универзални и ќе важат и за другите екстрасоларни планетарни системи.



Сл. 1. Распределба на небесните тела во Сончевиот систем.

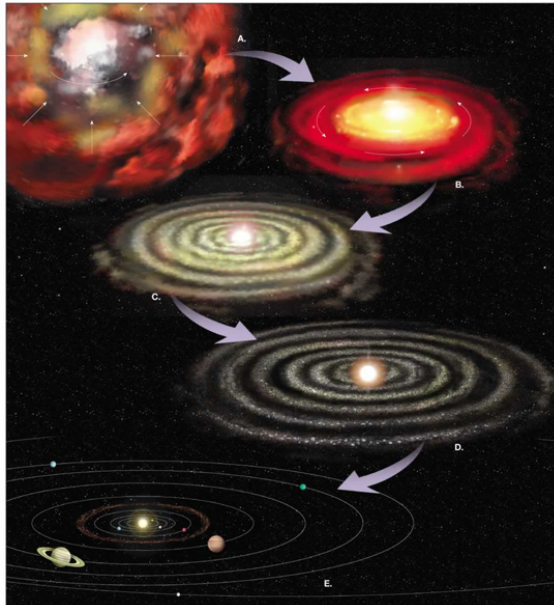
Теории за постанокот на Сончевиот систем

Научните теории за постанокот на планетарните системи може да се поделат на повеќе начини. Во оваа прилика ќе ги поделиме на две категории: *монистички теории* и *дуалистички теории*.

Монистичките теории претпоставуваат дека планетите и матичните ѕвезди се формираат заедно од иста локална материја како изолиран, но поврзан настан. За разлика од нив, базична хипотеза на дуалистичките теории е дека ѕвездите и планетите се формираат независно, односно дека планетите се формираат како резултат на взаемодејството на веќе формирана ѕвезда со некое друго тело.

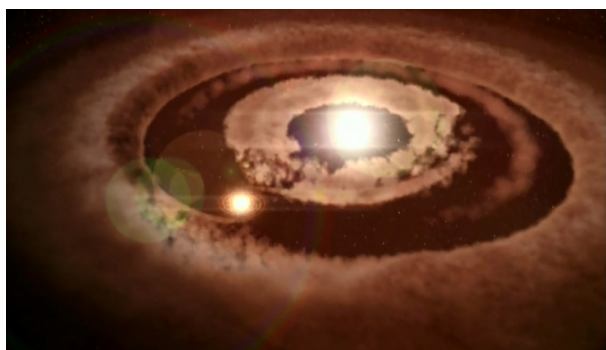
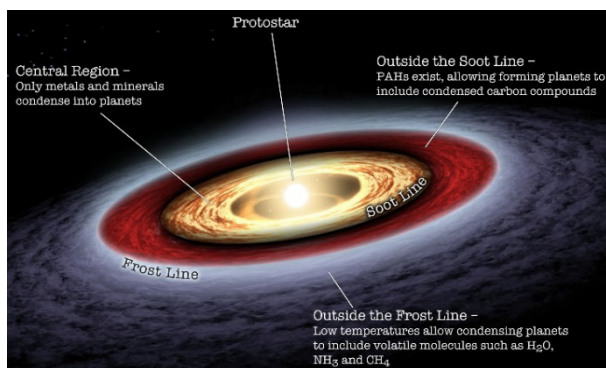
Во оваа прилика, предност ќе им дадам на монистичките теории за кои се смета дека започнале со теорија на Емануел Шведенборг, поставена во далечната 1734 година, позната како теорија за планетарна маглина (небула). Тој својата теорија ја засновал на едноставно научно расудување според кое планетите се формирале од ладен статичен гасен облак кој се фрагментирал под дејство на сопствената гравитација. Подоцна, како резултат на информациите од астрономски набљудувања на слабо видливи магловити ѕвезди што наликувале на хипотетичките планетарни маглини, оваа теорија еволуирала.

Теоријата на Лаплас е првата широко прифатена научна теорија за постанокот на Сончевиот систем и е поставена во 1796 година. Таа претпоставувала дека ѕвездите и планетите настануваат како резултат на гравитационен колапс на динамичен облак од гас, мраз и космичка прашина. Шемата на процесот на формирање на планетарен систем е прикажана на слика 2. Важно е да споменеме дека теоријата за планетарна маглина се развива во два правци. Според едниот од нив, во планетарните маглини „истовремено“ се формираат терестријални и гасни планети, додека според другата теорија, заснована пред се на компјутерски симулации, најпрво се формираат гасните планети, а потоа, како резултат на гравитационото взаемодејство на овие планети со Сонцето и материјата од планетарната маглина доаѓа до формирање на терестријални планети.



Сл. 2. Сликвит приказ на теоријата на Лаплас.

Во основата и на двата правци е претпоставката дека во почетокот од меѓусвездената материја се формира споро ротирачки облак од гас со некоја радијална распределба на температурата, кој постепено се лади и започнува да се компримира под дејство на сопствената гравитација. Како што гравитационото колапсирање продолжува, облакот започнува да ротира побрзо и заради запазување на моментот на импулс (аголно количество на движење), тој се сплоснува во насока нормална на рамнината на ротација, а се издолжува долж рамнината на ротација. Понатамошното гравитационо колапсирање, како и влијанието на центри-фугалната сила, предизвикува спазмотично губење на материјата во екваторијалната рамнина што доведува до формирање на кружни прстени. Гравитационото привлекување на гасот во прстените доведува до формирање на мали грутки – фрагменти, што понатаму се комбинираат и формираат по една планета во секој прстен. Што се однесува до природните сателити на планетите, според оваа теорија, можно е повторување на истото сценарио за гравитационен колапс, но за едно ниво пониско, односно во рамките на еден планетарен прстен- протопланета.



Сл. 3. Формирање на Јупитер во Сончевиот систем.

Но, да се вратиме на моментот прикажан на слика 2 кога започнува формирањето на појасите во сончевата маглина. Новите сознанија добиени, пред се, со компјутерски симулации, покажуваат дека логиката на Лапласовата теорија, тука треба да се модифицира. Имено, формирањето на протопланетарните појаси не е истовремено, туку најпрво започнува онаму каде што локалната гравитација била најголема во Сончевата маглина, а тоа е областа што довела до формирање на Јупитер, слика 3. Едноставно, оваа планета се формирала во право време и на право место, а тоа е појасот кој што денес е познат како *„снежна линија“*, а се наоѓа на околу 5 AU од Сонцето. Станува збор за област каде што водената пара се претвора во мраз, затоа што Сонцето не ја загрева доволно за да остане во гасна состојба. Компјутерските симулации довеле и до други сознанија. Имено, порано општоприфатена била идејата дека планетезималите настанале како резултат на „слепување“ на помали „камчиња“ во поголеми тела, но компјутерските симулации покажале дека овој механизам е малку веројатен, затоа што не овозможува ниту формирање на јадра на каменести планети. Од друга страна, симулациите експлицитно покажале дека формирањето на каменести планети е можно како резултат на локално гравитационо привлекување на околната материја од страна на планетарните јадра. Овој заклучок начелно се однесува и за гасните планети, но за нивно формирање е потребна околина која е многу побогата со мраз и други лесни соединенија што содржат водород, а и подолг временски период. Тоа е важно заради навременото формирање на јадра на гасни протопланети пред него, затоа што Сончевата радијација ги „оддуваа“ лесните гасови (пред се водород и хелиум) од Сончевата маглина.

Значи, во областите од Сончевата маглина што се на растојанија поголеми од 5 AU, мразот многу лесно може да се залепи за камените тела, со што се зголемува нивната маса, но и нивната гравитација. Процесот е невозможен кај каменестите планети затоа што Сонцето е поблиску до нив и ја одржува загреаноста на гасовите, како и на водената пара и гасовите не може да влијаат врз зголемувањето на масата на каменестите планети, но може да формираат гасна атмосфера околу нив. Значи, истражувањата навестуваат дека гасните планети би требало да се формираат најпрво, како и далеку од Сонцето, додека каменестите планети, доколку се формираат, тоа го прават побавно и поблиску до Сонцето.

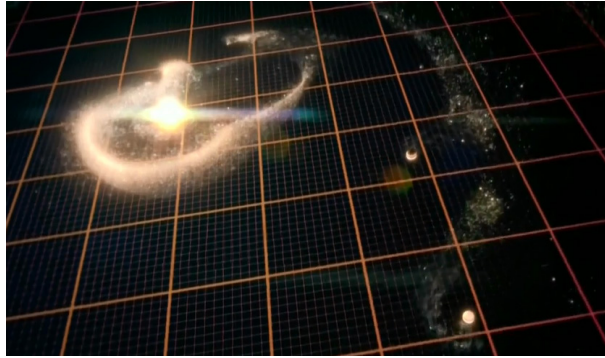
Ако накратко се осврнеме на сознанијата за екстрасоларните планети, ќе видиме дека гасните планети ги има во секој планетарен систем, имаат маси кои се најчесто поголеми од онаа на Јупитер, орбитите им се со големи ексцентритети и се наоѓаат на различни

позиции. Една од нив, а тоа е WASP 33-B (или HD15082), е во непосредна близина на матичната ѕвезда и има површинска температура од дури 3200 К. Ова значи дека постои можност планетите да мигрираат во рамките на планетарните системи, односно да се формираат таму каде има услови за тоа, а потоа заради некои причини, да ја менуваат својата траекторија или орбита.

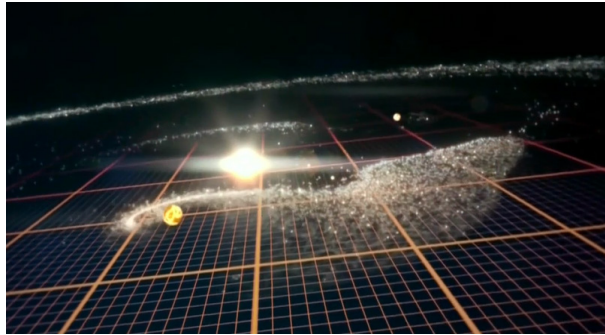
Потврда за миграција на планетите во рамките на нашиот Сончев систем е добиена со компјутерски симулации кои ги направил тимот на Кевин Волш (Kevin Walsh). Претпоставките кои се внесени како почетни услови во симулациите се: Венера е таму каде што е сега, Земјата е таму каде што е сега, а на местото на Марс за почеток има планета со маса на Венера, значи значително поголема. Основно прашање е како почетната протомаса на Марс се намалила речиси десетина пати? Одговорот кој го дала симулацијата е дека причината за тоа е Јупитер! Имено, во симулацијата се претпоставува дека пред околу 4,5 милијарди години, односно само еден милион години откако Сонцето станало активно, се формирала првата планета во Сончевиот систем – Јупитер, и тоа за една третина поблиску до Сонцето од неговата денешна положба. Истиот бил опкружен со густ појас од планетарна маглина која била богата со камени тела, различни гасови, но и водена пара, како на слика 3. Движејќи се низ маглината, тој ја апсорбирал од материја, со што се зголемувала неговата маса, но му се намалувала орбиталната брзина, па затоа започнал да мигрира кон Сонцето или поточно - кон Марс.

На овој начин Јупитер бил гравитациски „заглавен“ помеѓу внатрешниот и надворешниот појас на планетарната маглина (слика 3). Движејќи се спирално кон Сонцето, ја „крадел“ масата на Марс и воедно го „чистел“ околниот простор од материја. Но, во даден момент, Јупитер успеал да се ослободи од гравитационата стапица и започнал да се оддалечува од Сонцето. Причината за тоа била гравитационата сила на втората гасна планета – Сатурн (слика 4). Таа се формирала подоцна од Јупитер, но и подалеку, но заради исти причини започнала да мигрира кон Сонцето, а со тоа и да се приближува кон Јупитер. Во даден момент, кога била доволно блиску до Јупитер, взаемното гравитационо привлекување било посилено од она на Сонцето, па тоа го принудило Јупитер да започне да се оддалечува од Сонцето.

Дополнително, во периодот додека овие две планети се движеле кон Сонцето тие „исчистиле“ голем дел од Сончевата маглина (слика 4), така што гравитационата стапица веќе не постоела, па и двете планети започнале да се движат кон нивните денешни позиции.



Сл. 4. Сликвит приказ на моментот кога гравитационото взаимодействие на Јупитер и Сатурн го принудува Јупитер да се оддалечува од Сонцето.



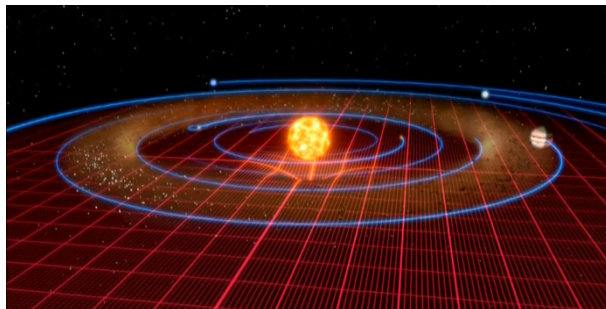
Сл. 5. Формирање на каменести протопланети.

Значи, може да заклучиме дека, благодарение на фактот што Сатурн се формирал на право место и во право време, Јупитер бил „спасен“ за да не биде уништен од Сонцето. Истото важи и за Сатурн.

Но, ова не е единствената „среќна“ приказна во еволуцијата на Сончевиот систем. Миграцијата на двата гасни џина овозможила, од маглината која што останала во околината на Сонцето да се формираат јадра на четирите каменести планети (слика 5). Со текот на времето овие протопланети ја зголемувале својата маса, зафаќајќи ја материјата од маглината и секоја за себе го „чистела“ околниот простор.

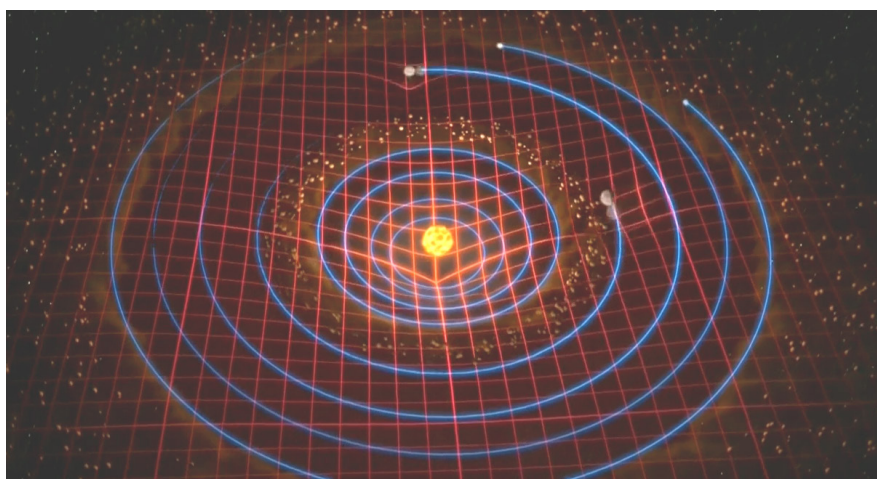
Миграцијата на гасните џинови, заради јаката гравитација, со себе повлекла дел од маглината што била „резервирана“ за Марс, но масата на карпестите остатоци не била доволно голема за да се формира нова планета, па истите останале да орбитираат како слободни тела формирајќи го астероидниот појас (слика 6). Околу 5 милиони години по формирањето на Јупитер, тој пристигнал до неговата сегашна позиција, но во меѓувреме, додека мигрирал, овозможил формирање на голем дел од денешниот Сончев систем,

што значи дека повеќето од планетите добиле стабилни и речиси кружни орбити.



Сл. 6. Сликвит приказ на формирањето на астероидниот појас.

Но, големото влијание на Јупитер врз формирањето на Сончевиот систем не е негова единствена значајна улога. Истражувањата покажале дека Јупитер може да биде пресуден за постанокот на живот на Земјата, но, за жал, кога ќе престане неговата заштитничка улога, тој може да предизвика крај на нашата цивилизација. Сега да видиме од каде доаѓаат овие заклучоци.



Сл. 7. Сликвит приказ на сложеното гравитационо взаимодействие на Сонцето со гасните планети и појасот богат со кометни јадра.

Во Сончевиот систем постојат четири гасни планети. За улогата на Јупитер и Сатурн веќе зборувавме, па преостанува да видиме какво е влијанието на Уран и Нептун. Во периодот на формирање на надворешниот Сончев систем веќе споменавме дека Јупитер и Сатурн при миграцијата низ Сончевиот систем исчистиле голем дел од

планетарната маглина во нејзиниот средишен дел (слики 3 и 4). Но, во појасот каде започнало формирањето на Уран и Нептун имало големо количество на кометни јадра (слика 7).

Сложеното гравитационо взаимодействие на гасните планети, Сонцето и материјата во овој надворешен појас ја зголемува масата на Уран и Нептун, но често предизвикувало и промени во орбитите на малите тела. Затоа, со голема веројатност можело да се случи некоја комета своето движење *околу* Сонцето да го замени со движење *кон* Сонцето. Во овој случај, ако Јупитер гравитационо не ја зафати кометата, постои веројатност таа да се насочи кон Земјата и при судир со неа, заради ослободената топлина, мразот да се претвори во течна вода и пара. Веројатноста на ова сценарио при единечен настан е мала, но ако имаме во предвид дека во појасот околу Уран и Нептун имало огромен број комети, веројатноста тие да се судрат со Земјата повеќекратно се зголемува и станува реална. Затоа, во поново време, како најверојатен „извор“ на водата на нашата планета се сметаат токму кометите.

Кометите од областа околу Уран и Нептун одамна се „исчистени“ заради гравитационото взаимодействие со Јупитер, Сатурн и, секако, со Сонцето, но затоа во уште поголем број ги има и ќе ги има во Ортовиот облак. Тоа ни кажува дека веројатноста за блиска средба на Земјата со некоја комета е реална и присутна.

e-mail: nacestoj@gmail.com

Литература

- [1] M.M. Woolfson, The Origin and Evolution of the Solar System, Inst. Of Physics Pub., 2000.

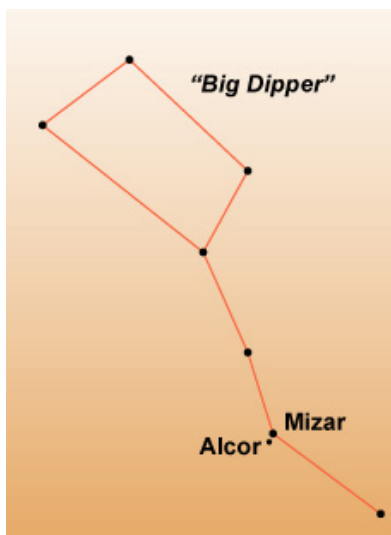
БИНАРНИ СВЕЗДЕНИ СИСТЕМИ

Љупчо Петров и Гордана Апостоловска

Одамна пред телескопската ера набљудувачите на свезденото небо забележале дека претпоследната ѕвезда од рачката на Големата Кола, која е дел (астеризам) од најпознатото циркумполарно ѕвездије Големата Мечка, е двојна ѕвезда. Токму способноста во темна ноќ одвоено да ги видиме со голо око двете ѕвезди Мизар и Алкор претставува тест со кој се потврдува добриот вид (аголната оддалеченост меѓу нив е $12''$). Прв што ја набљудувал оваа двојна ѕвезда (ζ Ursae Majoris) преку телескоп е Галилео Галилеј. Со зголемувањето на моќноста на телескопите било утврдено дека и Мизар и Алкор се повеќекратни свездени системи.

Терминот *бинар* или *бинарна ѕвезда*, кој се однесувал на двојна ѕвезда, за прв пат бил скован во 1802 година од познатиот астроном Вилијам Хершел (William Herschel). Тој почнал со набљудувања на двојни ѕвезди во 1779 година и за краток период формирал каталог со над 700 двојни ѕвезди.

Бинарна ѕвезда или бинарен систем се состои од две ѕвезди кои се гравитациски поврзани и орбитираат околу нивниот заеднички центар на маса. Системи составени од три, четири или повеќе ѕвезди се наречени *повеќекратни свездени системи*. Овие видови на системи, особено кога се на големо растојание од нас и кога се набљудуваат со голо око изгледаат како да се само една ѕвезда на небесната сфера. Истражувањата од последните векови наведуваат на тоа дека околу половина од видливите ѕвезди припаѓаат на некаков вид на свезден систем. Процентот е дека околу $1/3$ од свездените системи во



Сл. 1. Најпознатата видлива со голо око двојна ѕвезда (Мизар-Алкор) се наоѓа во Големата Кола

Млечниот Пат се бинари или повеќекратни ѕвездени системи, додека останатите 2/3 се единечни ѕвезди.

За ѕвездите во бинарот, преку определување на нивниот период и орбитални брзини може да се определи и нивната маса, која е фундаментално својство од кое зависи еволуцијата на секоја ѕвезда.

Бинарни ѕвезди или оптички двојни ѕвезди

Терминот двојна ѕвезда често се употребува како синоним за бинарна ѕвезда. Меѓутоа, понекогаш со двојна ѕвезда се нарекува и *оптички двојна ѕвезда* (или уште наречен *оптички пар*). Тоа се две ѕвезди кои, гледани од Земјата, изгледаат како да се наоѓаат блиску една до друга на небото, а всушност се работи само за оптички ефект; ѕвездите просторно се оддалечени помеѓу себе и не се поврзани преку гравитационото взаемнодејство. За да се потврди дали станува збор за бинарна ѕвезда или оптички пар треба да се направат мерења за паралаксите, сопствените движења и радијалните брзини на двете ѕвезди. Ако при движењето двете ѕвезди опишуваат лакови (делови од орбита) на небото, ако имаат слични радијални брзини и мала разлика во сопствените движења, најверојатно се набљудува пар на гравитациски сврзани ѕвезди или т.н. бинарни (двојни) ѕвезди.

За повеќето од познатите двојни ѕвезди не постојат доволно астрономски набљудувања и мерења за да се определи дали се оптички парови или се, всушност, вистински двојни ѕвезди. Така, Вашингтоновиот каталог на двојни ѕвезди, составен од Поморската опсерваторија на САД содржи околу 100 000 парови од двојни ѕвезди (вклучувајќи ги и оптичките парови), од кои само за неколку илјади се определени орбитите.

Создавање на бинарни системи

Постојат неколку различни процеси на создавање на бинарни системи. Тие можат да се формираат од иста маглина (меѓуѕвезден облак), на сличен начин како што е создадено нашето Сонце и планетите околу него. Вториот начин вклучува два помали облака, од кои може да се создаде еден бинарен систем. Можна е и ситуација, иако со мала веројатност да се случи, ѕвезда патувајќи околу центарот на галаксијата да биде привлечена од помасивна ѕвезда (или, пак, ако самата ѕвезда е масивна, да привлече помала ѕвезда) и заедно да формираат бинарен пар. Некои научници сметаат дека и Сонцето е во бинарен систем со ѕвезда со мал сјај, (на пример кафеаво џуџе), која дури има и свое хипотетичко име - Немезис. Сепак, вселенските

телескопи кои прават детални снимки на целото небо ја отфрлаат оваа можност.

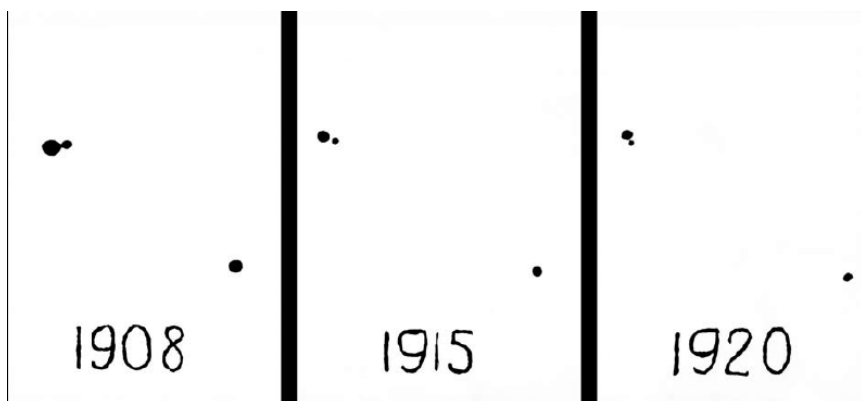
Класификација на бинарните системи

Бинарите може да се класифицираат врз основа на меѓусебната оддалеченост на двете компоненти. *Широко одвоените бинари* имаат орбити кои двете ѕвезди ги држат на големо меѓусебно растојание, така што освен гравитационо, тие не трпат друго меѓусебно влијание и еволуираат независно. Од друга страна, *блиските бинари* се две ѕвезди кај кои може да дојде до пренос на маса од едната ѕвезда кон другата, при што во екстреман случај може да дојде и до спојување на двете ѕвезди.

Во понатамошното разгледување ќе се задржиме само на широко одвоените бинари, при што ќе ја разгледаме класификацијата според начинот на кој што може да се детектираат. Според детектирањето, што најчесто се совпаѓа и со начинот на кој прв пат се откриени, тие се делат на визуелни, астрометриски, спектроскопски и фотометриски (еклиптички) бинари.

Визуелните бинари се оние кај кои двете компоненти може да се видат физички раздвоени. Потребниот услов за да човечкото око, кога гледа директно или во окуларот на телескопот, ги види раздвоено двете ѕвезди, е тие да се наоѓаат на аголна оддалеченост поголема од 0,1 лачна минута ('). Компонентите на визуелните бинари може да се разделат со телескоп, а некои дури и со помоќен двоглед, а сосема мал број од нив и со голо око. Колку е поголема аголната резолуција на телескопот, поголем е и бројот на визуелни бинари кои може да се детектираат. Преку набљудувања со најсовремените телескопи проценето е дека 5 до 10 проценти од видливите со голо око ѕвезди се визуелни бинари.

Со движењето на ѕвездите по своите орбити во текот на годините се менува и релативната позиција на ѕвездите (слика 2). Релативната сјајност на двете ѕвезди е од голема важност при нивното детектирање, поради тоа што сјајот од едната ѕвезда може да го попречи набљудувањето на побледата компонента. Посветлата ѕвезда на визуелниот бинар се нарекува примарна ѕвезда, додека потемната се смета за секундарна.

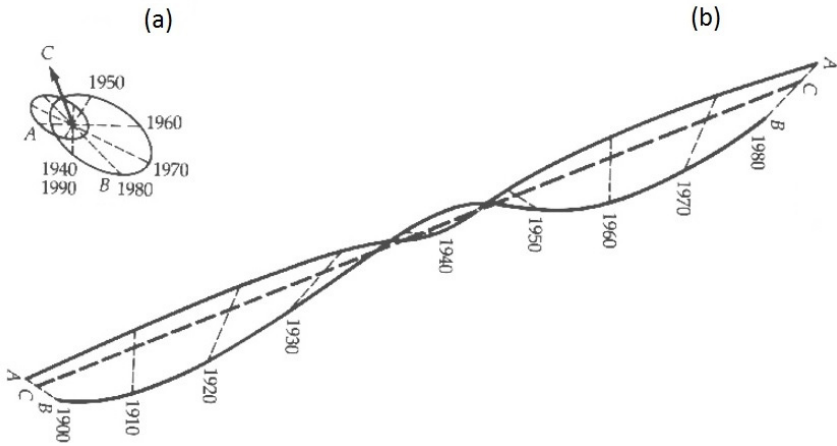


Сл. 2. На фотографиите се гледа бинарниот систем Kruger 60 при што за подолг временски период се забележува движење на компонентите една во однос на друга. Периодот за овој бинарен систем изнесува 44,6 години

Пример за познат визуелен бинарен систем е α Centauri, кој е оддалечен од Земјата на 1,338 pc (pc – парсеци) и е формиран од две ѕвезди означени како α Cen A и α Cen B. Тие орбитираат една околу друга за период од 80 години и се наоѓаат на меѓусебна оддалеченост од 23 AU (AU- астрономски единици) или приближно колку што Уран е оддалечен од Сонцето. Третата ѕвезда, Proxima Cen, наречена уште α Cen C, е најблиска ѕвезда до Земјата; таа се наоѓа на растојание од 4,22 ly (ly – светлосни години) или 1,295 pc. Од нејзиното откривање во 1915 година се сметаше дека можеби е трет член на овој систем, меѓутоа неодамна се потврди дека не е гравитациски сврзана со другите две ѕвезди.

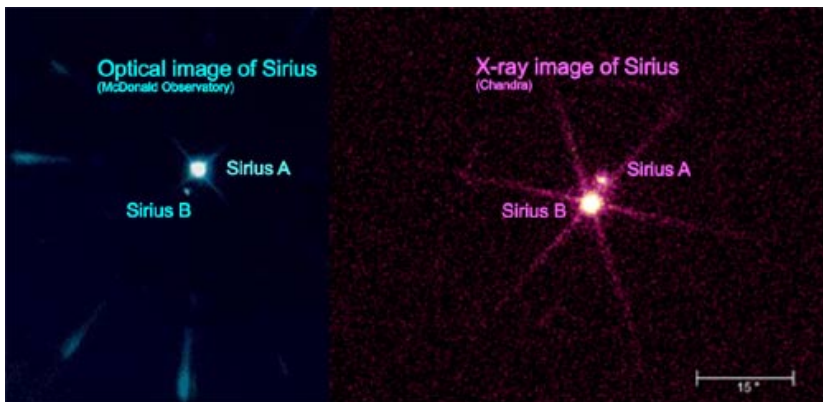
Кај *астрометриските бинарни ѕвезди*, обично само едната ѕвезда е видлива, но нејзиното променливо движење покажува дека мора да е под гравитациско влијание на втора невидлива ѕвезда. Положбата на видливата ѕвезда се одредува во однос на пооддалечени ѕвезди и потоа се проверува дали се присутни периодични промени во нејзината положба. Обично, вакви мерења може да се изведуваат само за блиски ѕвезди на оддалеченост до 10 pc. Овие ѕвезди често имаат големо сопствено движење, така што астрометриските бинари изгледаат како да имаат „разнишани“ патеки на небото.

Во 1884 година, при мерењето на сопственото движење на Сириус, Фридрих Бесел забележал дека има „разнишување“ во патеката (слика 3), врз основа на што заклучил дека видливата ѕвезда, сега наречена Sirius A, има невидлив сопатник, наречен Sirius B. Иако е откриен како астрометриски бинар, со усовршување на телескопите денес Сириус спаѓа во визуелните бинари (слика 4).



Сл. 3. (а) Орбиталното движење на Sirius A и Sirius B во однос на центарот на маса C; (б) Привидното движење на Sirius A, Sirius B и центарот на маса C во однос на позадинските далечни ѕвезди.

Досега се детектирани многу мал број на астрометриски бинари бидејќи за нивно откривање се потребни набљудувања правени подолг временски период и прецизно мерење на позициите и сопствените движења. Се смета дека ситуацијата значително ќе се подобри со новите генерации на вселенски астрометриски мисии.



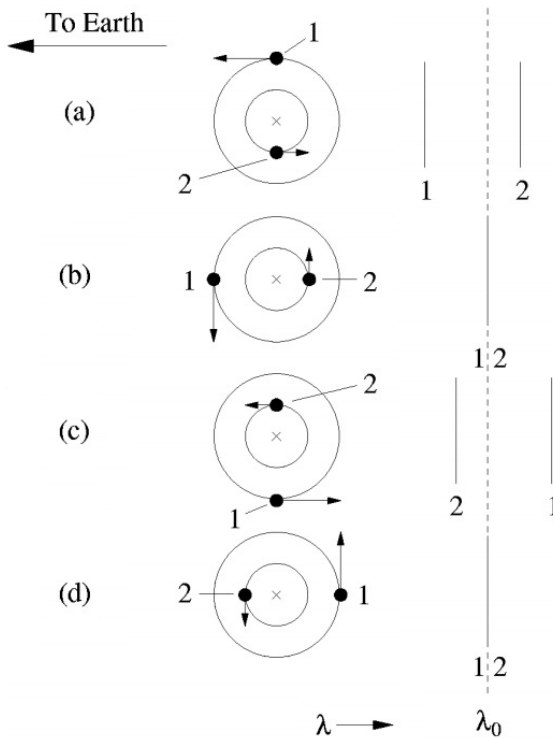
Сл. 4 Во оптичката област Sirius A е 100 000 пати посјајна од белото џуце Sirius B (сликата лево), додека во рендгенската област белото џуце е многу посјајно поради високата температура од 25 000 K.

Извор: [NASA/SAO/CXC/McDonald Observatory](#)

Спектроскопските бинарни ѕвезди се откриени врз база на нивниот спектар. Ако двете ѕвезди не може да се раздвојат ниту со најмоќните телескопи, тогаш бинарноста (двојноста) може да се

потврди од снимениот спектар во кој се гледа суперпозиција од два сета на спектрални линии. Ако се гледа спектарот на само една звезда, тогаш се добива еден сет на спектрални линии кои одговараат на соодветната спектрална класа на која припаѓа звездата. Кај спектарот на бинарот, двата сета на спектрални линии може да одговараат на две различни спектрални класи на кои припаѓаат соодветните компоненти на бинарот.

Во некои спектроскопски бинари кај кои се видливи спектралните линии на двете ѕвезди, како резултат на Доплеровиот ефект, при орбитирањето на ѕвездите околу центарот на маса, доаѓа до наизменична појава на дупли и единечни спектрални линии (слика 5). Дуплите линии преминуваат во единечна спектрална линија кога двете ѕвезди се движат нормално на правецот на набљудување од Земјата. Во некои спектри на бинари видливи се само спектралните линии од едната ѕвезда, но нивното периодично поместување како резултат на Доплеровиот ефект укажува на невидлив придружник.



Сл. 5. Наизменични дупли и единечни спектрални линии кај спектроскопски бинари

Компонентите на спектроскопските бинари се наоѓаат на многу блиски меѓусебни растојанија и се движат брзо по своите орбити, за разлика од визуелните бинари кои имаат периоди од десетици и стотици години и многу мали орбитални брзини кои не може да се детектираат спектроскопски. Се смета дека бинарите кои може да се видат и како визуелни и детектираат спектроскопски, мора да се на блиско растојание до Земјата. Нивното изучување носи богатство на информации.

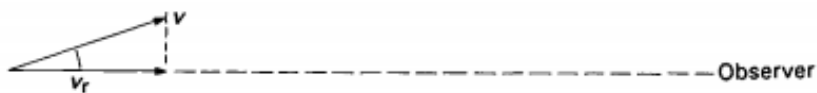
Четвртата класа на бинари се **фотометриските бинарни ѕвезди**. Вообичаено, фотометриските бинари се *еклиптични променливи* каде што варијациите на сјајот настануваат поради поминувањето на едната компонента пред другата, односно затменувањето (еклипсата) на едната компонента од другата (што подетално ќе биде разгледано во натамошниот текст). Според кривата на сјај (промена на магнитудата во текот на времето) еклиптичните променливи се делат на три главни типа: Algol, β Lyrae и W Ursae Majoris ѕвезди.

Во последните децении со помош на големите оптички телескопи може да се набљудуваат и еклиптични бинари надвор од нашата галаксија. Определувањата на физичките својства на овие бинари ги прави прецизна алатка во определувањето на оддалеченостите на галаксиите во нашето соседство.

Блиските *нееклиптични бинари* може да се детектираат фотометриски како резултат на промена на магнитудата поради меѓусебно влијание на двете компоненти. Пример е појава на вишок светлина како резултат на рефлексија на светлината што доаѓа од посветлата компонента. Друга класа на фотометриски бинари, каде што нема вистинска еклипса, се *елипсоидните променливи*. Во овие системи, едната или дури и двете компоненти, како резултат на плимното привлекување, се дисторзирани во елипсоидна форма. Една предвидена метода за детектирање на нееклиптични бинари е преку регистрирање на промена на магнитудата како последица на релативистичко скршнување на светлината. Практичното мерење бара ултра прецизна фотометрија која е можна само со новите генерации на вселенски телескопи.

Радијални брзини и маси на бинари

Доплеровиот ефект е многу битен за истражувањата во астрономијата бидејќи овозможува да се определат брзините на објектите. Поточно со овој ефект може да се определи само радијалната брзина, која претставува проекцијата на брзината во правецот на набљудување (слика 6).



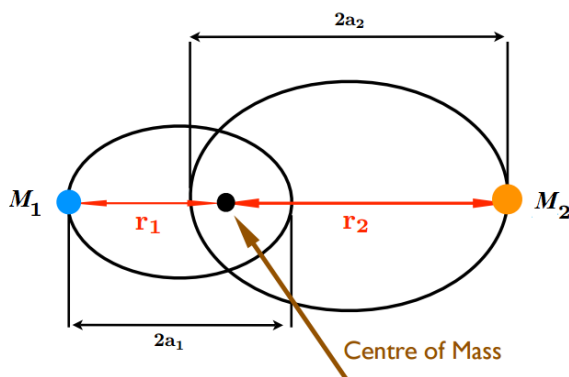
Сл. 6. Набљудувачот со Доплеровиот ефект може да ја определи само радијалната брзина v_r

Според Доплеровиот ефект, промената на брановата должина $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ за емитирана светлина со бранова должина λ_0 е изразена преку равенката:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v_r}{c}$$

каде што c е брзината на светлината во вакуум.

Ако изворот на светлина се оддалечува од нас, детектираната бранова должина λ се зголемува при што настанува т.н. црвено поместување и обратно, кога изворот се приближува, брановата должина се намалува и настанува сино поместување.



Сл. 7. Шематски приказ на компонентите на бинарот кои се движат околу заедничкиот центар на маса, при што полуоските на нивните елиптични орбити се a_1 и a_2

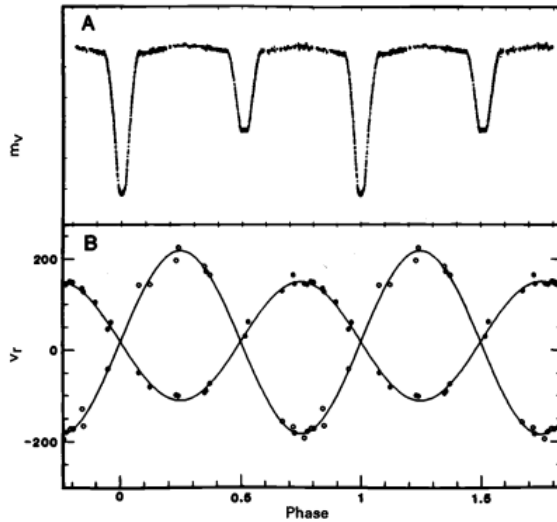
Во случај на бинари, радијалните брзини на двете компоненти се:

$$v_1 = \frac{2\pi r_1}{P} \quad \text{и} \quad v_2 = \frac{2\pi r_2}{P}$$

при што се зема дека ѕвездите се движат по кружни орбити и имаат период P . За да биде стабилен бинарниот систем (нема пренос на маса) кружните фреквенции на двете компоненти треба да се еднакви ($\omega_1 = \omega_2$). Од ова и од дефиницијата за центар на маса ($M_1 r_1 = M_2 r_2$), следува:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{M_2}{M_1}$$

каде што M_1 и M_2 се масите на свездите, а r_1 и r_2 се нивните растојанија од центарот на маса. Ако радијалните брзини на двете компоненти се измерат преку Доплеровиот ефект, а периодот P се определи од кривата на сјај (пример, за крива на сјај која е дадена на графикот А од слика 8) може да се определат оддалеченостите на свездите од центарот на маса, како и односот на нивните маси.



Сл. 8. За фотометрискиот бинар ζ Phoenicis прикажани се кривата на сјај (график А) и менувањето на радијалните брзини (график В) како функција од орбиталната фаза

За визуелен бинар, од набљудувањата може да се конструира (види на небото) релативната орбита на едната звезда околу другата. Ако двете ѕвезди се движат по кружница, радиусот на релативната орбита ќе биде $r=r_1+r_2$. За елиптични орбити на двете ѕвезди се добива дека едната ѕвезда се движи околу втората по релативна елиптична орбита при што втората ѕвезда се наоѓа во фокусот на вистинската елиптична орбита. Во Третиот Кеплеров закон:

$$\frac{a^3}{P^2} = \frac{G(M_1 + M_2)}{4\pi^2},$$

за меѓусебната оддалеченост на свездите се зема $a=a_1+a_2$, каде што со a е означена големата полуоска на релативната орбита на едната

свезда во однос на другата. Ако претходно го определевме односот на двете маси на ѕвездите ќе може со Третиот Кепелров закон да се определат поделните маси на ѕвездите.

На сликата 8 се дадени кривата на сјај и менувањето на радијалните брзини добиени за бинарниот систем ζ Phoenicis. Кога едната ѕвезда се наоѓа зад другата, при набљудувањето се забележува намален интензитет на светлината. Ова се случува два пати за време на еден период, и тоа едниот минимум е примарен и обично е подлабок од другиот (кога поголемата ѕвезда, обично ладен џин, ќе ја прекрие помалата и пожешката компонента), додека кога малата, светла ѕвезда поминува преку дискот на џинот, вкупната магнитуда (т.е. набљудуваниот интензитет) на системот не се менува многу. Се разбира, во зависност од радиусот и температурата на двете компоненти постојат и други варијации.

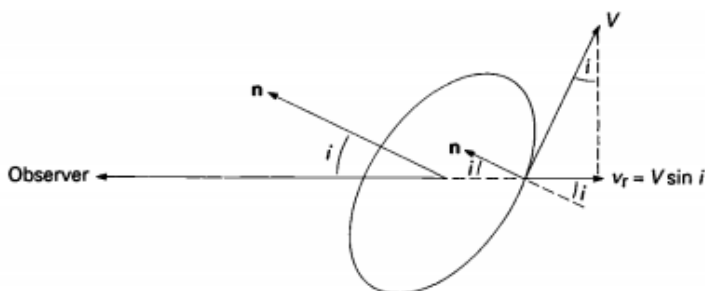
Времетраењето на минимумот зависи од односот на ѕвездениот радиус со големината на орбитата. Ако ѕвездата е исто така спектроскопски бинар, покрај масата од Третиот Кеплеров закон може да се одредат и радиусите на ѕвездите (види подолу).

Некои орбитални параметри за бинарни системи

Во овој дел ќе продискутираме накратко за орбиталните параметри на орбитите. Два главни елементи за да се определи големината и формата на една орбита се ексцентритетот e и големата полуоска a . Ексцентритетот или елиптичноста e се дефинира како:

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}},$$

каде што a и b се големата и малата полуоска, соодветно. За да се определи ориентацијата на орбитата, треба да се знае аголот на инклинација i помеѓу правецот на набљудување и нормалата \mathbf{n} на орбиталната рамнина (слика 9).

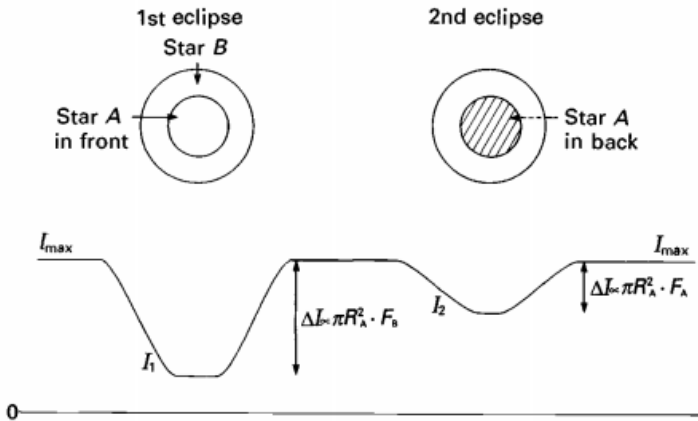


Сл. 9. Нормалата \mathbf{n} на рамнината во која орбитира ѕвездата е наклонета во однос на правецот на набљудување за агол i

Ако аголот на инклинација не изнесува 90° , тогаш мерењата на брзината ќе ја дадат големината на проекцијата на брзината кон правецот на гледање. Имено, ако V е вистинската орбитална брзина, тогаш радијалната брзина ќе биде $v_r = V \sin i$. Забележуваме дека дури и за кружни орбити, радијалните брзини се $V \sin i$, од каде што следува дека нема да може да ги определиме масите без познавање на $\sin i$. Кога $i=90^\circ$, изгледа дека ѕвездите се движат по права линија. Само во случајот кога $i=0^\circ$ ќе можеме да ја видиме вистинската форма на орбитата, но нема да може да ги измериме брзините (радијална компонента нема да постои, $\sin i=0$). Наспроти тоа, за агли помеѓу 0° и 90° , орбитите имаат изглед на елипси дури и кога тие се кружници.

Еклиптични бинари

Со помош на кривите на сјај на еклиптични (затемнувачки) бинари може да се определи односот на површинските сјај на ѕвездите. За таа цел да ја разгледаме сликата 10. Длабочините на минимумите на сјај зависат од интензитетите на единица површина на ѕвездата А и ѕвездата В.



Сл. 10. За време на првото затемнување, само дел од површината на ѕвездата В е попречена. Од друга страна, за време на второто затемнување, ѕвездата А е целосно скриена

Максималниот интензитет (флукс) на светлина е даден преку:

$$I_{\max} = (\pi R_B^2 \cdot F_B + \pi R_A^2 \cdot F_A) \text{const}$$

каде што $F_A = \sigma T_1^4$ и $F_B = \sigma T_2^4$ се интензитетите на светлина (флуковси) од единица плоштина на ѕвездите А и В, соодветно, а T_1 и T_2 нивните ефективни температури.

Константата во равенката е определена од растојанието, осетливоста на инструментот со кој што мериме, како и трансмисијата на Земјината атмосфера. Нека се I_1 и I_2 минималните интензитети на светлина како на сликата 10. Забележуваме дека се исполнети следните релации:

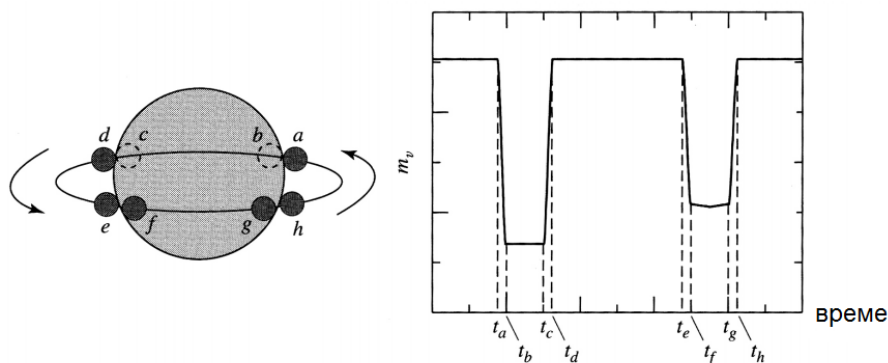
$$I_{\max} - I_2 = (\pi R_A^2 \cdot F_A) \text{const}$$

$$I_{\max} - I_1 = (\pi R_A^2 \cdot F_B) \text{const}$$

Општо, бидејќи константата во равенките зависи од неколку работи кои ги наведовме погоре, во можност сме само да го определиме односот:

$$\frac{I_{\max} - I_2}{I_{\max} - I_1} = \frac{F_A}{F_B}$$

Важноста на овој метод се состои во следното: Ако го познаваме F_A на едната ѕвезда, ќе може да се одреди F_B на другата ѕвезда. Исто така, поради тоа што F_A и F_B ја одредуваат ефективната температура на ѕвездите, на овој начин ќе го одредиме и односот на ефективните температури на составните делови на еклиптичниот бинарен систем.



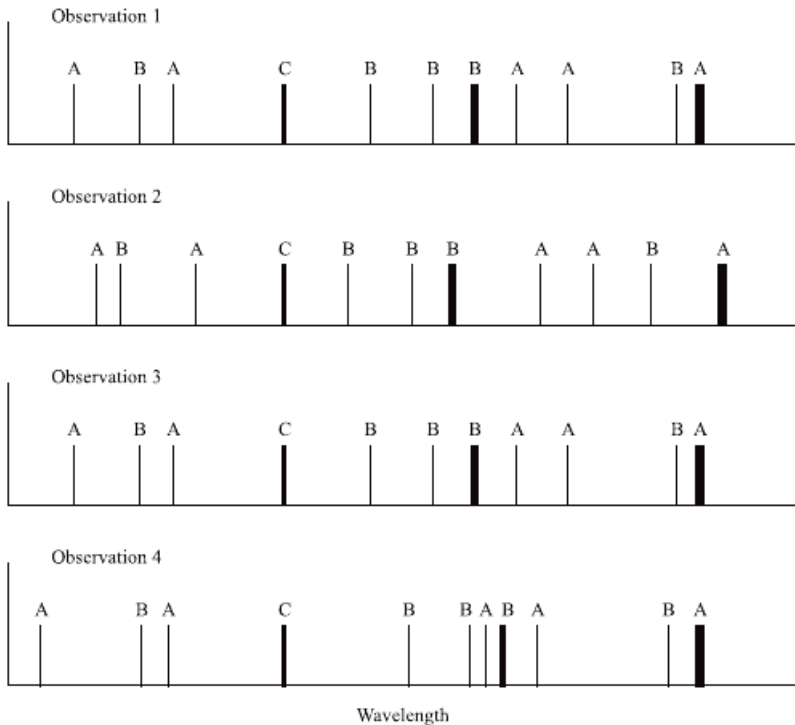
Сл. 11. Пример на еклиптичен бинар, во кој помалата ѕвезда е пожешка од поголемата ѕвезда. Десно е прикажана кривата на сјај за еден период на ротација. (Извор: Carroll & Ostlie's Modern Astrophysics).

Кога затемнувањето (еклипсата) е целосно, може да се определат радиусите на двете компоненти на еклиптичниот бинар преку мерење на моментите на фазите на затемнувањето. Ако претпоставиме дека помалата ѕвезда во текот на нејзиното тотално затемнување се движи нормално на правецот на набљудување (слика 11), нејзиниот радиус R_s може да се определи како: $R_s = v (t_b - t_a)/2$, кадешто t_a е моментот на првиот контакт, а t_b е моментот кога настапува минимумот (настапува целосната еклипса), а v е

релативната брзина на двете ѕвезди. Радиусот R_l на поголемата компонента ќе се определи од релацијата: $R_l = v (t_c - t_a)/2$, каде што t_c е моментот кога завршува целосната еклипса.

Открытие на дифузната меѓуѕвездена материја

Интересно е да се спомене дека меѓуѕвездената материја била откриена со помош на спектрите на бинарните ѕвезди. Дифузната меѓуѕвездена материја се состои од области со гас и прашина со мали густини. Астрономот Јоханес Хартман (Johannes Franz Hartmann) набљудувал два сета на сектрални линии од бинар, по еден од секоја ѕвезда, кои што осцилирале како што компонентите на бинарот ротираат. Меѓутоа, како додаток на линиите кои осцилирале, постоеле и линии кои не ја менувале положбата. Овие фиксни линии биле тенки и биле идентификувани како линии на калциум во меѓуѕвездениот простор. На сликата 12 е прикажан спектарот кој се набљудувал, при што со А и В се означени сектралните линии на двете ѕвезди, а со С се означени фиксните линии на спектарот на меѓуѕвездените молекули и прав.



Сл. 12. Спектар на бинарен систем кој вклучува и линии на меѓуѕвездена материја. Набљудувањата се правени со текот на неколку години

Повеќекратни ѕвездени системи

Една од најпознатите еклиптични бинарни променливи, а воедно и првиот ваков вид ѕвезда по кој е крстена една од класите на еклиптични променливи е Алгол (Algol). Оваа ѕвезда се наоѓа во ѕвездието Голема Мечка, а била забележана како двојна уште во 1660 година. Името Алгол значи “демонска ѕвезда” на арапски и најверојатно потекнува од неговото карактеристично движење. Денес се знае дека Алгол претставува троен систем.

- Втората најсветла ѕвезда во ѕвездието Близнаци, ѕвездата Кастор (Castor), била откриена како визуелен бинар во 1719 година. Денес се знае дека секоја од компонентите на Кастор е спектроскопски бинар, а постои и помалку сјаен придружник кој е, исто така, спектроскопски бинар, со што Кастор претставува систем од шест ѕвезди.
- Визуелниот бинар Алкор-Мизар (Alcor-Mizar) во Голема Мечка исто така се состои од шест ѕвезди, при што четири се во состав на Мизар, а две во состав на Алкор (сл. 13б). Да потсетиме дека Алкор и Мизар може да се видат одвоено и со голо око (сл. 1).



Сл. 13а. Тројниот ѕвезден систем Алгол



Сл. 13б. Модел на шесточлениот ѕвезден систем Мизар и Алкор

На крај, ќе спомнеме дека во случај кога компонентите на ѕвездените системи се поставени многу блиску една до друга може да дојде до размена на материја. Примери за вакви системи се Сириус и Лебед X-1 (Cygnus X-1 е најпознатата црна јама). За некои егзотични ѕвездени објекти, како што се катаклизмичните променливи, милисекундни пулсари и рендгенски бинари, се смета дека претставуваат еволутивни фази на блиски бинарни системи. Бинарните системи се, исто така јадра на многу планетарни маглини, како и претходници на нови и супернови од тип I-a.

Пример-задача

Обидете се да ја решите следната задача:

Компонентите на бинарот се движат заедно во кружни орбити. Меѓусебното растојание е 1 AU и масата на секоја компонента е еднаква со соларната маса, $M_{\text{Солнце}}$. Набљудувачот ќе види периодично разделување на спектралните линии. Колкава е максималната одвоеност на компонентите од $H\gamma$ линијата (третата линија во Балмеровата серија)? (Одговор: $\Delta\lambda=0,061$ nm.)

Користени материјали

- [1] E. Bohm-Vitense, Introduction to Stellar Astrophysics – Volume 1: Basic stellar observations and data, Cambridge University Press, 1989.
- [2] Hannu Karttunen et.al. *Fundamental Astronomy*, Fifth Edition, Springer – Verlag Berlin, 2007.
- [3] “Binary Star – Wikipedia, the free encyclopedia” Wikimedia Foundation, Inc., 1 Feb 2016. Web.< https://en.wikipedia.org/wiki/Binary_star>.
- [4] “Algol – Wikipedia, the free encyclopedia” Wikimedia Foundation, Inc., 3 Feb 2016. Web.< <https://en.wikipedia.org/wiki/Algol>>.
- [5] “Mizar and Alcor – Wikipedia, the free encyclopedia” Wikimedia Foundation, Inc., 17 Jan 2016. Web.<https://en.wikipedia.org/wiki/Mizar_and_Alcor>.
- [6] <http://www.ast.cam.ac.uk/~pettini/STARS/Lecture04.pdf>
- [7] http://www.rochester.edu/pr/Review/V72N4/pdf/03_inreview06.pdf
- [8] https://www2.onu.edu/~j-pinkney/PHYS3471/PROT3471/phys371_w3Binary_Stars.pdf
- [9] <https://www.astro.umd.edu/~thuard/astr288c/lecture6-notes.pdf>
- [10] <http://www.atlasoftheuniverse.com/orbits.html>

ВОВЕД ВО АСТРОБИОЛОГИЈА

Димитар Цундев

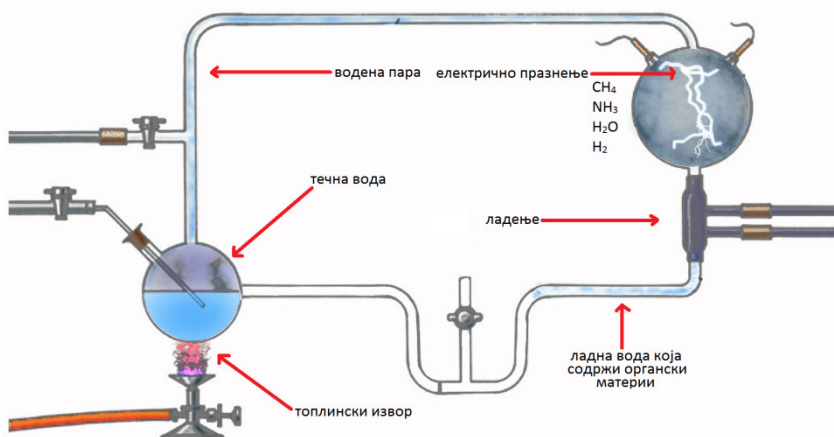
Има повеќе дефиниции што е тоа астробиологија. Наједноставно кажано, тоа е наука која се занимава со проучување на животот во Вселената, или поточно кажано, можноста за постоење на живот во Вселената.

Проучувањето на животот во Вселената се врши со проучување на живите организми кои живеат во екстремни средини на Земјата, односно во услови кои се многу слични со тие кои владеат на некои места во Вселената. Под екстремни средини се сметаат високи и ниски температури, киселински и базни средини, радијација, висок притисок или вакуум, а некои научници за „екстремна средина“ го сметаат дури и времето (во години и векови). Овие организми кои живеат во екстремни средини се нарекуваат екстремофили и поседуваат способност да се прилагодат на екстремните услови за живот или, пак, се така изградени да можат да живеат исклучиво во екстремни средини. Зборот екстремофил буквално значи - сака екстремно. Дел од екстремофилите дури не ни можат да живеат ако не се наоѓаат во екстремни услови. Обично, бактериските екстремофили се способни да толерираат екстремни средини и да живеат и во нормални и екстремни услови, додека археите имаат специфична структурна градба и поради тоа може да живеат само во екстремни средини.

Кога се зборува за екстремофили во Вселената се мисли на организми кои се способни целосно да живеат и да се размножуваат во екстремни средини, а не само да ги преживеат екстремните услови. На пример, има екстремофили на кои, за да преживеат и за да се размножуваат, им е потребна оптимална температурата од 121°C. Тоа е температура која се користи за стерилизација и на која сите живи организми би умреле. Има и такви кои, за да преживеат мора да се наоѓаат во екстремно кисели средини или, пак, такви кои не можат да преживеат ако не се во минимум 3 моларна NaCl. Екстремофилите кои живеат во солени средини како на пример солени езера и солена храна се нарекуваат халофили (halophiles). Тие што можат да живеат на висока температура како, на пример, во топлите вулкански извори се нарекуваат термофили (thermophiles), а тие што живеат на ниски температури како Антарктикот се психрофили или криофили (psychrophiles). Ацидофилите (acidophiles) живеат во киселите средини како, на пример, во вулканите и некои рудни наоѓалишта,

додека алкаифилити (alkaliphiles) живеат во базни средини како пустините и некои почви. Под висок притисок во длабочината на океаните живеат пиезофилите или барофилите (piezophiles или barophiles). Речиси сите екстремофили се едноклеточни микроорганизми, а еден од исклучоците е воденото мече (tardigrades) кое може да живее во вакуум и под супер-висок притисок, висока радијација, температура од -272°C до 151°C и да преживее без вода повеќе од 120 години.

Освен проучувања на животот на Земјата, во астробиологијата се вршат и проучувања на атмосферата и метеоритите, но речиси и да не се вршат проучувања во Вселената поради повисоката цена на таквите истражувања. Освен екстремофилите, друг популарен метод кој го користат астробиолозите за пронаоѓање на живот во Вселената е барањето на фосили во метеорити. Исто така, во поново време за пронаоѓање на доказ за живот во Вселената се користат балони кои одат до 40 km во атмосферата. Важен метод за испитување на можноста за живот во Вселената е испитување на условите кои владееле во времето пред да има живот на Земјата.



Сл. 1. Целиот систем во кој е изведен Милер-Јуриевият експеримент. Во главниот сад има смеса на гасови од CH_4 , NH_3 , H_2O и H_2 низ која поминува електрично празнење и има дотур на водена пара. Извор: (модифицирано) YouTube (2011) <https://www.youtube.com/watch?v=iahBQolXQH8>

Во 1952 година, Стенли Милер (Stanley Miller) под супервизија на Харолд Јури (Harold Urey) го врши познатиот Милер-Јуриев експеримент во кој, од гасовите кои биле присутни во првобитната Земјина атмосфера, се добиле органски молекули. За овој експеримент бил дизајниран затворен систем во кој се наоѓале гасови на метан (CH_4), амонијак (NH_3), водена пара (H_2O) и водород (H_2), а низ

нив поминувало електрично празнење. Гасовите го претставувале составот на првата атмосфера, а електрично празнење се користело наместо ултравиолетова светлина за да се добијат слободни радикали. При овој експеримент биле добиени аминокиселини, што според некои мислења би значело дека во првобитната атмосфера можело да се настане живот. Но подоцна е откриено дека во првобитната Земјина атмосфера биле присутни и гасови како H_2S и SO_2 и кога Милер-Јуријевиот експеримент е повторен и со овие гасови, добиени се сите аминокиселини кои се наоѓаат во живите организми. Подоцна, други научници, изведувајќи слични експерименти, успеале да добијат многу покомплицирани органски соединенија од аминокиселините.

Кога се бара живот во Вселената, важно е да се знае од кои елементи тој би бил составен и како би изгледал. Голем дел од научниците сметаат дека тој би имал сличен состав како и животот на Земјата и дека ДНК и животот заснован врз јаглерод се универзални во целата Вселена. Постојат и мислења дека животот во Вселената може да биде базиран на силициум (Si) наместо на јаглерод (C). Треба да се знае дека ова е целосно погрешно размислување кое може да не однесе во погрешна насока. Доколку постои живот во Вселената, тој живот мора да биде базиран исклучуво на јаглерод, а не на силициум. Најголем доказ дека не може да биде заснован на силициум е Земјата, кај што количеството на силициумот (Si) во нејзината кора изнесува дури 27,7% додека количеството на јаглеродот (C) изнесува само 0,025%. Со оглед на тоа дека односот на силициумот и јаглеродот е толку голем и доколку постои можност животот да биде заснован на силициум, тогаш ние на Земјата би можеле да најдеме живот заснован на силициум. Бидејќи на Земјата не може да се пронајде живот заснован врз силициум, уште поневеројатно е таков живот да постои во Вселената.

Вселенски мисии

Во медиумите постојано се зборува за испитувања на животот во Вселената од страна на вселенските агенции, но вистината е дека вселенските агенции не бараат живот во Вселената туку хемиски соединенија кои се поврзани со животот и се предуслов на живот или продукт на животниот метаболизам. Има огромна разлика помеѓу барање на живот во Вселената и барање на хемиски соединенија, методите и резултатите од двете постапки значително се разликуваат. Досега, вселенските агенции имаат изведено само три потраги по живот во Вселената.

Во научната јавност постојат повеќе мислења поради прикриеното одбивање на НАСА да врши испитувања за пронаоѓање на живот во Вселената, но во овој текст нема да ги дискутираме тие причини. Нешто е слична ситуацијата и со Европската вселенска агенција, која не вклучи никакви астробиолошки испитувања на комета 67P/Чуриумов-Герасименко, иако имаше практични услови за такви испитувања кои би биле доста евтини во споредба на вкупната вредност на проектот. Засега само постојат најави дека руската вселенска агенција Роскосмос, која веќе имаше една неуспешна мисија, повторно ќе се обиде да испрати живот, вклучувајќи и некои екстремофили, на сателитот на Марс - Фобос.

Досега се направени само три посериозни мисии за истражувања за животот во Вселената. Целта на сите три мисии беше Марс, од кои една мисија успеа да стигне до целта, другата беше загубена, а третата не се лансираше. Мисијата Викинг во далечната 1976 година успеа да стигне на Марс и да изведе експеримент за пронаоѓање на марсовски микроби. За овој експеримент беше земен примерок од површината на Марс во кој беа додадени органски соединенија со изотоп ^{14}C . Доколку на површината на Марс живеат микроби, токаш тие би ги употребиле органските соединенија во својот метаболизам и би испуштиле радиоактивен CO_2 . Во сличен експеримент примерокот беше загреан за да се убијат потенцијалните микроби. Но и во двата случаи беше регистриран радиоактивен CO_2 со ^{14}C . Се сметаше дека во примероците има пероксиди и затоа е детектиран радиоактивен CO_2 и во веќе загреаниот примерок, кој би требало да биде стерилен. Резултатите од овој експеримент останаа контроверзни. Генералното мислење е дека тој не докажал живот на Марс. Сепак, во научната јавност има уште една страна предводена од раководителот на ова истражување Гилберт Левин (Gilbert V. Levin), која тврди дека со експериментот било докажано постоење на живот на Марс.

Направена е уште една мисија за пронаоѓање на живот во Вселената и тоа е англиската мисија Бигл 2 (Beagle 2) на Марс од 2003 година. Со леталото Бигл 2 беше изгубен секаков контакт и дури на почетокот на 2015 година повторно забележано на површината на Марс.

Руската вселенска агенција Роскосмос во 2011 година ја изведе неуспешната мисија Фобос-Грунт за проучување на можноста за живот во Вселената. Целта беше да се испратат примероци од животот на Земјата на Фобос и по некое време да се вратат примероците на Земјата за да се испита дали ќе преживеат. Се очекува нова мисија со истата цел наречена Фобос-Грунт 2.

Панспермија

Најважна теорија на астробиологијата е теоријата на панспермија (Panspermia) со која се претпоставува дека животот доаѓа од Вселената. Уште во антиката постоеле мислења дека животот на Земјата дошол од друго место од космосот. Според оваа теорија, животот постои и е раширен низ Вселената и може да се пренесува од едно место на друго, на пример преку метеоритите што паѓаат. За автори на теоријата на панспермија се сметаат Фред Хојл (Fred Hoyle) и Чандра Викрамасинги (Chandra Wickramasinghe). Фред Хојл бил астроном, еден е од авторите на теоријата за нуклеосинтеза (создавањето на хемиските елементи во ѕвездите), како и на името за „Големата експлозија“ (Big Bang). Поради неговите тврдења за постоење на живот во Вселената, не му е доделена Нобеловата награда по физика во 1983 година за формирањето на хемиските елементи во ѕвездите, иако тој, за разлика од другите добитници од таа година најмногу ја заслужил и имал право на оваа награда. Чандра Викрамасинги е астробиолог и моментално работи во Универзитетот на Бакингем во Англија. Викрамасинги е познат по откривањето на органскиот состав на космичката прашина.

Според теоријата за панспермијата, животот на Земјата бил пренесен со микроорганизми по пат на контаминација на објекти кои паднале на Земјата. Панспермијата не го пручува прашањето на настанокот на животот, туку само проучува како животот се пренесува низ Вселената. Исто така, постои и теоријата за „директна панспермија“, која е предложена во 1973 година од страна на нобеловецот и пронаоѓачот на структурата на ДНК Френсис Крик (Francis Crick) и Лесли Оргел (Leslie Orgel). Тие предложиле теорија дека организмите (животот) биле намерно пренесувани на Земјата од страна на интелигентни суштества од друга планета. Тврдењето е контрoверзно и затоа нема да навлегуваме во оваа тема.

Постојат повеќе подгрупи на панспермијата од кои најзначајни се: литопанспермија, кометска панспермија, патоспермија и ударна панспермија.

Литопанспермијата (Lithopanspermia) е подгрупа на панспермијата која го проучува пренесувањето на животот преку карпите. Научниците докажаа дека некои микроорганизми можат да го преживеат согорувањето на и падот на Земјата на објект како метеорит. Доколку, на пример, во метеоритот има и аминокиселини, од нив би можеле да настанат протеини, а во минатото ова можеби бил метод за збогатување на земјата со органски материјали. Денес, научниците кои се занимаваат со литопанспермијата, бараат фосили на микроорганизми во метеоритите. Досега најпознат ваков случај е метеоритот ALH84001 пронајден на Антарктикот, за кој се смета дека

потекнува од Марс. Во 1996 година беше објавено дека на него се забележани фрагменти кои посочуваат на живот и ако претставуваат фосилизирани форми на живот, би биле прв цврст доказ за постоење на екстратерестријален живот. Сега се смета дека таа форма не е создадена од органска материја туку од карпа. Сепак, самата претпоставка за живот го направи овој два килограмски метеорит да биде најистражуваната „карпа“ во човековата историја.



Сл. 2. Метеоритот ALH84001 гледан под електронски микроскоп. На центарот на сликата се забележува форма која многу наликува на микроорганизам. Извор: 1996. NASA, Washington, D.C.

Кометската панспермија (Cometary Panspermia) ја проучува можноста животот да дошол на Земјата и да се шири низ Вселената преку кометите. Слично е и со литопанспермијата, со таа разлика што кометите можат да пренесат живот со самото поминување во близина на некоја планета, без, притоа, да удрат во неа. При самото поминување покрај планетата тие распркуваат микроби. Иако се работи за екстремно мал број на микроорганизми, доколку микробите се екстремофили, тие би имале шанса да преживеат и да паднат на планетата.

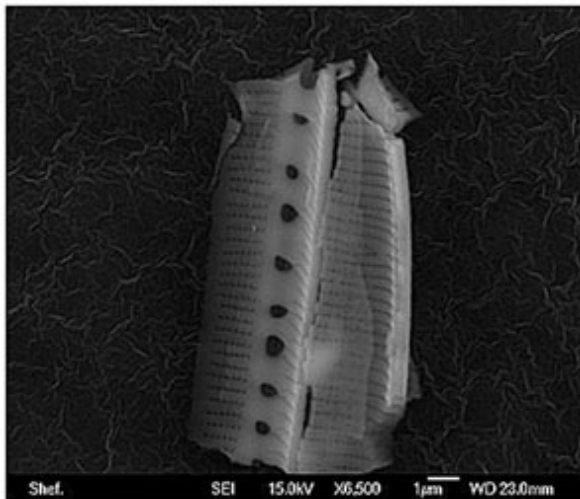
Патопанспермијата или **патоспермијата** (Pathospermia) ја проучува можноста патогени микроорганизми да доаѓаат од Вселената (на пример преку метеорите) и да предизвикуваат нови болести на Земјата. Ова е контроверзна тема и често секое нејзино споменување од страна на научната јавност се злоупотребува од медиумите. Основоположници на патоспермијата се повторно истите Фред Хојли и Чандра Викрамасинги, кои во 1979 година ја објавиле книгата „Болести од Вселената“ (Diseases from Space). Нивните тврдења се темелат врз испитувањето на космичката прашина. Според нив, некои од вирусите не се пренесуваат само од човек на

човек, туку од Вселената на човекот, а со тоа вирусите влијаат врз еволуцијата на Земјата. Важно е да се знае дека доколку патоспермијата навистина постои, тогаш луѓето би биле отпорни против најголем дел од овие микроорганизми од Вселената бидејќи со текот на времето човекот еволуирал и изградил соодветен имун систем способен да се бори против овие микроби. Под притисокот на еволуцијата, живите единки кои не се способни да се одбранат од патогените микроорганизми изумреле, а преживеале и оставиле потомци само тие кои можеле да се одбранат. Затоа живиот свет на Земјата се има прилагодено и е отпорен на вселенските микроорганизми, кои според патоспермијата паѓаат на Земјата. Но тоа не би било случај доколку на Земјата дојде патоген со кој никогаш претходно не сме имале контакт и кој посебно еволуирал со милијарди години. Бидејќи не сме имале контакт со тој патоген, ние не би ни имале развиено одбранбен систем против него. Иако шансите за ваква инфекција се екстремно мали, доколку тоа се случи, штетата би била премногу голема и, теориски, тој патоген би можел да го уништи човештвото. Токму затоа најпознатите имиња во астробиологијата се имаат обединето и ја имаат создадено организацијата „Меѓународниот комитет против враќање на примероци од Марс“ (International Committee Against Mars Sample Return), која се бори против пренесување на примероци од Марс и од други вселенски тела, додека не се докаже нивната безбедност.

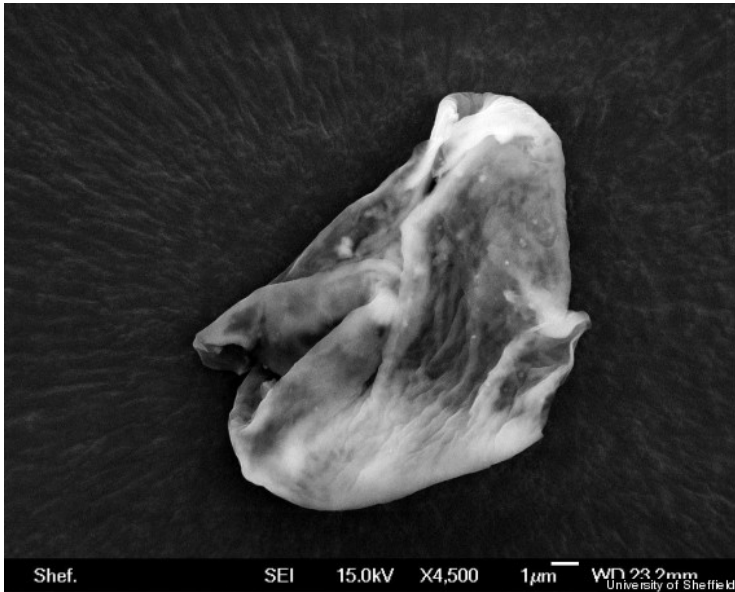
Ударната панспермија (Impact Panspermia) е комбинација на липопанспермијата и кометската панспермија. Ударна панспермија ја проучува можноста животот да постоел на определена планета врз која паднал некој астероид или комета. Како резултат на ударот парчињата карпи од површината од таа планета се разлетуваат низ блискиот вселенски простор и паѓат на друга планета во форма на метеорити. Токму така и се создадени метеоритите на Марс кои паднале на површината на нашата планета. Се разбира, за ударната панспермија да функционира во пракса, треба во тие карпи да има живот.

Освен панспермијата, постои и теорија на **неопанспермија** (Neopanspermia) според која животот потекнува и продолжува да доаѓа од Вселената. За да се потврди оваа теорија треба да се докаже дека моментално постојат микроорганизми кои доаѓаат од Вселената. Тоа се прави со истражувања во атмосферата и потрага по живот токму во неа. Се смета дека е доволно метеорите да поминат во близина на планетава, за екстремно мал дел од организмите на тој метеор да одлетаат накај Земјата. Земјината атмосфера ги забавува потенцијалните микроорганизми, па затоа научниците можат да ги „уловат“. Може да се случи да се уловат микроорганизми во високата

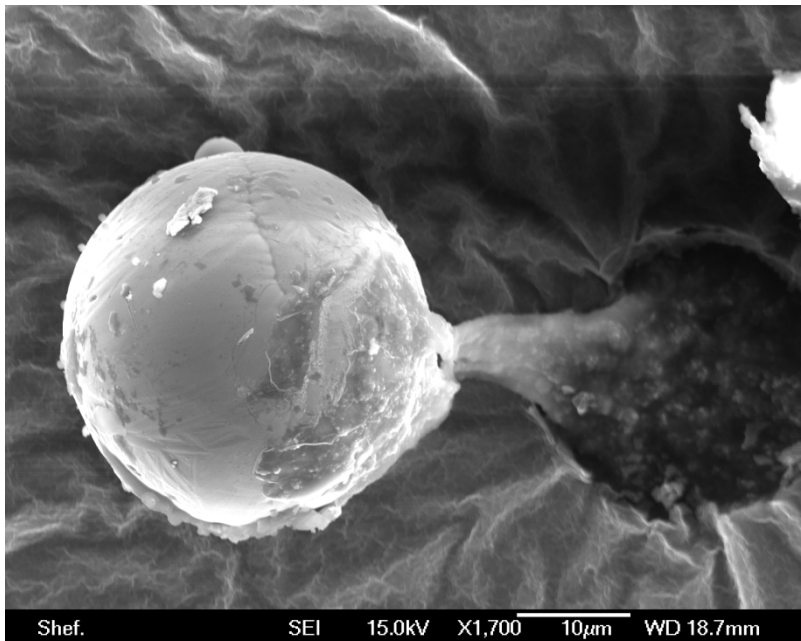
атмосфера, иако ова се случува екстремно ретко. Оваа ловење на микроорганизми се прави со помош на балони во стратосферата (на висина од 10 - 50 km на која што не се очекува да има живот). Најуспешен во истражувањата со балони во стратосферата е Милтон Веинрајт (Milton Wainwright) од Универзитетот на Шефилд во Велика Британија. Се сметаше дека не може да постои живот над 10 km во атмосферата, бидејќи нема услови за тоа. Но во 2002 година Милтон Веинрајт заедно со Чандра Викрамасинги докажаа дека постојат бактерии на висина од 41 km над површината на Земјата, кои најверојатно доаѓаат од Вселената. Во 2013 година Милтон Веинрајт пронајде диатом (алга) на 27 km во Вселената, прикажана на слика 3. Диатомите ги има на Земјата во изобилство, но не е можно сами да одат на 27 km од површината на Земјата, каде што владеат екстремни услови. Пресметките покажуваат дека честичка со таква големина не може да се задржи долго на таа висина и би требало да падне на Земјата. Исклучена е секоја можност да биде исфрлена на таа височина од некој вулкан и невозможно е да биде однесена од некој авион бидејќи патничките авиони летаат на висина која е повеќе од дуplo помала од таа на која е пронајден диатомот. Исто така, на иста височина беше пронајден дел од микроорганизам прикажан на слика 4 чија форма не одговараше на ниту еден познат организам на Земјата. Со оглед на тоа дека постои симетрија кај живиот свет, може да се претпостави каква би била градбата на тој непознат микроорганизам. Исто така, можно е овие организми да немаат симетрија бидејќи еволуирале без силно влијание на гравитацијата и со тоа добиле форма без симетрија..



Сл. 3. Диатом сликан со електронски микроскоп. Извор: [29]



Сл. 4. Остаток од непознат микроорганизам сликан со електронски микроскоп. . Извор: [29]



Сл. 5. Слика од титаниумска топка добиена со електронски микроскоп. Во позадина се гледа создадениот кратер при падот на топката. Анализите покажале дека топката е легура на титаниум и ванадиум, а материјата која излегува позади неа е составена од јаглерод и кислород и има органско потекло. Извор: [31]

Милтон Веинрајт го откри досега најдврстиот доказ за постоењето на панспермијата. Се работи за титаниумова топка откриена во стратосферата, прикажано на слика 5. При падот, топката создала кратер и од позицијата на кратерот и објектот на кој паднала во балонот, може да се заклучи дека топката паднала буквално од горе вертикално. Ако веќе се наоѓала во стратосферата, немала да удри под тој агол, што значи дека топката паднала (дошла) вертикално од Вселената. Анализите покажале дека топката е легура од титаниумот и ванадиум, а материјата која излегува зад неа е составена од јаглерод и кислород и има органско потекло. Исто така, на фотографиите биле забележани органски израсходи кои ја прицврстувале органската материја врз топката, што значело дека живиот организам буквално се обидува да се држи за топката. Но, за жал, поради процедурата за фотографирање со електронски микроскоп и промените кои се случиле, не било можно да се земе и да се размножи органската материја (потенцијалниот жив микроорганизам), а со тоа никогаш не можеме со сигурност да потврдиме за каков вид микроорганизам се работи.

Важно е да се напомене дека микроорганизмите од стратосферата се регистрираат само за време на метеорските дождови или за време на поминувањето на некој астероид или комета покрај Земјата, а тоа никогаш не се случува кога овие појави ги нема. Неопанспермијата е во моментот најактуелна тема во астробиологијата. Истражувањата на ова поле течат и во иднина може да очекуваме интересни откритија.

e-mail: dimitar.djundev@campus.lmu.de

Користена литература

- [1] Miller, Stanley L. "A production of amino acids under possible primitive earth conditions." *Science* 117, no. 3046 (1953): 528-529.
- [2] Crick, Francis HC, and Leslie E. Orgel. "Directed panspermia." *Icarus* 19, no. 3 (1973): 341-346.
- [3] Hoyle, Fred, and Chandra Wickramasinghe. "Does epidemic disease come from space(Comet-borne microorganisms)." *New Scientist* 76 (1977): 402-404.
- [4] Levin, Gilbert V., and Patricia Ann Straat. "Recent results from the Viking labeled release experiment on Mars." *Journal of Geophysical Research* 82, no. 28 (1977): 4663-4667.
- [5] Klein, Harold P. "The Viking biological experiments on Mars." *Icarus* 34, no. 3 (1978): 666-674.
- [6] Hoyle, Fred, and Chandra Wickramasinghe. "Diseases from space." *Diseases from space.*, by Hoyle, F.; Wickramasinghe, C.. London (UK): JM Dent, (1979).

- [7]Crick, Francis. "Life itself: its origin and nature." *Life itself: its origin and nature.*, by Crick, F. New York, NY (USA): Simon and Schuster, (1981).
- [8]Levin, Gilbert V., and Patricia A. Straat. "A search for a nonbiological explanation of the Viking labeled release life detection experiment." *Icarus* 45, no. 2 (1981): 494-516.
- [9]Romanek, Christopher S., Monica M. Grady, I. P. Wright, D. W. Mittlefehldt, R. A. Socki, C. T. Pillinger, and E. K. Gibson. "Record of fluid rock interactions on Mars from the meteorite ALH84001." *Nature* 372, no. 6507 (1994): 655-657.
- [10]McKay, David S., Everett K. Gibson, Kathie L. Thomas-Keppta, Hojatollah Vali, Christopher S. Romanek, Simon J. Clemett, Xavier DF Chillier, Claude R. Maechling, and Richard N. Zare. "Search for past life on Mars: possible relic biogenic activity in Martian meteorite ALH84001." *Science* 273, no. 5277 (1996): 924-930.
- [11]Levin, Gilbert V. "The Viking labeled release experiment and life on Mars." In *Optical Science, Engineering and Instrumentation'97*, pp. 146-161. International Society for Optics and Photonics, 1997.
- [12]Raulin-Cerceau, Florence, Marie-Christine Maurel, and Jean Schneider. "From panspermia to bioastronomy, the evolution of the hypothesis of universal life." *Origins of Life and Evolution of the Biosphere* 28, no. 4-6 (1998): 597-612.
- [13]Sims, Mark R., C. T. Pillinger, I. P. Wright, Richard E. Cole, S. Whitehead, Alan A. Wells, K. Wittmann et al. "Beagle 2: a proposed exobiology lander for ESA's 2003 Mars Express mission." In *SPIE's International Symposium on Optical Science, Engineering, and Instrumentation*, pp. 15-29. International Society for Optics and Photonics, 1998.
- [14]Wainwright, Milton, N. Chandra Wickramasinghe, J. V. Narlikar, and P. Rajaratnam. "Microorganisms cultured from stratospheric air samples obtained at 41 km." *FEMS Microbiology Letters* 218, no. 1 (2003): 161-165.
- [15]Wainwright, Milton. "A microbiologist looks at panspermia." In *Fred Hoyle's Universe*, pp. 283-290. Springer Netherlands, 2003.
- [16]Carrasco-Martos, Sergio. "Sample Return Mission to Mars. The dilemma of planetary contamination." (2008).
- [17]Miyake, Norimune. *Laboratory studies of stratospheric dust: Relevance to the theory of cometary panspermia*. Cardiff University, 2008.
- [18]Wainwright, M., N. C. Wickramasinghe, J. V. Narlikar, P. Rajaratnam, and Joy Perkins. "Confirmation of the presence of viable but non-cultureable bacteria in the stratosphere." *International Journal of Astrobiology* 3, no. 01 (2004): 13-15.
- [19]Wainwright, M., S. Alharbi, and N. C. Wickramasinghe. "How do microorganisms reach the stratosphere?." *International Journal of Astrobiology* 5, no. 01 (2006): 13-15.
- [20]Wainwright, Milton, F. Fawaz Alshammari, and Khalid Alabri. "Are microbes currently arriving to Earth from space." *Journal of Cosmology* 7 (2010): 1692-1702.
- [21]Zelenyi, L. M., and A. V. Zakharov. "Phobos-Grunt project: Devices for scientific studies." *Solar System Research* 44, no. 5 (2010): 359-361.
- [22]Klyce, Brig, and Chandra Wickramasinghe. "Creationism, Neo-Darwinism and Panspermia." *Journal of Cosmology* 16 (2011): 6763-6770.

- [23]Wickramasinghe, Chandra. "Viva panspermia!." *The Observatory* 131 (2011): 130-134.
- [24]Warmflash, David. "The Smallest Astronauts." *Scientific American* 305, no. 5 (2011): 54-55.
- [25]McKee, Maggie. "Toughest organisms to blast off for Mars moon Phobos." *New Scientist* 212, no. 2837 (2011): 15.
- [26]Cabane, Michel. "Phobos-Grunt." In *Encyclopedia of Astrobiology*, pp. 1226-1228. Springer Berlin Heidelberg, 2011.
- [27]Alharbi, Sulaiman Ali, Milton Wainwright, Naif Abdullah Al-Harbi, Salah Hajomer, and Fawaz Alshammari. "Evidence in support of the theory of archipanspermia." *Journal of Food, Agriculture & Environment* 9, no. 3&4 (2011): 1082-1084.
- [28]Wainwright, Milton, Christopher E. Rose, Alexander J. Baker, K. J. Bristow, and N. Chandra Wickramasinghe. "Isolation of a diatom frustule fragment from the lower stratosphere (22-27 km)-Evidence for a cosmic origin." *Journal of Cosmology* 22 (2013): 1083-10188.
- [29]Wainwright, Milton, Christopher E. Rose, Alexander J. Baker, K. J. Bristow, and N. C. Wickramasinghe. "Isolation of biological entities from the stratosphere (22-27km)." *Journal of Cosmology* 22 (2013): 10189-10197.
- [30]Wainwright, Milton, Christopher E. Rose, Alexander J. Baker, and N. Chandra Wickramasinghe. "Biological entities isolated from the stratosphere (22-27km): case for their space origin." In *SPIE Optical Engineering+ Applications*, pp. 88650L-88650L. International Society for Optics and Photonics, 2013.
- [31]Wainwright, Milton, Christopher E. Rose, Alexander J. Baker, Raisa Karolla, and N. Chandra Wickramasinghe. "Biology associated with a titanium sphere isolated from the stratosphere." *Journal of Cosmology* 23, no. 5 (2013): 11117-11125.
- [32]Wainwright, Milton. "Astrobiology: Prescient words on comets and life." *Nature* 516, no. 7531 (2014): 329-329.
- [33]Wainwright, Milton, N. Chandra Wickramasinghe, Christopher E. Rose, and Alexander J. Baker. "Recovery of Cometary Microorganisms from the Stratosphere." *Journal of Astrobiology & Outreach* 2014 (2014).
- [34]Wickramasinghe, N. Chandra, Gensuke Tokoro, and Milton Wainwright. "GROWING EVIDENCE FOR COSMIC BIOLOGY." *Journal of Cosmology* 24, no. 8 (2014): 12097-12101.
- [35]Wickramasinghe, N. Chandra, and Gensuke Tokoro. "Life as a Cosmic Phenomenon: The Socio-Economic Control of a Scientific Paradigm." *Journal of Astrobiology & Outreach* 2014 (2014).
- [36]Wainwright, Milton. "A Presumptive Fossilized Bacterial Biofilm Occurring in a Commercially Sourced Mars Meteorite." *Journal of Astrobiology & Outreach* 2014 (2014).
- [37]Wainwright, M., C. E. Rose, A. J. Baker, N. C. Wickramasinghe, and T. Omaili. "Biological Entities Isolated from Two Stratosphere Launches-Continued Evidence for a Space Origin." *Astrobiol Outreach* 3, no. 129 (2015): 2332-2519.
- [38]Wainwright, M., N. C. Wickramasinghe, M. Harris, and T. Omaili. "Masses Staining Positive for DNA-Isolated from the Stratosphere at a Height of 41 km." *Astrobiol Outreach* 3, no. 130 (2015): 2332-2519.

КОСМИЧКИ ЗРАЦИ

Ламбе Барандовски

Космичките зраци претставуваат високоенергетско зрачење составено од протони и атомски јадра кои имаат големи кинетички енергии и за кое се претпоставува дека во најголем дел доаѓа од надворешноста на Сончевиот систем. Нивното потекло не е сеуште детално разјаснето во науката, иако од податоците добиени од од вселенскиот телескоп Ферми (2013) се знае дека значителен дел од космичките зраци кои доаѓаат до горните слоеви на атмосферата на Земјата потекнуваат од супернови и од експлозии на масивни ѕвезди. Сепак, тоа не се единствените извори на космички зраци. Активните галактички јадра, најверојатно, исто така, се ги создаваат овие зраци. При навлегувањето во Земјината атмосфера космичките зраци предизвикуваат создавање на лавини од секундарни честички кои продираат низ воздушните слоеви, а понекогаш може и да паднат и на површината на Земјата..

И самиот термин „зраци“ денес можеби не е најсоодветен за употреба, бидејќи во почетокот се сметало дека тие претставуваат електромагнетно зрачење. Денес е вообичаено под космичко зрачење да се подразбира „потокот“ од честички кои имаат сопствена маса, додека, пак, фотоните, во зависност од нивната енергија се делат на рентгенско зрачење, гама зраци итн.

Космичките зраци се особено интересни за проучување првенствено поради две причини: поради штетата што ја предизвикуваат во микроелектрониката (најмногу на сателитите кои орбитираат околу Земјата), како и поради идејата за постоење на живот надвор од заштитата на атмосферата и магнетното поле на Земјата. Имено, енергијата на дел од космичките зраци може да достигне и до $3 \cdot 10^{20}$ eV (електрон волти), што претставува енергија која и е 40 милиони пати поголема од енергијата на честичките кои во моментот може да се забрзаат со Големиот хадронски колајдер во познатиот научен институт CERN во Женева. Енергијата од 50 J, која е регистрирана кај некои од космичките зраци, може да се спореди со енергијата која ја има тениското топче кое после сервис се движи со брзина од 110 km/h.

Во космичките зраци влегуваат галактичките космички зраци, но и соларните високоенергетски честички кои потекнуваат од Сонцето, иако најчесто терминот ги подразбира галактичките

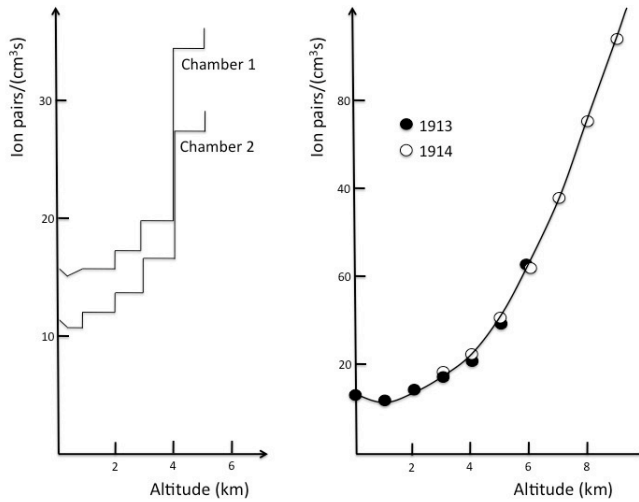
космички зраци, кои потекнуваат од просторите на нашата галаксија, Млечниот пат. Од примарните космички зраци, приближно 99% се јадра на атоми, а околу 1% се слободни електрони (бета честички). Од јадрата, околу 90% се водородни јадра, односно протони, 9% се алфа честички, а 1% од јадрата претставуваат јони на потешки елементи. Во космичките зраци има многу мал дел честички од антиматерија, како што позитрони или антипротони. И покрај големиот број на истражувања во составот не се пронајдени анти алфа честички, како дел на антиматеријата. Секундарните космичките зраци, настануваат со распаѓање на примарните космички зраци како резултат на нивните судири со честичките од атмосферата. Во секундарните космички зраци влегуваат неутроните, пионите, позитроните, и мионите. Пионите позитроните и мионите иако може да се добијат како резултат на нуклеарни реакции на Земјата сепак за првпат биле идентификувани во космичките зраци.

По откривањето на радиоактивноста на некои елементи и јонизирачкото зрачење кое овие атоми го емитувале од страна на Анри Бекерел и Марија и Пјер Кири во 1896 година, се направиле многу експерименти во кои се изучувала јонизацијата (избивање на електрони од атомите) која ја вршеле ваквите зрачења на воздухот и на останатите гасови. Од експериментите во периодот 1900 – 1909 година било заклучено дека степенот на јонизација се намалува со зголемувањето на висината на која се испитува јонизацијата. Објаснување на ваквите набљудувања може да се даде со намалувањето на енергијата на зрачењето кое потекнува од радиоактивните елементи на Земјата со висината и неговата апсорпција од околниот воздух.

Во 1909 година, Теодор Вулф, користејќи електрометар (направа за мерење на количеството на создадени јони во определен затворен простор) покажал дека количеството на создадени јони на врвот од Ајфеловата кула е поголемо од количеството на јони создадени во неговата лабораторија. Во 1911 година Доменико Пачини добил слични резултати мерејќи го степенот на јонизација над езерска површина, над морската површина, и на длабочина од 3 метри од површината на Земјата. Пачини правилно заклучил дека намалување на степенот на јонизација под површината на Земјата мора да е условено од намалување на јонизирачкото зрачење кое потекнува од други извори а не само од јонизирачкото зрачење кое потекнува од радиоактивните елементи во Земјата.

Во 1912 година, Виктор Хес врши мерења со електрометар на надморска височина од 5300 m користејќи воздушни балони. Тоа што Хас го открил било дека степенот на јонизација се зголемува до четири пати на оваа висина. Вршејќи ги своите експерименти и во

денови кога имало целосно затемнување на Сонцето, Хес го отфрла Сонцето како извор на ваквото зрачење. Иако Месечината го блокирала најголем дел од видливо зрачење од Сонцето, Хес сепак измерил зголемувањето на зрачењето со зголемувањето на надморски височини. Во 1913-1914 година, Вернер Колхорстер ги потврдува резултатите на Виктор Хес со мерење на зголемувањето јонизацијата на надморска височина од 9 km. За своите откритија поврзани со космичките зраци Виктор Хес ја добива Нобеловата награда за физика во 1936 година.



Сл. 1. Резултати од мерењата на Хес

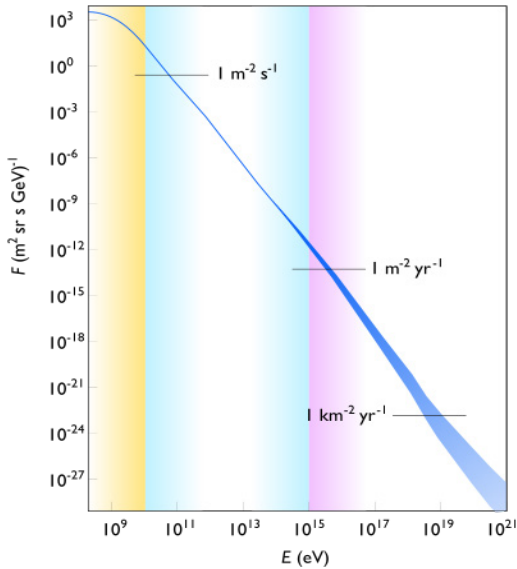
Точно сто години по првиот лет на балонот на Хес кој бил на 7 август 1912 година, на 7 август 2012 година, Роверот (Научната лабораторија на Марс) го искористил својот детектор за мерење на зрачењето, со што за првпат се направени мерења на космичкото зрачење на друга планета. Од мерењата кои ги направил научниците од НАСА заклучиле дека ризикот од изложеност на зрачење на евентуален човечки екипаж кој би патувал на Марс, би бил поголем отколку што дотогаш се верувало.

Називот „космички зраци“ е даден од страна на Роберт Миликен во 1920 година. Тој ја испитувал јонизацијата на гасовите под дејство на космички зраци, почнувајќи од водените длабочини па се до големите надморски висини. Според Миликен, примарните космички зраци претставуваат високо енергетски фотони кои се произведени во меѓузвездениот простор, во процесот на фузија на водородни јадра

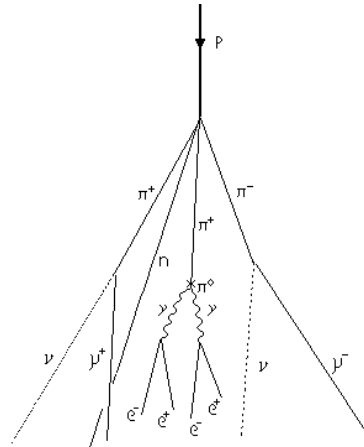
во јадра на потешки елементи, додека, пак, секундарните електрони се добиени во Земјината атмосферата во процесот на Комптоново расејување на гама зраците. Во 1927 година, Клеј открива дека интензитетот на космичките зраци се менува со географската ширина, што укажувало на фактот дека примарните космички зраци се отклонуваат од областите во кои јачината на геомагнетното поле е поголема. Тоа воедно бил и доказ дека тие се наелектризирани честички. Во 1929 година, Боте и Колхорстер откриле честички во космичките зраци кои би можеле да навлезат во слој од злато дебел 4,1 cm. Ваквото откритие ја побиле тезата дека космичкото зрачење е создадено само од фотони добиени од процесите на фузија, бидејќи фотони со такви енергии не се добивале во процесите на фузија.

Поголемиот интензитет на космичките зраци на западните делови од планетата укажува на фактот дека примарните зраци се позитивно наелектризирани честички. Во периодот од 1930-1945 година, многубројните истражувања потврдија дека примарните космичките зраци во најголем дел се протони, а секундарните космички зраци произведени во атмосферата се состојат од електрони, фотони и миони. Истражувањата вршени во 1948 година со помош на балони испраќани до границата на атмосферата, откриле дека приближно 10% од примарните космички зраци се јадра на хелиум (алфа честички), а 1% се јадра на потешки елементи како што се јаглерод, железо и олово.

Првите претпоставки за изворот на космичките зраци потекнуваат од 1934 година, кога била развиена претпоставката дека тие потекнуваат од супернови. Во 1948 година, Хорас В. Бабкок ја презентира својата теорија според која ѕвездите со променливи магнетни полиња можат да бидат извори на космичките зраци. Во 1951 година, Ј Секидо и соработниците ја идентификуваат маглината Рак како извор на космичките зраци. Од тогаш, дадени се многу претпоставки за потенцијални извори, меѓу кои и: супернови, активни галактички јадра, квазари итн. Во 2009 година се презентирани резултати од научни истражувања според кои космичките зраци со исклучително високи енергии потекнуваат од локација на небото која е многу блиску до радио галаксијата Кентаур А. Истакнато е дека се потребни дополнителни истражувања за да се потврди овој заклучок. Во февруари 2013 година, истражувањата направени со Ферми – вселенскиот телескоп за гама зраци откриваат дека суперновите навистина се извори на космички зраци, и дека со секоја експлозија се создаваат зраци со вкупна енергија во опсегот $3 \cdot 10^{42}$ - $3 \cdot 10^{43}$ J. Сепак, супернови не се извори на сите космичките зраци. Исто така понатамошните истражувања ќе треба да го утврдат процентниот удел на различните извори на космички зраци.



Сл.2. Флукс на космички зраци на површината на Земјата во зависност од нивната енергија

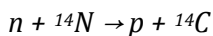


Сл.3. Создавање на лавини од секундарни космички зраци по судирот на примарните во горните слоеви на атмосферата.

Флуксот на космичките зраци во горниот дел од атмосферата зависи од Сончевиот ветер, магнетното поле на Земјата, и енергијата на космичките зраци. На растојание од 94 астрономски единици од Сонцето, Сончевиот ветар ја менува својата брзина. Овој регион делува како бариера за космичките зраци, односно доаѓа до намалување на флуксот на зраците со пониски енергии од 1 GeV за 90%. Сепак, интензитетот на Сончевиот ветар не е константен, па поради тоа се забележува дека флуксот на космичките зраци зависи од Сончевата активност. На флуксот на космичките зраци влијае и магнетното поле на Земјата кое рефлектира дел од зраците. Под дејство на различните влијанија флуксот на космичките зраци се разликува за различни енергии. На пример, 10 000 космички зраци на површина од метар квадратен во секунда со енергии од 1 GeV, една честичка од космичките зраци на површина од метар квадратен во секунда за космичките зраци со енергии од 1 TeV, се до 10^{-7} честички на површина од метар квадратен во секунда за космичките зраци со енергии од 10 PeV.

Космичките зраци имаат голем удел во хемиските реакции кои се случуваат во атмосферата преку јонизација на азотните и

кислородните молекули во атмосферата. Тие создаваат и голем број на нестабилни изотопи во атмосферата на Земјата, како што се јаглерод-14, преку реакцијата :



Се смета дека количеството на јаглерод-14 создадено во атмосферата било константно во последните 100 000 години па до почетокот на надземните тестирања на нуклеарно оружје во почетокот на педесеттите години на минатиот век. Ова е важен факт, затоа што радиоактивниот јаглерод се употребува за датирање на предмети во археологијата. Под дејство на космичките зраци во на Земјата се создаваат и следниве изотопи: ${}^3\text{H}$, ${}^7\text{Be}$, ${}^{10}\text{Be}$, ${}^{22}\text{Na}$, ${}^{24}\text{Na}$, ${}^{28}\text{Mg}$, ${}^{31}\text{Si}$, ${}^{32}\text{Si}$, ${}^{32}\text{P}$, ${}^{35}\text{S}$, ${}^{35}\text{Ar}$, ${}^{85}\text{Kr}$ и др.

Табела 1. Средна апсорбирана доза кај луѓето во светот, како и интервал во кој дозата може да варира.

Извор	Средна вредност [mSv/a]	Интервал [mSv/a]	Забелешка
Воздух	0,26	0,2 – 10,0	Најголем дел е резултат на зрачењето на радонот
Внатрешно	0,29	0,1 – 1,0	Најголем дел е резултат на зрачењето на ${}^{40}\text{K}$ и ${}^{14}\text{C}$ и зависи од исхраната
Космичко зрачење	0,39	0,3 – 1,0	Се зголемува со зголемување на надморската висина
Медицинска дијагностика	0,60	0,03 – 2,0	
Атмосферска депозиција	0,007	0 – 1	Поради зрачењето од радиоизотопите кои потекнуваат од тестирањето на нуклеарните бомби и нуклеарните хаварии
Останато	0,0052	0 – 20	Рудари и население кое живее во близина на нуклеарни електрични центри
Вкупно	3,00		

Космичките зраци играат важна улога во годишната апсорбирана доза на зрачење кај луѓето. Се проценува дека 0,39 mSv (Сиверти) од вкупно 3 mSv годишно, колку што во просек прима секој човек потекнува од космичките зраци. Поради нивниот различен флуks на различни надморски висини, има зголемување на дозата во

интервалот од 0,3 mSv годишно во областите кое се на нула метри надморска висина, до 1,0 mSv годишно во областите на Земјата кои се наоѓаат на големи надморски висини. Членовите на екипажите на комерцијалните летови, поради големата надморска висина на која летаат авионите може да апсорбираат дози и до 2,2 mSv годишно, само поради изложувањето на космичкото зрачење. Во табелата подолу дадени се годишните апсорбирани дози на зрачење, како и изворите на зрачење.

Некои од космичките зраци имаат доволно енергија за да можат да имаат одредено влијание на некои од компонентите во електричните интегрирани кола, што вообичаено резултира со појава на мали грешки, како што се оштетување на податоци во меморијата на електронските уреди, или неправилно извршување на задачите од страна на процесорите. Ваквите проблеми се зголемуваат со зголемувањето на надморската висина, како, на пример, кај електронските уреди кои се наоѓаат во сателитите. За да се намалат ваквите проблеми, Intel предложи создавање на детектори на космички зраци кои би можеле да бидат интегрирани во микропроцесорите во иднина. Со тоа процесорите би можеле да ја повторат последната нареба по детекцијата на космичкиот зрак кој удрил во нив.

Влијанието на космичките зраци може да се забележи и кај некои други појави, како што е создавањето на молњите, дозите кои ги примаат екипажите на вселенските летала, како и кај глобалното затоплување, односно промените на климата. Поради тоа, тие остануваат предмет на научен интерес.

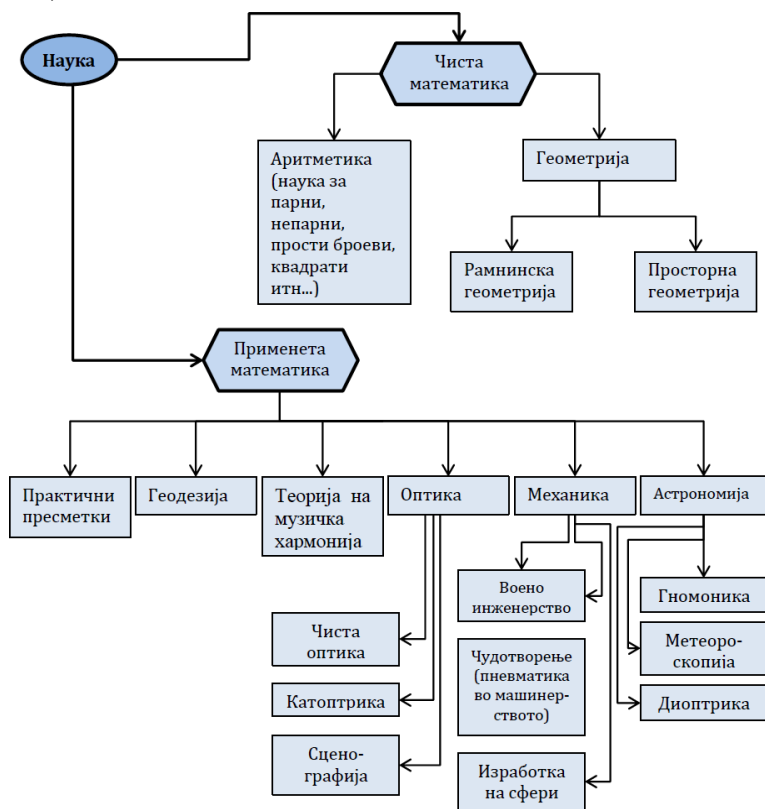
Литература

- W. E. Burcham, *Nuklearna fizika uvod, sa fizikom čestica*, Naučna knjiga, Beograd, 1974
- M. G. Stabin, *Radiation protection and dosimetry*, Springer, 2008.
- http://www.srl.caltech.edu/personnel/dick/cos_encyc.html

ПРАКТИЧНАТА АСТРОНОМИЈА ВО СТАРА ГРЦИЈА

Јана Богданоска

Астрономијата во стара Грција имала многу поголема улога отколку што има денес. Таа била една од гранките на високото образование, што значело дека астрономска обука добивале само оние кои добивале образование подлабоко од основното. Улогата на астрономијата била повеќекратна. Од една страна таа имала практична улога во мерењето на времето (определувањето на месецот во годината или часот во денот). Од друга страна, астрономијата ја дополнувала филозофијата и религијата, служела како основа на астрологијата, а воедно била и голема инспирација за уметниците.

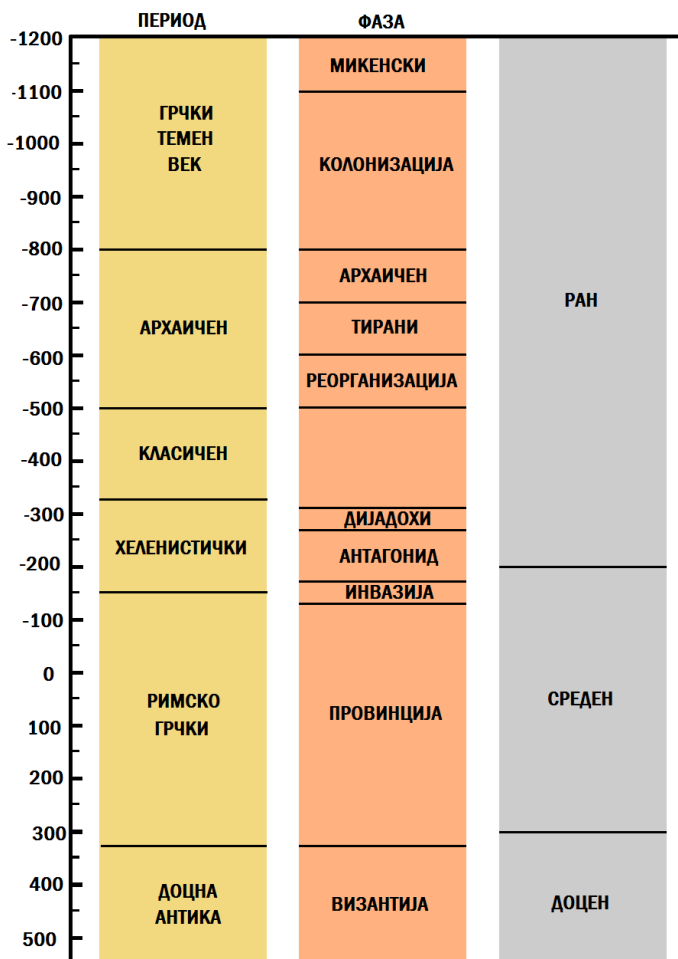


Сл. 1. Поделба на науката според старите Грци (Evans, 1999)

Што, кога, каде...?

Што?

Табела I. Историја на Древна Грција (Wikipedia, Ancient Greece, 2015)



Првичниот извор кој содржи податоци за астрономијата во стара Грција се математичките текстови. Понатаму, корисни се и текстовите со поезија и филозофија, затоа што содржат слика за астрономијата како дел од секојдневието. Потребно е да ги вклучиме и космологијата и народната астрономија во нашето патешествие на откривање на сознанијата на оваа наука во антички времиња.

Иако се служеле со Вавилонски податоци и методи, старогрчките астрономи внеле свои пристапи во астрономијата. Во тоа време астрономијата била гранка на математиката (подетално за

поделбата на науката, погледни на слика 1), па затоа многу од математичките методи биле користени за астрономски цели, како, на пример, определувањето на растојанијата помеѓу астрономските објекти. Старогрчките астрономи се обидувале да го реконструираат привидното движење на небеските тела со помош на геометриски модели (Taub, 2011).

Кога?

Многу е значајно во кое време од историјата се наоѓаме. За временскиот распоред на фазите во историјата на стара Грција погледнете ја табела I. Најважно е да се спомене дека големиот напредок на науката во стара Грција се должи на добрите предзнаења кои старогрчките астрономи ги добиле преку влијанијата од старите цивилизации на Египет и Вавилон. Тоа значи дека се наоѓаме во периодот кој следел по цутот на овие две цивилизации. Подоцна, старогрчката култура влијаела на останатите, а тие остатоци и денес се гледаат во индиските, арапско-исламските и западноевропските земји (Wikipedia, Ancient Greek astronomy, 2015).

Каде?

Вообичаено е за старогрчка астрономија да се смета онаа која била запишана на старогрчки јазик, што не секогаш соодветствува со територијата на стара Грција. Нејзиниот развој е воедно и една од најзначајните фази на историјата на астрономијата, бидејќи се одликува со рационално размислување и физичко објаснување на небесните феномени. Повеќето имиња на денешните соѕвездија потекнуваат токму од овој период, како и имињата на многу ѕвезди, астероиди и планети.

Форма и големина на Земјата

Земјата е сфера!

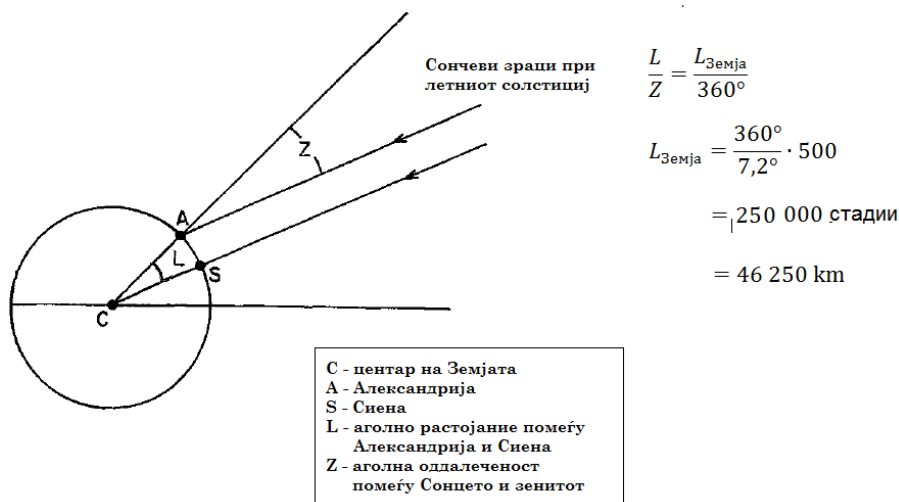
Еден од фактите кој со сигурност бил познат е дека Земјата има сферен облик. Ова тврдење потекнува од Птоломеј (Claudius Ptolemy, 100 – 170 г.) и Клеомед (Cleomedes, помеѓу 1 и 3 век од нашата ера). Начинот на кој е дојдено до тој заклучок е следниот: Доколку Земјата би била рамна, тогаш сонцето и ѕвездите истовремено ќе изгреваа и заоѓаа на сите места на Земјата. При конкавна форма на Земјата, сонцето, изгревајќи од исток прво би било видливо за оние кои се на запад.

Втор доказ е поранувањето на изгрејсонцето со движењето кон исток. Тоа значи дека ако едно место е на запад од друго на оддалеченост од 60° , изгрејсонцето ќе дојди 4 часа. Овој факт бил и основа на идејата за формирање на денешните временски зони. Уште една варијанта на вториот доказ е дека затемнување на Месечината се случува во различно време на различни места.

Последниот доказ потекнува од искуствата на морепловците. Како што со брод се приближувале кон брегот на кој има планини, тие прво ги гледале планинските врвови, а дури потоа од морето „испловувал“ и останатиот дел од планината. Доколку Земјата би била рамна, веднаш би се гледала целата планина.

Колкав е обемот на Земјата?

Прв кој ја измерил големината на обемот на Земјата е Ератостен (Eratosthenes of Cyrene, 276 – 195/192 година пред н.е.). Било познато дека во градот Сиена (денешен Асуан, Египет) за време на летниот солстициј (долгодневица), сонцето на пладне се „огледувало“ во бунарот со вода. Друг начин да се објасни овој факт е дека во тој момент предметите немаат сенки, што значи дека сонцето се наоѓа точно во зенитот.



Сл. 2. Шема на методот на Ератостен

Но, тоа не се случувало на други места, како, на пример, во Александрија, каде што престојувал Ератостен. Тој во Александрија го измерил аголот (аголната оддалеченост) помеѓу зенитот и сонцето во моментот на летниот солстициј, и добил вредност $1/50$ од круг или $7,2^\circ$. Претпоставувајќи дека Александрија и Сиена лежат на ист

меридијан, доволно е да го знаеме растојанието L помеѓу овие два града за да го определиме обемот на Земјата. Ератостен го искористил податокот дека тоа растојание е 5000 александриски стадии.

Не можеме да знаеме колку е прецизно ова мерење, бидејќи не знаеме точно колку изнесувале стадиите (во употреба имало повеќе мерни единици со истото име). Вообичаено се земала вредност од околу 185 m. Се верува дека вредноста на обемот на Земјата која ја добил Ератостен била помеѓу 39,690 km и 46,620 km, што во споредба со денешната вредност дава грешка од 10 до 15%.

Мерење на време

Календар

Од астрономите во Стара Грција се очекувало да направат календар. Како и многу цивилизации пред нив, Грците го базирале својот календар на движењето на месечината. Во времето на Хесиод (Hesiod, 7 век пред н. е.), годината се состоела од 12 месеци од по 30 дена. Подоцна, бил формиран календар со 6 „полни“ месеци од по 30 дена, и 6 „празни“ месеци со по 29 дена. Во секоја втора година се додавал уште еден „полн“ месец. Тоа значи дека во две години има 13 „полни“ и 12 „празни“ месеци, или просечно 369 дена годишно и 29,5 дена месечно.

Во наредната промена (околу 5 век пред н.е.) бил воведен „октаетер“, период од осум години во кој во една година се додавал еден „полн“ месец, а останатите седум си останувале со по 12 месеци. Вака, годината траела просечно 365,25 дена, а месецот повторно 29,5 дена.

Најчесто се инсистирало почетокот на месецот да биде обележен со првото појавување на младата месечина. Сепак, повремено било неопходно произволно да се менува календарот, што довело до многу забуни (Berry, 1898).

„Предвидување“ на часот според зодијакот

Поделбата на денот и ноќта кај старите Грци се разликувала од денешната. Денот траел од изгрејсонце до зајдисонце, а ноќта обратно – од зајдисонце до изгрејсонце. Тие биле поделени на точно 12 еднакви часа. Значи, во кое било време од годината, од изгрејсонце до зајдисонце имало 12 часа. Овие часови меѓусебно имале иста должина, но таа се менувала во текот на годината. Еден час во денот не траел исто колку еден час во ноќта – освен на рамноденица. Ваквите часови се наречени сезонски часови.

Оваа поделба овозможува со помош на зодијачките созвездија многу едноставно следење на ноќното време. Во текот на која било ноќ на небото се појавуваат шест зодијачки созвездија. Тоа е така бидејќи на зајдисонце точката на еклиптиката што изгрева на исток е онаа што се наоѓа дијаметрално спротивно од сонцето. На крајот на ноќта при изгрејсонце оваа точка ќе се наоѓа на запад. Половината од еклиптиката што ја следи оваа точка е делот што е над хоризонтот за време на ноќта.

Табела II. Зодијачки созвездија според датум (Evans, 1998)

Датум	Знак	Созвездие
21 март - 20 април	Овен	Риба
20 април - 21 мај	Бик	Овен
21 мај - 22 јуни	Близнаци	Бик
22 јуни - 23 јули	Рак	Близнаци
23 јули - 24 август	Лав	Рак
24 август - 23 септември	Девица	Лав
23 септември - 24 октомври	Вага	Девица
24 октомври - 23 ноември	Скорпија	Вага
23 ноември - 22 декември	Стрелец	Скорпија
22 декември - 20 јануари	Јарец	Стрелец
20 јануари - 19 февруари	Водолија	Јарец
19 февруари - 21 март	Риба	Водолија

Шестте созвездија ја делат ноќта на шест приближно еднакви дела, кои траат по два сезонски часа. Доволно е само да се погледне кон источниот хоризонт и да се забележи созвездието што изгрева за да се знае колку е часот. Секако, мора да знаеме кој дел од годината е, т.е. во кое созвездие се наоѓа сонцето.

Во античко време, созвездијата на зодијакот одговарале на хороскопските знаци што се користат до ден денес. Но, поради прецесијата на Земјата, тоа повеќе не е така. Зодијачкиот знак не се совпаѓа со созвездието во кое се наоѓа сонцето во различните периоди од годината (прикажано во табела II).

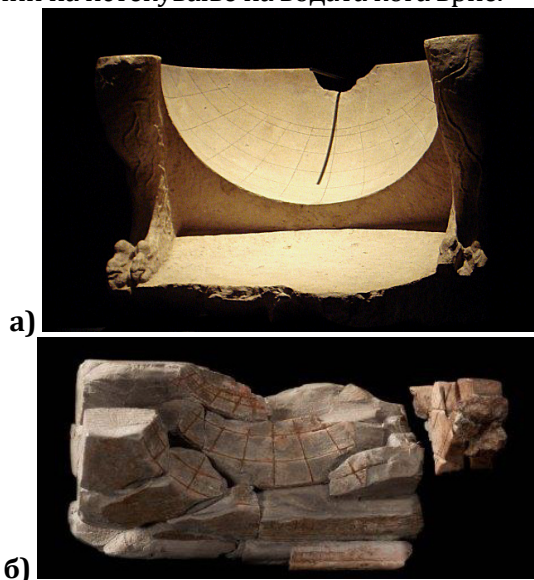
Астрономски инструменти

Од пишаните докази знаеме дека старите Грци посветувале големо внимание на точноста на своите мерења. Затоа, нивните инструменти имале fina и деликатна градба, што придонело од нив да останат многу малку физички докази. Зачувани се само инструментите кои се изградени од поцврсти материјали, како камен, мермер и керамика.

Сончеви часовници

Многу култури пред времето на стара Грција се служеле со сончеви часовници. Но, она што е интересно кај старогрчките часовници е тоа што тие биле изработувани во најразновидни форми и облици. Зачувани се пишани докази за различните видови сончеви часовници, како и за пронаоѓачите на секој од различните типови. Ќе ги споменеме само најзначајните.

Старогрчките астрономи, математичари и филозофи биле фасцинирани од совршеноста на обликот на сферата, па затоа не е чудно што бил создаден сончев часовник со сферен облик. Се состоел од камен блок, во кој е изрезбана полусфера, во чија средина е поставен гномон. На внатрешноста на сферата биле изгравирани кружници кои ги претставувале тропиците и екваторот, како и други линии кои ги означувале часовите. Процесот на изработка на вакви часовници е макотрпен, а и не се многу практични бидејќи не е предвиден начин на истекување на водата кога врне.



Сл. 2. а) Сферен сончев часовник (Wikipedia, 2016) б) Коничен сончев часовник (Evans & Maree, 2008)

Друг популарен тип на сончев часовник бил коничниот. Површината на која паѓа сенката е, всушност, внатрешна површина на конус. Конусот се длаби во страната на правоаголна плоча од камен. Овие часовници биле полесни за изработка, но потешки за читање, бидејќи небесната сфера треба да се проектира на конус.

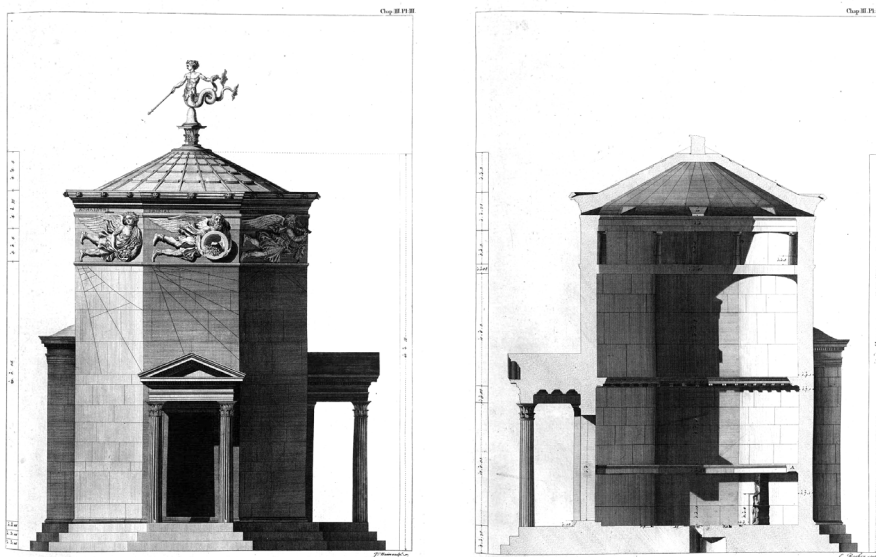
На крајот, постоеле и рамнински сончеви часовници кај кои проектирањето е уште посложено. Постојат две варијанти на ваквите часовници: хоризонтални и вертикални (Evans, 1998).

Кула на ветрови

Изградбата на сончеви часовници кулминирала во нешто што се нарекува Кула на ветрови. Тоа претставува мермерна кула со осум страни, а на секоја од нив е поставен сончев часовник. Се наоѓа во агората (пазар) на Атина. Конструирана е од македонскиот астроном Андроник од Кир (Andronikos of Kyrrhos, 1 век пред н.е.), околу 50 година пред н.е.

На секоја од страните на кулата е поставена релјефна скулптура на богот на ветерот, а под секоја скулптура има сончев часовник. Секој од тие осум сончеви часовници е поставен во различна насока, што значи дека мора да биде посебно дизајниран. Постојат податоци дека на врвот на кулата стоела статуа од Тритон, синот на Посејдон, во улога на ветроказ. Таа се вртела за да Тритон секогаш биде свртен кон ветерот. Стапчето на Тритон покажувало кон името на ветерот кој што дува во тој момент. Оваа статуа е изгубена, но се зачувани скици во некои од текстовите на писателот Витрувиј (Vitruvius, 80-15 година пред н.е.).

Во внатрешноста на кулата, на подот, до денешен ден се наоѓаат бразди кои имале улога да спроведуваат вода, како дел од механизмот на воден часовник. Во него се наоѓало тркало кое го претставувало небото. Тркалото завршувало една цела ротација во текот на еден ден. На него биле претставени сосвездијата, па како што тоа се вртело, ги покажувало сосвездијата што се наоѓале над хоризонтот (претставен со метална жица). Тоа значи дека се знаело кое сосвездие изгрева и кое заоѓа во секој момент, без разлика дали е ден или ноќ.



Сл. 3. Скица на Кулата на ветрови (Stuart & Revett, 1762)

Астролаб

Астролабот претставува модел на небото. Небесната сфера е проектирана на рамнина, така што астролабот е дводимензионална верзија на армиларната сфера. Конструиран е во времето на стара Грција, но единствените пронајдени астролаби се од средниот век. Главна примена нашол како брзо и едноставно (а и доста прецизно!) решение на повеќето астрономски проблеми, без да има потреба од досадни тригонометриски пресметки.

Небесни глобуси и армиларни сфери

Како инструменти за набљудување и инструменти за едукативни цели, на старите Грци им служеле небесните глобуси и армиларните сфери. Армиларна сфера претставува сфера која е обиколена со прстени, чија намена била да ги претстават големите кругови на небесната сфера, како: поларен круг, тропици, екватор, еклиптика и др. Инспирацијата за конструирање на ваквите сфери дошла од астролабот.

Небесните глобуси претставуваат сфера на која е нацртана, изгравирани или залепена карта на небото. Тие најчесто се користеле за дидактички намени, но понекогаш служеле и како помагало за навигација (Genuth, 2011).

Набљудување на сонцето

Пред да се премине на подалечни или помалку светли објекти, мора да се набљудува сонцето на небесната сфера. Најстаро зачувано набљудување во историјата на Стара Грција е набљудувањето на летниот солстициј во 432 година пред н.е. од страна на Метон (Meton of Athens, 5 век пред н.е.) и Евктемон (Euctemon of Athens, 5 век пред н.е.) со цел да се определи должината на годината.

Целта на вакви набљудувања била да може да се определи положбата на сонцето на небесната сфера во кој било момент. Тоа е соларната теорија која била неопходен предуслов за развивање на планетарната теорија. Најголем придонес за создавање на соларната теорија имаат Хипарх (Hipparchus, 190 – 120 година пред н.е.) и Птоломеј.

Набљудувачки техники

Гномон

Главна техника што се користела за добивање податоци за движењето на сонцето била употребата на гномон. Тој претставува вертикално поставена прачка која фрла сенка, па се мери должината на сенката во различни делови од денот во текот на годината. Со помош на гномон може да се определат деновите на рамнодениците и летниот и зимскиот солистициј.

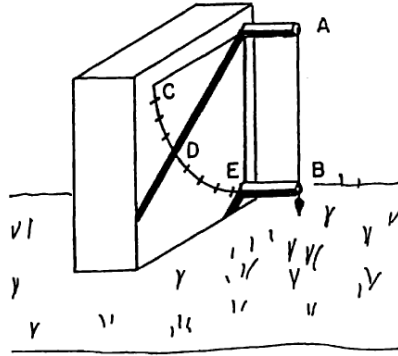
Методот се состои во тоа што секој ден на пладне се мери сенката на гномоноот. Таа е најкратка за време на летниот солстициј, а најдолга во зимскиот. За рамнодениците, прво се мерат должините на солстицијот, а должината што е токму помеѓу тие две е онаа на рамнодениците.

Проблемите при ваквите мерења се јавуваат од две причини. Прва е техничката изведба, т.е. фактот што сенката на гномоноот не е остро определена, туку има замачкување поради аголниот дијаметар на сонцето. Вториот проблем е тоа што овие настани не се јавуваат точно на пладне, туку во било кој дел од денот или ноќта.

Меридијански квадрант

Поради недостатоците на мерењето со гномон, биле создадени и други техники. Омилената техника на Птоломеј била мерење со помош на меридијански квадрант. Тој претставувал дрвен или камен блок чија страна се совпаѓала со еден меридијан. На еден од горните ќошови е поставен клин (А). Од тој клин е пуштен висок, па точно вертикално под првиот клин е поставен втор (В). Сенката што ја фрла

првиот клин врз страната на блокот ја определува висината на Сонцето над хоризонтот.

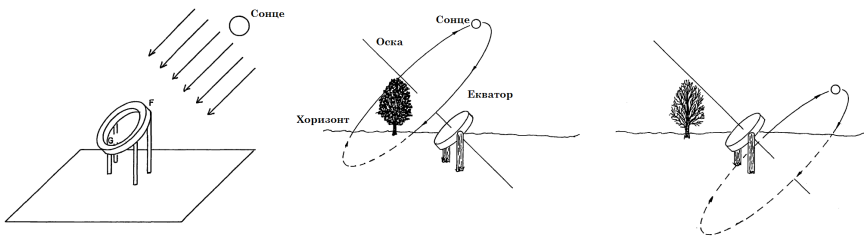


Сл. 4. Шема на меридијански квадрант. (Evans, The Material Culture of Greek Astronomy, 1999)

На тој начин се подобрила прецизноста на мерењата, бидејќи е полесно да ја најдеме средината на сенката отколку нејзиниот раб. Но, на овој начин повторно не можеме да мериме во било кое време, туку само на пладне.

Екваторски прстен

Друга набљудувачка техника е техниката на екваторски прстен. Се состои од поставување на голем метален прстен во рамнината на екваторот. Во пролет и лето осветлена е само горната страна на прстенот, бидејќи Сонцето се наоѓа секогаш над екваторијалната рамнина. Во есен и зима осветлена е долната страна.



Сл. 5. Екваторски прстен (Evans, The Material Culture of Greek Astronomy, 1999)

За време на рамнодениците Сонцето се наоѓа токму на екваторијалната рамнина. Во тој момент сенката од горниот дел на прстенот паѓа на долниот дел на прстенот. На овој начин

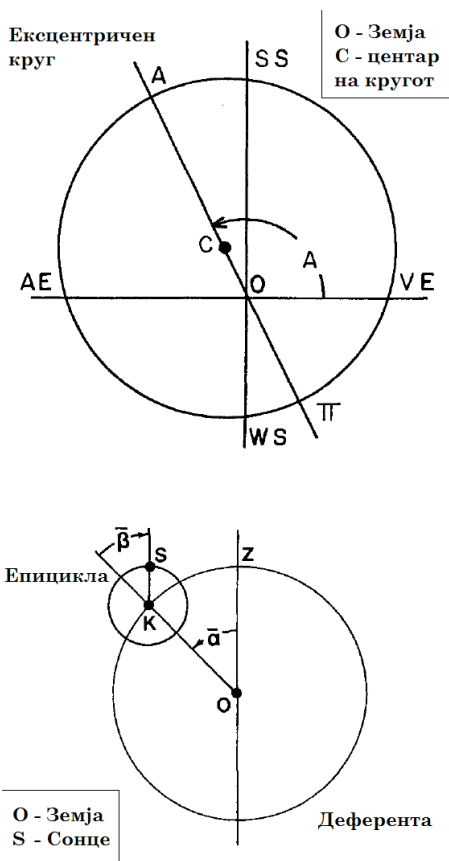
набљудувањето не мора да биде изведено на пладне (не е важно на која висина е Сонцето, само во која рамнина лежи), што значи дека може да се мери во било кое време во денот. Но, техникава има и недостатоци, кои главно се состојат во тоа дека е многу тешко да се зачува положбата на инструментот. (Evans, *The History and Practice of Ancient Astronomy*, 1998).

Теории за движењето на Сонцето (како вселенско тело)

Во времето на стара Грција владеел геоцентричниот систем. Тоа значи дека сите старогрчки астрономи тврделе дека Сонцето се движи околу Земјата. Нивната задача била да го испитаат тоа движење со помош на податоците добиени од набљудувањата. Биле развиени две теории кои подеднакво точно го опишувале движењето на Сонцето – теорија на ексцентричен круг и теорија на епицикли.

Главниот податок што им давал забуну, како и причина за развивање на теоријата, е фактот дека годишните времиња не се еднакви по времетраење, т.е. времето од пролетната рамноденица до летниот солстициј (пролет) не е еднакво на времето од летниот солстициј до есенската рамноденица (лето). Тоа покажува дека Сонцето не се движи со рамномерна брзина, што било спротивно на верувањето дека секое небесно тело се движи идеално - рамномерно и по кружница.

Исто како што не можела да се менува брзината, така било и исклучено движењето по елипса. Затоа, Хипарх ја вовел теоријата на ексцентричен круг. Сонцето сепак се движи по кружница, но Земјата не се наоѓа во центарот на таа кружница. Поради тоа, гледано од Земјата, Сонцето се движи посоро кога е најдалеку од Земјата



Сл. 6. Соларни модели

(апогеј), а побрзо кога е најблиску (перигеј). Но, ова движење е привидно и Сонцето има константна аголна брзина.

Другиот модел кажува дека движењето на Сонцето е збир од две рамномерни кружни движења. Едното движење е движење на некоја точка К околу Земјата по кружница наречена *деферента*. Второто движење е движење на Сонцето околу точката К по кружница наречена *епицикла*. Клучно е дека аголот во однос на некоја оска што го опишува точката К е еднаков на аголот што го опишува Сонцето во однос на истата оска (слика 7).

Набљудување на ѕвездите

Сепак, главна задача на астрономите била да го набљудуваат ноќното небо. Потребно било да се знаат положбите на ѕвездите на небесната сфера во однос на точката на пролетната рамноденица (т.н. еклиптичка должина), која се зема како нулта точка. Но, полесно е да се определи положбата на некоја ѕвезда во однос на сонцето, па ако ја знаеме положбата на сонцето во однос на рамноденицата, ќе ја дознаеме и положбата на ѕвездата. Затоа е важно теоријата на движење на сонцето да ни ја дава во секој момент неговата положба (т.е. еклиптичка должина).

Постоеле два методи за определување на положбата на ѕвезда во однос на сонцето. Бидејќи ѕвездите и сонцето никогаш не се појавуваат на небото истовремено, астрономите ја користеле месечината како „посредник“.

Хипарх успеал да ги определи положбите на некои ѕвезди со помош на затемнувањето на Месечината. Во моментот на месечевото затемнување (еклипса), Земјата ја фрла својата сенка врз Месечината. За да се постигне тоа, Сонцето мора да се наоѓа директно зад Земјата во однос на Месечината. Математички, тоа значи дека Сонцето се наоѓа на околу 180° од Месечината. Според тоа, доволно е да ја измериме положбата на ѕвездата во однос на Месечината (за време на затемнувањето). За да се добие положбата на ѕвездата, ја применуваме равенката:

$$\begin{array}{l} \text{Положба} \\ \text{на ѕвезда} \end{array} = \begin{array}{l} \text{положба на ѕвездата во} \\ \text{однос на Месечината} \\ \text{(аголна оддалеченост)} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Положба на Сонцето во} \\ \text{денот и месецот на} \\ \text{затемнувањето (добиено од} \\ \text{теорија за Сонцето)} \end{array} + 180^\circ$$

Метод на Птоломеј

Птоломеј ги вршел своите мерења со помош на армиларна сфера на која биле прикачени нишани. Овој начин на определување

на растојанието Сонце-свезда повторно ја користи положбата на Месечината. Кратко пред зајдисонце се мери растојанието помеѓу сонцето и месечината. Потоа, откако ќе зајде сонцето и ќе се појави свездата, се мери растојанието помеѓу неа и месечината. На крајот се собираат овие две растојанија.

За да се добијат точни мерења неопходно е да се извршат некои поправки. Прво, мора да се земе во предвид движењето на Месечината околу Земјата. Во претходниот метод мерењата се прават непосредно едно по друго. Но, во овој поминува време од мерењето на растојанијата сонце-месечина и месечина-свезда. За тоа време, месечината се движи кон исток со брзина од половина степен на час, т.е. $360^\circ/30\text{дена} = 12^\circ/\text{ден} = 0,5^\circ/\text{час}$. И второ, ја земаме во предвид поправката што се должи на паралаксата на Месечината, т.е. поради фактот што не ја гледаме месечината од центарот на Земјата.

Свезден каталог

Овие техники Птоломеј ги искористил за да создаде свезден каталог. Во каталогот стои опис на положбата на свездата во созвездието, положбата на свездата и магнитудата. Овој каталог служел како стандарден свезден каталог во наредните илјада години. Причината е што систематското набљудување и вклучувањето на огромен број ѕвезди – дури 1025!

Сепак, постојат дебати дали навистина Птоломеј самиот го формирал каталогот или дел од набљудувањата презел од некој астроном пред него. За сега, повеќето научници се согласни дека најголем број од набљудувањата се извршени токму од Птоломеј, со тоа што од Хипарх презел податоци за неколку ѕвезди кои му служеле како референтни (Evans, The History and Practice of Ancient Astronomy, 1998).

Астрономијата во старогрчката литература

Хомер

Поемите „Илијада“ и „Одисеја“ на старогрчкиот поет Хомер (HoMER, 9 век пред н.е.) се најстарите пишани дела во историјата на литературата на стара Грција. Затоа можат да служат како достоин показател за тоа колку астрономијата била вклучена во секојдневието на Грците.

Првиот интересен податок во врска со овие дела е тоа што во нив некои ѕвезди и созвездија се споменати по имиња кои до ден денес, после околу 3000 години се користат во астрономијата. Споменати се Плејадите, Хијадите, Орион и Мечката или Колата (Голема Мечка). Исто така, се споменува созвездието Воловар и

„Кучешката ѕвезда“, а се мисли на Сириус. Освен тоа, се знаело дека Големата Мечка е циркумполарно созвездие, т.е. дека никогаш не изгрева или заоѓа. Се знаело и дека различни ѕвезди се видливи во различно време од годината. Овој податок се користел за ориентација низ времето и сезоните.

Сето ова е спомнато во контекст на практична примена на положбата на ѕвездите како календар. Другата, која е почесто разгледувана во „Одисеја“, е примената на ѕвездите во просторна ориентација при пловење на море. Свездите биле тие кои му го покажувале патот на Одисеј (Evans, 1998).

Хесиод

Поемата на Хесиод (Hesiod, 7 век пред н.е.), „Работа и денови“ е напишана околу еден век по Хомер. Посветува големо внимание на поврзаноста помеѓу појавата на ѕвездите во текот на годината и фазите на жетвата.

Првото утринско изгревање на Плејадите во мај го сигнализирало почетокот на жетвата. Нивното утринско заоѓање на есен било показател дека е време да се започне сеењето. Доколку се чекало до рамноденицата („кога денот и ноќта се еднакви и Земјата, мајка на сè, ги снесува своите плодови“, како што рекол Хесиод) жетвата ќе била скудна. Појавувањето на Сириус го означувало времето кога цвета артичокот, козите се најдебелени и виното е најслатко. Тоа е време на гроздобер.



Сл. 7. Статуа на Хесиод и слика од копија на „Работа и денови“ од 16 век (Humlum, 2016)

Во ова дело е прикажано интересното убедување на Грците дека постојат среќни и несреќни денови. Се знаело точно кој ден од месецот е среќен и за што, а во кој има лоша среќа. На пример,

шеснаесетиот ден од месецот е добар за раѓање машки деца, но лош за растенијата и раѓање женски деца (Evans, 1998).

Како Талес ја измерил висината на Големата Пирамида

Талес од Милет (Thales of Miletus, 624-546 година пред н.е.) сакал да ја измери висината на Големата Пирамида, која била еден од највисоките објекти во тоа време. Неговиот метод се базира на мерење на сенката на пирамидата.

Главното прашање било кога да ја измери сенката, бидејќи таа се менувала во текот на денот. За да го одговори тоа прашање, се послужил со гномон (стапче забодено во песок). Околу стапчето нацртал кружница со радиус еднаков на должината на стапчето. Во моментот кога сенката на гномонот ја достигнува кружницата, должината на сенката е еднаква на должината на стапчето. Тоа е моментот кога ја измерил и сенката на пирамидата! Секако, бидејќи можел да мери само од врвот на сенката до пирамидата, морал да додаде уште една должина – половина од должината на страната на пирамидата.



Сл. 8. Приказ на методот на Талес

Заклучок

Она што може да се заклучи од горното излагање е дека е возможно да се дојде до некои значајни откритија и без употреба на софистицираната технологија што ја имаме денес. Секако, во текстот не е опфатена целата историја на астрономијата во стара Грција, но и овој мал дел што е изложен тука е доволен за да се забележи какви сè „финти“ морале да користат во антиката за да дојдат до научни сознанија. Важно е во ова модерно време да не ги забораваме корените на науката, кои можат да ни користат во нејзино унапредување.

e-mail: bogdanoska.jana@gmail.com

Користена литература

- Berry, A. M. (1898). *A Short History of Astronomy*. London: University Extension Manuals.
- Evans, J. (1998). *The History and Practice of Ancient Astronomy*. New York: Oxford University press.
- Evans, J. (1999). The Material Culture of Greek Astronomy. *Journal for the History of Astronomy*, 237-286.
- Evans, J., & Maree, M. (2008). A miniature ivory sundial with equinox indicator from Ptolemaic Tanis, Egypt. *History of Science*.
- Genuth, S. S. (2011). Armillary sphere. In J. Lankford, *History of astronomy: an encyclopedia* (pp. 34-35). New York: NY: Routledge.
- Humlum, O. (2016, January 24). *Climate and History*. Retrieved January 29, 2016, from Climate4you : <http://www.climate4you.com/ClimateAndHistory%205000-0%20BC.htm>
- Stuart, J., & Revett, N. (1762). *The Antiquities of Athens*. London: John Haberkorn.
- Taub, L. C. (2011). Ancient World, Astronomy in. In J. Lankford, *History of astronomy: an encyclopedia* (pp. 10-15). New York: NY: Routledge.
- Wikipedia. (2015). *Ancient Greece*. Retrieved December 13, 2015, from Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Ancient_Greece
- Wikipedia. (2015). *Ancient Greek astronomy*. Retrieved December 13, 2015, from Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Ancient_Greek_astronomy
- Wikipedia. (2016, January). Retrieved January 2016, from Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:SunDialAiKhanoum.jpg>

НОВИТЕ ИМИЊА НА ЕГЗОПЛАНЕТИТЕ (Проектот Name ExoWorlds)

Билјана Митреска

Во чест на јубилејните 20 години од откривањето на првата егзопланета Интернационалната астрономска унија (IAU) на почетокот од 2015 година го започна проектот **Name ExoWorlds** за именување на дел од откриените планети и ѕвезди. Овој проект беше достапен за институтите, универзитетите и другите образовни институции, како и до целата јавност, давајќи можност за доделување на имиња на овие објекти во Вселената.

Егзопланетите имаат научна номенклатура според која се именуваат со три делови во името, односно имаат една главна именка која е придружена со мала буква. Главната именка може да биде дадена според инструментот кој ги открил, како што се, на пример, Кеплер или Корот планети, именувани според телескопот Кеплер и вселенското летало на ESA – Convection and Rotation planetary Transits. Како пример може да ги наведеме Кеплер-186f и Корот-7b, каде што бројките се однесуваат на редниот број во егзосоларниот систем или бројот кој произлегува од базата на податоци на инструментот. Исто така планетите може да се именуваат и според некој научен проект во кој биле откриени, како што се, на пример, NAT или WASP планетите. Малата буква која мора да стои во името означува која по ред е соларната планета во системот во кој се наоѓа. Ако се работи за првата планета која е откриена околу ѕвездата, се запишува b ако е втора-c, трета-d итн. Малите букви не се поврзани со оддалеченоста на планетите од ѕвездата.

Во проектот **Name ExoWorlds** беше овозможено да се предложат имиња на неколку егзопланети и ѕвезди кои ќе бидат замена за овие научни имиња кои се користеле досега. Секако, за имињата имаше определени ограничувања :

- името треба да содржи помалку од 16 букви и бројки;
- треба да е составено само од збор;
- лесно да се изговара;
- да не биде навредливо;
- да не е слично со името на ниту еден друг астрономски објект.

Предлозите беа испратени до IAU, истите се разгледуваа од страна на комисија, а на крајот од процесот, прифатените имиња беа

јавно објавени. Ова беше прва можност јавноста да определи име на објекти во Вселената. Конкретно, се работи за 15 ѕвезди и 32 егзопланети. Астрономски друштва и институции од 45 држави доставиле вкупно 247 предлози за овие 47 објекти кои беа објавени на официјалната интернет страница на проектот и за кои можеше да се гласа јавно. На 15 декември 2015 година беа соопштени резултатите од гласањето со 47-те имиња на планетите и ѕвездите кои од 2016 година почнуваат да се користат паралелно со нивните научни имиња. Новите имиња се најчесто од: митолошки суштества кои потекнуваат од различни култури во светот, познати научници, стари градови и зборови од изумрени јазици. Прегледот на старите и новите имиња на ѕвездите и планетите како и државата од каде доаѓа името е даден во табела II.

Табела I. Преглед на новите имиња на ѕвезди и егзопланети и државите од каде што биле предложени нивните имиња

Вид на објект	Научно име	Ново име	Држава
ѕвезда планета	14 Andromedae 14 Andromedae b	Veritate Spe	Канада
ѕвезда планета	18Delphini 18 Delphini b	Musica Arion	Јапонија
ѕвезда планета	42Draconis 42 Draconis b	Fafnir Orbitar	САД
ѕвезда планета планета	47 Ursae Majoris 47 Ursae Majoris b 47 Ursae Majoris c	Chalawan Taphao Thong Taphao Kaew	Тајланд
ѕвезда планета	51 Pegasi 51 Pegasi b	Helvetios Dimidium	Швајцарија
ѕвезда планета планета планета планета планета	55 Cancri 55 Cancri b 55 Cancri c 55 Cancri d 55 Cancri e 55 Cancri f	Copernicus Galileo Brahe Lipperhey Janssen Harriot	Холандија
планета	Ain b (epsilon Tauri b)	Amateru	Јапонија
планета	Edasich b (iota Draconis b)	Hypatia	Шпанија
ѕвезда планета	epsilon Eridani epsilon Eridani b	Ran AEgir	САД
планета	Errai b (gamma Cephei b)	Tadmor	Сирија
планета	Fomalhaut b (alpha Piscis Austrini b)	Dagon	САД
ѕвезда планета	HD 104985 HD 104985 b	Tonatiuh Meztl	Мексико
ѕвезда планета	HD 149026 HD 149026 b	Ogma Smertrios	Франција
ѕвезда планета	HD 81688 HD 81688 b	Intercrus Arkas	Јапонија

Новите имиња на егзопланетите (Проектот Name ExoWorlds)

Вид на објект	Научно име	Ново име	Држава
свезда планета планета планета планета	mu Arae mu Arae b mu Arae c mu Arae d mu Arae e	Cervantes Quijote Dulcinea Rocinante Sancho	Шпанија
планета	Pollux b (beta Geminorum b)	Thestias	Австралија
свезда планета планета планета	PSR 1257+12 PSR 1257+12 b PSR 1257+12 c PSR 1257+12 d	Lich Draugr Poltergeist Phobetor	Италија
свезда планета планета планета	upsilon Andromedae upsilon Andromedae b upsilon Andromedae c upsilon Andromedae d	Titawin Saffar Samh Majriti	Мароко
свезда планета	xi Aquilae xi Aquilae b	Libertas Fortitudo	Јапонија

Извори

<http://nameexoworlds.iau.org/process>

http://www.iau.org/public/themes/naming_exoplanets/

<http://www.iau.org/news/pressreleases/detail/iau1514/>

ПОГЛЕД КОН НЕБОТО НИЗ ДЕЛ ОД ИСТОРИЈАТА

Ристе Попески-Димовски

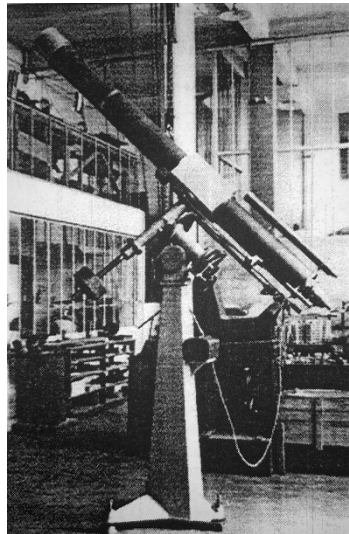
Кога последен пат сте го погледнале небото? Кога последен пат сте се запрашале што има таму? Како изгледаат планетите, како изгледа изгрејсонце во кратер на Месечината? Големите вселенски објекти можеме да ги видиме со нашите очи, но доколку сакаме да ги погледнеме „од блиску“, да ги погледнеме со повеќе детали, или, пак, да ги изброиме месечините околу некоја од нашите планети, потребен ни е добар телескоп.

Дозволете ми да ви раскажам една приказна, од едно време кое за нас е веќе минато. Приказна за една желба и еден нестишлив оган кој нè турка напред. За една желба за поглед.

1955 година – Национална опсерваторија во Париз

Приказната почнува со еден студент по физика кој се заљубува во ѕвездите. Тој млад научник е еден од првите астрономи во Македонија. Паскал Сотировски е на научен престој во националната опсерваторија во Париз каде го набљудува Сонцето со помош на

Лиотов филтер низ еден од телескопите на опсерваторијата. Жарот кон работата со кој зрачи младиот набљудувач предизвикува емоции кај раководството на опсерваторијата. Под закрила на шефот на одделението за физика и ректор на универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, проф. Марин Каталиниќ, одлуката е донесена - дел од опремата на опсерваторијата ќе се пренесе на новоотворениот универзитет во Скопје. Македонија ќе го добие својот прв опсерваториски телескоп. Паскал се враќа од Париз и заедно со проф. Каталиниќ во Скопје започнуваат преговори за изградба на



опсерваторија. Локацијата е одредена - Зајчев Рид Скопје. Изградбата почнува и запира во 1963 година - катастрофалниот земјотрес во

Скопје ги руши темелите, а со тоа и сонот за астрономската опсерваторијата. Во целокупниот метеж низ градот, телескопот е расклопен и пренесен во подрумите на Природно-Математичкиот Факултет во Скопје. Се менуваат приоритетите на државата, се менуваат приоритетите на науката. Во некој подрум, телескопот останува заборавен.

1999 година – Природно-Математички Факултет во Скопје

Се реновираат лабораториите на Институтот за Физика. Старите неупотребливи работи се исфрлаат и се ослободува место за нови модерни инструменти. Се празни еден подрум. Разни елементи, цевки, кутии, дурбини завршуваат од една во друга лабораторија. Проф. Мијатовиќ се потсетува дека тоа можеби се елементите на еден телескоп кој со децении лежел заборавен. Заедно со колегите и помошта од чичко Кољо од Народна техника, телескопот е склопен за да се процени неговата функционалност. Утврдено е дека речиси сите делови се присутни, дека телескопот е функционален, по што е повторно расклопен на делови и сместен во една просторија. Веќе 50 години низ неговиот окулар не поминал светлосен зрак, не биле погледнати ниту Сонцето, ниту Месечината.

2004 година – Волково, Скопје

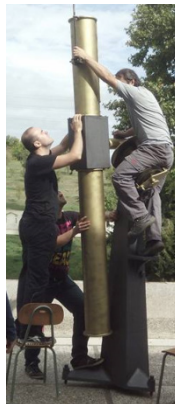
Низ младите генерации љубители на небесните набљудувања и астрономите во Македонија се раѓа нова желба; повторно почнува да сјае жарта и желбата на проф. Каталиниќ. Веќе некое време постои и активно функционира Скопското астрономско друштво. Телескопите се секојдневие низ популацијата; рефрактори и рефлектори има во сите форми и големини, но таму некаде низ сеќавањето постои еден специфичен телескоп. Со здружени сили членовите на Скопското астрономско друштво и младите професори од Институтот за физика повторно го склопуваат телескопот и го монтираат на еден имот надвор од Скопје. По половина век низ него првпат е погледнато небото. Започната е реставрација, меѓутоа силно невреме го превртува телескопот при што неговите механизми се сериозно оштетени. Со многу труд, телескопот е делумно поправен, меѓутоа претходното разочарување ја стивнува жарта за негова целосна ревитализација. Друштвото набавува нови модерни телескопи и овој телескоп останува повторно заборавен и изложен на забот на времето.

2015 година – Институт за физика, ПМФ, Скопје

Студентите кои доаѓаат на факултетот тоа утро се комплетно збунети. Едниот ходник на факултетот е растурен како механичарска работилница, а на средината стои еден голем железен постамент. На седум храбри студенти им требаше час и половина на раце да го качат по скалите до вториот кат 350 kg тешкиот постамент на телескопот. Останатите делови се покрај него, старата боја се распаѓа, цевките се 'рѓосани, штрафовите се изабени, а во една дрвена кутија се наоѓа најважниот дел од телескопот-двеста милиметарска леќа.



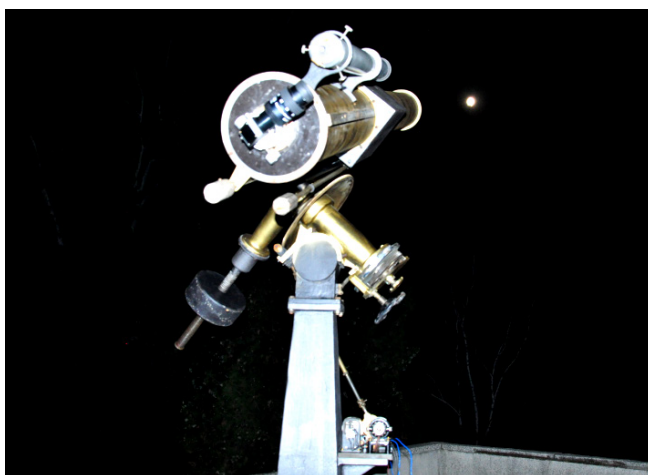
После двонеделна активна работа на стружење, чистење на елементите и фарбање, во ходникот на институтот се сите елементи од телескопот. Меѓутоа овојпат нема да бидат заборавени. Овојпат не жар, туку пламен гори во срцата на студентите по физика - ќе имаат телескоп.



Телескопот е целосно склопен и сјае во новата боја, на терасата над влезот на ПМФ. Три метри долг, со дијаметар од 200 mm и екваторијално поставен, по точно 60 години тој повторно блеска во целата своја големина; а на едната страна од постаментот има метална плочка на која пишува „SECRETAN PARIS“.



Денот е избран – на 25 октомври 2015 година сите сме тука: студенти, професори, членови на астрономското друштво, пријатели. Месечината е полна, изгрева источно од факултетот во 15:40h. Погледот е фантастичен. Одржана е првата астро-забава на факултетот.



Конечно, еден научен инструмент кој со децении лежел заборавен низ времето, повторно е среќен знаејќи дека кога ќе погледнат низ него младите, идни астрономи, воздивнуваат гледајќи ја Месечината и планетите од нашиот Сончев систем.



Телескопот кој моментално е поставен на Природно-математичкиот факултет во Скопје е телескоп тип рефрактор. Има фокусно растојание од 300cm, дијаметар на предна леќа од 20cm, со екваторијален постамент и моторизирано следење. Располага со Лиотов филтер за монохроматско набљудување на Сонцето. Произведен е во периодот од 1945 до 1955 година, меѓутоа точното потекло не му се знае, освен дека потекнува од Националната опсерваторија во Париз и дека е произведен од фирмата Secretan.

„Македонското астрономско друштво“ и „Македонското друштво на студенти физчари“ изразуваат огромна благодарност до академик Дончо Димовски за финансиската помош и до доц. д-р Ристе Попески-Димовски за реставрацијата на телескопот.

Информации за XVII Зимска школа по астрономија и за натпреварот по астрономија во 2015 година

На 27 и 28 март 2015 година на Институтот за физика при Природно-математичкиот факултет се одржа „XVII Зимска школа по астрономија“. Пријавувањето на учесниците беше по електронски пат. На школата присуствуваа 70 ученика од средни училишта од повеќе градови од државата.

ПРОГРАМА

за XVII Зимска школа по астрономија

27.03.2015 (петок)

- 09:30 Регистрација на учесниците
- 09:50 Отворање на Школата
- 09:55 Отварање на Интернационалната година на светлината во РМ – Сузана Топузоски
- 10:40 „Некои примени на оптичките вортексни снопови во астрономијата “ - Сузана Топузоски
- 11:00 „Што се случува во близината на црните јами“ - Александар Ѓурчиновски
- 11:30 Пауза
- 12:10 „Астробиологија“ – Димитар Џундев
- 12:50 „Сателити во Сончевиот Систем - кандидати за настанок на живот“, Јана Богданоска
- 13:30 Регистрација на учесниците на натпреварот

28.03.2015 (сабота)

- 09:30 „Определување на растојание до М100 со метод на цефеиди“ - Билјана Митреска
- 10:10 „Мисијата Розета“, Марко Шунтов
- 10:50 Пауза
- 11:10 „За олимпијадата во Романија“, Дејан Максимовски, Ангела Митровска, Андреј Симески
- 11:30 „Колку е фино во Финска...пак на аурори“, Мартин Стојановски
- 12:00 Натпревар по астрономија: „XVII Зимска астрономска школа“

На 28 март во рамките на школата се одржа натпревар по астрономија. На него учествуваа 30 натпреварувачи при што најуспешните добија дипломи од страна на Македонското астрономско друштво. Во техничката организација на натпреварот активно беа вклучени членовите на Скопското астрономско друштво.

За прв пат во 2015 година на натпреварот беа воведени две категории: стандардна и олимписка. Во прилог е табелата со наградените и пофалените натпреварувачи.

ОЛИМПСКА категорија			
1.	Дејан Максимовски	ПСУ „Јахја Кемал“ - Бутел Скопје	I место
2.	Роберт Јованов	СУГС „Орце Николов“ - Скопје	II место
3.	Андреј Симески	ПСУ „Јахја Кемал“ - Скопје	II место
4.	Ангела Митровска	ПСУ „Јахја Кемал“ -Автокоманда Скопје	II место
5.	Оливер Васевски	СУГС „Јосип Броз - Тито“ - Скопје	III место

СТАНДАРДНА категорија			
1.	Дарија Велкова	СМУГС „Др. Панче Караѓозов“ - Скопје	I место
2.	Јован Јорданов	ПСУ „Јахја Кемал“ - Скопје	II место
3.	Бојан Станишлевиќ	ПСУ „Јахја Кемал“ - Струмица	III место
4.	Ефтим Ристов	ПСУ „Јахја Кемал“ - Струмица	III место
5.	Нора Николоска	СУГС „Р. Јовчевски - Корчагин“ - Скопје	III место
6.	Александар Попов	ПСУ „Јахја Кемал“ - Струмица	III место
7.	Јован Папалазоски	СОУ „Наум Наумовски Борче“ - Крушево	III место
8.	Александра Николова	ПСУ „Јахја Кемал“ - Струмица	III место

Гордана Апостоловска
Претседател на МАД



Астрономски календар за 2016 година

Васил Умленски*, Институт за астрономија, БАН, Софија
vasil@libra.astro.bas.bg

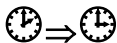
Гордана Апостоловска, Институт за физика, ПМФ, Скопје
gordanaa@pmf.ukim.mk

Во Астрономскиот календар моментите на астрономските појави се дадени преку официјалното време што се користи во Република Македонија. Моментите за изгрев, залез и кулминација на небесните објекти се однесуваат за набљудувач во Скопје ($\varphi = 42^{\circ}06'$, $\lambda = 21^{\circ}26' 2''$, $h = 259$ m).

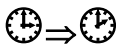
Нашата држава преку зимскиот период го користи Централното европско време (CET), а преку летниот период Централното европско летно време (CEST). Во зимскиот период официјалното време во државава ќе биде поголемо од Средното Гриничкото време (GMT) за еден час, а во летниот период за два часа. Наместо *Средно Гриничко време* (GMT Greenwich Mean Time) алтернативно се употребува и називот *Универзално координатно време* (UTC Universal Time Coordinated).

GMT Greenwich Mean Time (CET) Central Europe Time GMT+1 (CEST) Central Europe Summer Time GMT+2

Во 2016 г. *летното мерење* на времето во Македонија ќе започне на **27 март** во **02:00** часот официјално време (кога ќе се додаде еден час).



Зимското мерење на времето ќе започне на 30 **октомври** во **03:00** часот по официјално време (кога ќе се одземе еден час).



На следната web - страница може да ги видите каде и кои временски зони се употребуваат во Европа:

<http://www.timeanddate.com/library/abbreviations/timezones/eu/>

* Д-р Васил Умленски е доцент во пензија

Ако сакате да знаете кој е датумот и колку е официјалното време во било кое место на Земјината топка можете да го користите „Светскиот часовник“ : http://www.ildado.com/world_clock.html

Општи забелешки кон Астрономскиот календар

I. Изгреви и залези на Сонцето и Месечината во 2016 година

Моментите за изгрев и залез на Сонцето и Месечината се пресметани за горниот раб на светлиот диск и со претпоставка дека околу местото нема планини кои би покривале хоризонтот (т.н. рамен хоризонт). Во случај на постоење на некоја височина (брдо, планина...) актуелниот изгрев ќе настапува подоцна, односно залезот ќе настапува порано. За секој степен аголна висина доцнењето на изгревот (подранувањето на залезот) е околу 6 минути. Во табелите дадени се секојдневните моменти на изгрев и залез на Сонцето и Месечината, должината на денот, како и моментот на горна кулминација (означен како г.к.). *Горна кулминација* на некој небесен објект е моментот кога тој поминува преку меридијанот на даденото географско место. Ако објектот е Сонцето тогаш г.к е моментот на *вистинското пладне* за тоа место.

II. Корекција на времето за изгрев и залез во зависност од географската должина

III. Сезони, летно време, перихел и афел во 2016 година

IV. Времетраење на граѓанскиот полумрак

Полумракот започнува со залезот на горниот раб на сончевиот диск, а завршува со неговиот изгрев. Се до моментот кога Сонцето не е подлабоко од 6° под хоризонтот трае *граѓанскиот* полумрак и се гледаат само најсветлите ѕвезди и планети. По завршетокот на *астрономскиот полумрак*, кој трае се додека Сонцето не се спушти подлабоко од 18° под хоризонтот, настапува *вистинската ноќ*.

V. Основни фази на Месечината во 2016 година

VI. Календар на моментите на перигеј и апогеј и на планетарните конфигурации во 2016 година

При ротацијата на Месечината околу Земјата се менува оддалеченоста меѓу овие два објекти. Месечина се наоѓа најблиску до Земјата кога е во *перигеј*, а се наоѓа најдалеку кога е во *апогеј*.

Планетарни конфигурации

Внатрешни планети се оние кои при своето движење доаѓаат поблиску до Сонцето отколку Земјата. Кога внатрешната планета (Меркур, Венера) се наоѓа на права која ги поврзува Земјата и Сонцето велиме дека е во конјункција. Ако планетата се наоѓа меѓу Сонцето и Земјата тогаш таа е во *долна конјункција*, а ако меѓу неа и Земјата се наоѓа Сонцето, тогаш планетата е во *горна конјункција*. Во овие две положби планетата не може да биде набљудувана од Земјата. Најдобри положби за набљудување на внатрешните планети се при *максимална (источна или западна) елонгација*. Тогаш внатрешната планета, Сонцето и Земјата формираат правоаголен триаголник (правиот агол се наоѓа во темето каде се наоѓа внатрешната планета).

Надворешните планети (Марс, Јупитер, Сатурн, Уран, Нептун) може да се наоѓаат на иста права со Земјата и Сонцето во две положби: опозиција и конјункција. Ако надворешната планета се наоѓа на најблиската положба до Земјата тогаш таа е во *опозиција* и постојат најповолни услови за набљудување. При конјункција надворешната планета не е видлива од Земјата.

Взаемни конјункции на планетите. Геоцентрична конјункција за две планети настанува во моментот кога тие двете имаат еднаква ректасцензија. Даден е датумот, часот и аголот растојание меѓу планетите во моментот на конјункција.

VII. Видливост на планетите во 2016 г.

VIII. Затемнување на Сонцето и Месечината во 2016 година. Транзит на Меркур.

IX. Стеснет календар за метеорските роеви во 2016 година

Во табелата се дадени поголемите метеорски роеви, нивната активност и времето на максимумот на активност. *Зенитална брзина на час* (zenitalhourrate) ZHR е број на метеори видени при идеални услови за време од еден час. Повеќе информации на линкот на Меѓународната метеорска организација: <http://www.imo.net>

X. Изгреви и залези на планетите во 2016 година

За видливите со голо око планети, во временски интервали по 10 дена, дадени се моментите на изгрев и залез (час и минута) по официјалното време на државата.

I. ИЗГРЕВИ И ЗАЛЕЗИ НА СОНЦЕТО И МЕСЕЧИНАТА

ЈАНУАРИ 2016

Датум	С О Н Ц Е				МЕСЕЧИНА			
	Изгрев	Г. к.	Залез	Должина на денот	Изгрев	Г. к.	Залез	
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	7 3	11 38	16 13	9 10	23 28	4 49	10 58	
2	7 3	11 38	16 13	9 10		05 31	11 27	
3	7 3	11 38	16 14	9 11	00 25	06 13	11 56	
4	7 3	11 39	16 15	9 12	01 22	06 57	12 26	
5	7 3	11 39	16 16	9 13	02 19	07 42	13 00	
6	7 3	11 40	16 17	9 14	03 17	08 29	13 38	
7	7 3	11 40	16 18	9 15	04 14	09 19	14 22	
8	7 2	11 41	16 19	9 17	05 11	10 11	15 11	
9	7 2	11 41	16 20	9 18	06 04	11 05	16 07	
10	7 2	11 42	16 21	9 19	06 54	12 00	17 08	
11	7 2	11 42	16 22	9 20	07 40	12 54	18 13	
12	7 2	11 42	16 23	9 21	08 22	13 48	19 21	
13	7 1	11 43	16 24	9 23	09 00	14 41	20 30	
14	7 1	11 43	16 26	9 25	09 36	15 34	21 39	
15	7 0	11 43	16 27	9 27	10 11	16 25	22 49	
16	7 0	11 44	16 28	9 28	10 46	17 17	23 58	
17	6 59	11 44	16 29	9 30	11 22	18 10		
18	6 59	11 44	16 31	9 32	12 01	19 04	01 06	
19	6 58	11 45	16 32	9 34	12 44	19 58	02 13	
20	6 58	11 45	16 33	9 35	13 31	20 54	03 18	
21	6 57	11 45	16 34	9 37	14 24	21 49	04 19	
22	6 57	11 46	16 35	9 38	15 20	22 43	05 14	
23	6 56	11 46	16 36	9 40	16 19	23 36	06 03	
24	6 55	11 46	16 38	9 43	17 20		06 47	
25	6 54	11 46	16 39	9 45	18 21	00 26	07 25	
26	6 54	11 47	16 41	9 47	19 20	01 14	07 59	
27	6 53	11 47	16 42	9 49	20 19	01 59	08 30	
28	6 52	11 47	16 43	9 51	21 16	02 43	09 00	
29	6 51	11 47	16 44	9 53	22 13	03 26	09 28	
30	6 50	11 47	16 45	9 55	23 10	04 08	09 57	
31	6 49	11 48	16 47	9 58	** **	04 51	10 27	

ФЕВРУАРИ 2016

Датум	С О Н Ц Е				МЕСЕЧИНА			
	Изгрев	Г. к.	Залез	Должина на денот	Изгрев	Г. к.	Залез	
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	6 48	11 48	16 48	10 0	00 06	05 35	10 59	
2	6 47	11 48	16 49	10 2	01 03	06 21	11 34	
3	6 46	11 48	16 51	10 5	02 00	07 08	12 14	
4	6 45	11 48	16 52	10 7	02 56	07 59	13 00	
5	6 44	11 48	16 53	10 9	03 51	08 51	13 52	
6	6 43	11 48	16 54	10 11	04 42	09 45	14 50	
7	6 42	11 48	16 56	10 14	05 31	10 40	15 54	
8	6 40	11 48	16 57	10 17	06 15	11 36	17 02	
9	6 39	11 48	16 58	10 19	06 56	12 31	18 13	
10	6 38	11 48	17 0	10 22	07 35	13 25	19 24	
11	6 37	11 48	17 1	10 24	08 11	14 19	20 36	
12	6 35	11 48	17 2	10 27	08 47	15 13	21 47	
13	6 34	11 48	17 3	10 29	09 24	16 06	22 57	
14	6 33	11 48	17 5	10 32	10 03	17 00		
15	6 31	11 48	17 6	10 35	10 44	17 55	00 06	
16	6 30	11 48	17 7	10 37	11 30	18 50	01 11	
17	6 29	11 48	17 9	10 40	12 20	19 44	02 12	
18	6 27	11 48	17 10	10 43	13 14	20 38	03 09	
19	6 24	11 48	17 11	10 47	14 11	21 30	03 59	
20	6 23	11 48	17 12	10 49	15 10	22 20	04 44	
21	6 23	11 48	17 14	10 51	16 10	23 08	05 23	
22	6 21	11 48	17 15	10 54	17 09	23 54	05 59	
23	6 20	11 48	17 16	10 56	18 08		06 31	
24	6 18	11 47	17 17	10 59	19 06	00 38	07 01	
25	6 17	11 47	17 19	11 2	20 03	01 21	07 30	
26	6 14	11 47	17 20	11 6	21 00	02 04	07 58	
27	6 12	11 47	17 21	11 9	21 56	02 47	08 28	
28	6 11	11 47	17 22	11 11	22 52	03 30	08 59	
29	6 11	11 47	17 23	11 12	23 48	04 15	09 32	

МАРТ 2016

Датум	С О Н Ц Е					МЕСЕЧИНА								
	Изгрев		Г. к.		Залез		Должина на денот		Изгрев		Г. к.		Залез	
	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m
1	6	9	11	47	17	25	11	16			05	01	10	09
2	6	7	11	46	17	26	11	19	00	44	05	49	10	52
3	6	6	11	46	17	27	11	21	01	38	06	39	11	39
4	6	4	11	46	17	28	11	24	02	30	07	31	12	33
5	6	3	11	46	17	29	11	26	03	19	08	24	13	33
6	6	1	11	45	17	31	11	30	04	05	09	19	14	38
7	5	59	11	45	17	32	11	33	04	47	10	14	15	48
8	5	58	11	45	17	33	11	35	05	27	11	09	17	00
9	5	56	11	45	17	34	11	38	06	05	12	05	18	13
10	5	54	11	44	17	35	11	41	06	42	13	00	19	27
11	5	53	11	44	17	36	11	43	07	20	13	56	20	41
12	5	51	11	44	17	38	11	47	08	00	14	52	21	52
13	5	49	11	44	17	39	11	50	08	42	15	48	23	01
14	5	48	11	43	17	40	11	52	09	27	16	44		
15	5	46	11	43	17	41	11	55	10	17	17	40	00	06
16	5	45	11	43	17	42	11	57	11	10	18	34	01	04
17	5	44	11	42	17	43	11	59	12	06	19	27	01	57
18	5	42	11	42	17	44	12	2	13	04	20	17	02	43
19	5	39	11	42	17	45	12	6	14	03	21	05	03	24
20	5	37	11	42	17	47	12	10	15	02	21	51	04	00
21	5	36	11	41	17	48	12	12	16	00	22	35	04	33
22	5	34	11	41	17	49	12	15	16	58	23	19	05	03
23	5	32	11	41	17	50	12	18	17	55			05	32
24	5	30	11	40	17	51	12	21	18	52	00	01	06	00
25	6	29	12	40	18	52	12	23	19	49	00	44	06	29
26	6	27	12	40	18	53	12	26	20	45	01	27	07	00
27	7	25	13	40	19	55	12	30	22	41	03	11	08	32
28	7	23	13	39	19	56	12	33	23	36	03	56	09	08
29	7	22	13	39	19	57	12	35	**	**	04	43	09	48
30	7	20	13	39	19	58	12	38	0	30	05	32	10	32
31	7	18	13	38	19	59	12	40	01	21	06	22	11	22

АПРИЛ 2016

Датум	С О Н Ц Е					МЕСЕЧИНА			
	Изгрев	Г. к.	Залез	Должина на денот		Изгрев	Г. к.	Залез	
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	6 17	12 38	19 0	12 43	02 10	07 13	12 18		
2	6 15	12 38	19 1	12 46	02 56	08 06	13 19		
3	6 13	12 37	19 2	12 49	03 39	08 59	14 24		
4	6 12	12 37	19 4	12 52	04 19	09 53	15 34		
5	6 10	12 37	19 5	12 55	04 57	10 47	16 45		
6	6 8	12 37	19 6	12 58	05 34	11 42	17 59		
7	6 6	12 36	19 7	13 1	06 12	12 38	19 14		
8	6 5	12 36	19 8	13 3	06 51	13 35	20 29		
9	6 3	12 36	19 9	13 6	07 33	14 33	21 42		
10	6 2	12 35	19 10	13 8	08 18	15 32	22 51		
11	6 0	12 35	19 11	13 11	09 08	16 30	23 55		
12	5 58	12 35	19 12	13 14	10 02	17 27			
13	5 57	12 35	19 14	13 17	10 59	18 22	00 52		
14	5 55	12 34	19 15	13 20	11 57	19 14	01 41		
15	5 53	12 34	19 16	13 23	12 57	20 03	02 24		
16	5 52	12 34	19 17	13 26	13 56	20 49	03 02		
17	5 50	12 34	19 18	13 28	14 54	21 34	03 36		
18	5 49	12 34	19 19	13 30	15 52	22 17	04 06		
19	5 47	12 33	19 20	13 33	16 49	23 00	04 35		
20	5 46	12 33	19 21	13 35	17 46	23 42	05 04		
21	5 44	12 33	19 22	13 38	18 43		05 32		
22	5 43	12 33	19 24	13 41	19 39	00 25	06 02		
23	5 41	12 33	19 25	13 44	20 36	01 09	06 34		
24	5 40	12 32	19 26	13 46	21 31	01 54	07 08		
25	5 38	12 32	19 27	13 49	22 26	02 40	07 46		
26	5 37	12 32	19 28	13 51	23 18	03 28	08 29		
27	5 35	12 32	19 29	13 54		04 17	09 17		
28	5 34	12 32	19 30	13 56	00 07	05 08	10 10		
29	5 33	12 32	19 31	13 58	00 53	05 59	11 08		
30	5 31	12 31	19 32	14 1	01 35	06 50	12 09		

МАЈ 2016

Датум	С О Н Ц Е				М Е С Е Ч И Н А			
	Изгрев	Г. к.	Залез	Должина на денот	Изгрев	Г. к.	Залез	
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	5 30	12 31	19 34	14 4	02 15	07 42	13 15	
2	5 28	12 31	19 35	14 7	02 52	08 34	14 23	
3	5 27	12 31	19 36	14 9	03 28	09 27	15 34	
4	5 26	12 31	19 37	14 11	04 04	10 21	16 47	
5	5 25	12 31	19 38	14 13	04 42	11 17	18 01	
6	5 23	12 31	19 39	14 16	05 22	12 14	19 15	
7	5 22	12 31	19 40	14 18	06 05	13 13	20 28	
8	5 21	12 31	19 41	14 20	06 54	14 13	21 37	
9	5 20	12 31	19 42	14 22	07 47	15 13	22 39	
10	5 19	12 31	19 43	14 24	08 45	16 10	23 34	
11	5 18	12 31	19 44	14 26	09 45	17 05		
12	5 16	12 31	19 45	14 29	10 46	17 57	00 21	
13	5 15	12 31	19 46	14 31	11 47	18 46	01 02	
14	5 14	12 31	19 47	14 33	12 47	19 32	01 38	
15	5 13	12 31	19 48	14 35	13 45	20 16	02 10	
16	5 12	12 31	19 49	14 37	14 43	20 59	02 39	
17	5 11	12 31	19 50	14 39	15 40	21 41	03 08	
18	5 10	12 31	19 51	14 41	16 36	22 24	03 36	
19	5 10	12 31	19 52	14 42	17 33	23 07	04 05	
20	5 9	12 31	19 53	14 44	18 29	23 51	04 35	
21	5 8	12 31	19 54	14 46	19 26		05 09	
22	5 7	12 31	19 55	14 48	20 21	00 38	05 46	
23	5 6	12 31	19 56	14 50	21 15	01 25	06 27	
24	5 6	12 31	19 57	14 51	22 06	02 15	07 14	
25	5 5	12 31	19 58	14 53	22 53	03 05	08 05	
26	5 4	12 31	19 59	14 55	23 36	03 56	09 01	
27	5 4	12 31	20 0	14 56		04 47	10 01	
28	5 3	12 32	20 1	14 58	00 16	05 37	11 04	
29	5 2	12 32	20 1	14 59	00 53	06 28	12 10	
30	5 2	12 32	20 2	15 0	01 28	07 19	13 18	
31	5 1	12 32	20 3	15 2	02 03	08 11	14 27	

ЈУНИ 2016

Датум	С О Н Ц Е					МЕСЕЧИНА								
	Изгрев		Г. к.		Залез		Должина на денот		Изгрев		Г. к.		Залез	
	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m
1	5	1	12	32	20	4	15	3	02	38	09	03	15	38
2	5	0	12	32	20	4	15	4	03	15	09	58	16	51
3	5	0	12	32	20	5	15	5	03	55	10	55	18	04
4	5	0	12	33	20	6	15	6	04	40	11	54	19	14
5	4	59	12	33	20	6	15	7	05	31	12	54	20	21
6	4	59	12	33	20	7	15	8	06	26	13	54	21	21
7	4	59	12	33	20	8	15	9	07	27	14	52	22	13
8	4	58	12	33	20	8	15	10	08	29	15	46	22	58
9	4	58	12	34	20	9	15	11	09	32	16	38	23	37
10	4	58	12	34	20	10	15	12	10	34	17	26		
11	4	58	12	34	20	10	15	12	11	34	18	12	00	11
12	4	58	12	34	20	11	15	13	12	33	18	56	00	42
13	4	58	12	34	20	11	15	13	13	31	19	39	01	11
14	4	58	12	34	20	12	15	14	14	28	20	21	01	39
15	4	58	12	35	20	12	15	14	15	25	21	04	02	07
16	4	58	12	35	20	12	15	14	16	21	21	48	02	37
17	4	58	12	35	20	13	15	15	17	18	22	33	03	09
18	4	58	12	35	20	13	15	15	18	14	23	21	03	45
19	4	58	12	36	20	13	15	15	19	09			04	25
20	4	58	12	36	20	14	15	16	20	02	00	10	05	09
21	4	59	12	36	20	14	15	15	20	51	01	00	06	00
22	4	59	12	36	20	14	15	15	21	37	01	52	06	55
23	4	59	12	37	20	14	15	15	22	18	02	44	07	54
24	4	59	12	37	20	14	15	15	22	56	03	35	08	57
25	5	0	12	37	20	14	15	14	23	32	04	26	10	02
26	5	0	12	37	20	14	15	14			05	16	11	09
27	5	0	12	37	20	14	15	14	00	06	06	07	12	16
28	5	1	12	38	20	14	15	13	00	40	06	58	13	25
29	5	1	12	38	20	14	15	13	01	14	07	50	14	35
30	5	1	12	38	20	14	15	13	01	52	08	44	15	46

ЈУЛИ 2016

Датум	С О Н Ц Е					МЕСЕЧИНА								
	Изгрев		Г. к.		Залез		Должина на денот		Изгрев		Г. к.		Залез	
	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m
1	5	2	12	38	20	14	15	12	02	33	09	41	16	55
2	5	3	12	38	20	14	15	11	03	19	10	39	18	03
3	5	3	12	39	20	14	15	11	04	12	11	38	19	05
4	5	4	12	39	20	13	15	9	05	09	12	36	20	01
5	5	5	12	39	20	13	15	8	06	10	13	33	20	50
6	5	5	12	39	20	12	15	7	07	14	14	26	21	32
7	5	6	12	39	20	12	15	6	08	17	15	17	22	09
8	5	7	12	39	20	12	15	5	09	20	16	05	22	42
9	5	7	12	40	20	11	15	4	10	20	16	50	23	12
10	5	8	12	40	20	11	15	3	11	19	17	34	23	41
11	5	9	12	40	20	11	15	2	12	17	18	17		
12	5	9	12	40	20	10	15	1	13	14	19	00	00	10
13	5	10	12	40	20	9	14	59	14	11	19	43	00	39
14	5	11	12	40	20	9	14	58	15	08	20	28	01	10
15	5	12	12	40	20	8	14	56	16	04	21	14	01	44
16	5	13	12	40	20	8	14	55	16	59	22	03	02	21
17	5	14	12	40	20	7	14	53	17	53	22	53	03	04
18	5	14	12	41	20	6	14	52	18	45	23	44	03	52
19	5	15	12	41	20	5	14	50	19	33			04	45
20	5	16	12	41	20	5	14	49	20	16	00	37	05	44
21	5	17	12	41	20	4	14	47	20	57	01	29	06	47
22	5	18	12	41	20	3	14	45	21	34	02	22	07	53
23	5	19	12	41	20	2	14	43	22	09	03	13	09	00
24	5	20	12	41	20	1	14	40	22	43	04	04	10	08
25	5	21	12	41	20	0	14	39	23	17	04	56	11	17
26	5	22	12	41	19	59	14	37	23	54	05	47	12	26
27	5	23	12	41	19	58	14	35			06	40	13	35
28	5	24	12	41	19	57	14	33	00	32	07	34	14	44
29	5	25	12	41	19	56	14	31	01	16	08	30	15	50
30	5	26	12	41	19	55	14	29	02	04	09	27	16	53
31	5	27	12	41	19	54	14	27	02	58	10	24	17	50

АВГУСТ 2016

Датум	С О Н Ц Е				МЕСЕЧИНА									
	Изгрев		Г. к.		Залез		Должина на денот		Изгрев		Г. к.		Залез	
	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m
1	5	28	12	41	19	53	14	25	03	56	11	21	18	42
2	5	29	12	41	19	52	14	23	04	58	12	15	19	26
3	5	30	12	40	19	50	14	20	06	01	13	07	20	06
4	5	31	12	40	19	49	14	18	07	04	13	56	20	41
5	5	32	12	40	19	48	14	16	08	06	14	43	21	12
6	5	33	12	40	19	47	14	14	09	06	15	28	21	42
7	5	34	12	40	19	45	14	11	10	05	16	12	22	11
8	5	35	12	40	19	44	14	9	11	03	16	55	22	40
9	5	36	12	40	19	43	14	7	12	00	17	38	23	10
10	5	37	12	40	19	42	14	5	12	56	18	22	23	42
11	5	38	12	39	19	40	14	2	13	52	19	07		
12	5	39	12	39	19	39	14	0	14	48	19	54	00	18
13	5	40	12	39	19	37	13	57	15	42	20	43	00	58
14	5	41	12	39	19	36	13	55	16	34	21	34	01	43
15	5	42	12	39	19	34	13	52	17	24	22	26	02	34
16	5	43	12	38	19	33	13	50	18	10	23	19	03	30
17	5	44	12	38	19	32	13	48	18	52			04	32
18	5	45	12	38	19	30	13	45	19	31	00	12	05	37
19	5	46	12	38	19	29	13	43	20	08	01	05	06	45
20	5	47	12	38	19	27	13	40	20	44	01	58	07	55
21	5	48	12	37	19	25	13	37	21	19	02	50	09	06
22	5	50	12	37	19	24	13	34	21	55	03	43	10	16
23	5	51	12	37	19	22	13	31	22	34	04	36	11	26
24	5	52	12	37	19	21	13	29	23	15	05	31	12	36
25	5	53	12	36	19	19	13	26			06	26	13	43
26	5	54	12	36	19	17	13	23	00	02	07	22	14	46
27	5	55	12	36	19	16	13	21	00	53	08	18	15	44
28	5	56	12	35	19	14	13	18	01	49	09	14	16	37
29	5	57	12	35	19	13	13	16	02	48	10	08	17	23
30	5	58	12	35	19	11	13	13	03	50	11	00	18	03
31	5	59	12	34	19	9	13	10	04	52	11	49	18	39

СЕПТЕМВРИ 2016

Датум	С О Н Ц Е						М Е С Е Ч И Н А							
	Изгрев		Г. к.		Залез		Должина на денот		Изгрев		Г. к.		Залез	
	h	m	h	m	h	M	h	M	h	m	h	m	h	M
1	6	0	12	34	19	8	13	8	05	53	12	37	19	12
2	6	1	12	34	19	6	13	5	06	54	13	22	19	42
3	6	2	12	33	19	4	13	2	07	53	14	06	20	12
4	6	3	12	33	19	3	13	0	08	52	14	50	20	41
5	6	4	12	33	19	1	12	57	09	49	15	33	21	10
6	6	5	12	32	18	59	12	54	10	46	16	16	21	42
7	6	6	12	32	18	57	12	51	11	42	17	01	22	16
8	6	7	12	32	18	56	12	49	12	37	17	47	22	53
9	6	8	12	31	18	54	12	46	13	31	18	34	23	35
10	6	9	12	31	18	52	12	43	14	24	19	23		
11	6	10	12	31	18	50	12	40	15	14	20	14	00	22
12	6	11	12	30	18	49	12	38	16	00	21	06	01	15
13	6	12	12	30	18	47	12	35	16	44	21	58	02	14
14	6	13	12	30	18	45	12	32	17	25	22	51	03	17
15	6	14	12	29	18	43	12	29	18	03	23	45	04	24
16	6	16	12	29	18	42	12	26	18	40			05	34
17	6	17	12	29	18	40	12	23	19	16	00	38	06	46
18	6	18	12	28	18	38	12	20	19	52	01	32	07	58
19	6	19	12	28	18	36	12	17	20	31	02	27	09	11
20	6	20	12	28	18	35	12	15	21	13	03	23	10	24
21	6	21	12	27	18	33	12	12	21	59	04	20	11	34
22	6	22	12	27	18	31	12	9	22	49	05	17	12	40
23	6	23	12	27	18	29	12	6	23	44	06	14	13	40
24	6	24	12	26	18	28	12	4			07	10	14	34
25	6	25	12	26	18	26	12	1	00	42	08	04	15	22
26	6	26	12	25	18	24	11	58	01	43	08	56	16	03
27	6	27	12	25	18	22	11	55	02	44	09	46	16	40
28	6	28	12	25	18	21	11	53	03	45	10	33	17	13
29	6	29	12	24	18	19	11	50	04	45	11	18	17	44
30	6	30	12	24	18	17	11	47	05	44	12	03	18	13

ОКТОМВРИ 2016

Датум	С О Н Ц Е				М Е С Е Ч И Н А			
	Изгрев	Г. к.	Залез	Должина на денот	Изгрев	Г. к.	Залез	
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	6 31	12 24	18 15	11 44	06 43	12 46	18 42	
2	6 33	12 23	18 14	11 41	07 41	13 29	19 11	
3	6 34	12 23	18 12	11 38	08 38	14 13	19 42	
4	6 35	12 23	18 10	11 35	09 34	14 57	20 15	
5	6 36	12 23	18 9	11 33	10 30	15 42	20 51	
6	6 37	12 22	18 7	11 30	11 24	16 28	21 30	
7	6 38	12 22	18 5	11 27	12 16	17 16	22 15	
8	6 39	12 22	18 4	11 25	13 06	18 05	23 04	
9	6 40	12 21	18 2	11 22	13 53	18 55	23 59	
10	6 41	12 21	18 0	11 19	14 37	19 46		
11	6 43	12 21	17 59	11 16	15 18	20 37	00 59	
12	6 44	12 21	17 57	11 13	15 56	21 29	02 02	
13	6 45	12 20	17 55	11 10	16 33	22 22	03 10	
14	6 46	12 20	17 54	11 8	17 09	23 16	04 20	
15	6 47	12 20	17 52	11 5	17 45		05 32	
16	6 48	12 20	17 51	11 3	18 23	00 11	06 46	
17	6 49	12 20	17 49	11 0	19 05	01 08	08 01	
18	6 51	12 19	17 48	10 57	19 50	02 06	09 15	
19	6 52	12 19	17 46	10 54	20 41	03 05	10 26	
20	6 53	12 19	17 45	10 52	21 36	04 05	11 31	
21	6 54	12 19	17 43	10 49	22 35	05 03	12 30	
22	6 55	12 19	17 42	10 47	23 36	05 59	13 21	
23	6 56	12 18	17 40	10 44		06 53	14 05	
24	6 58	12 19	17 39	10 41	00 37	07 44	14 43	
25	6 59	12 18	17 37	10 38	01 39	08 32	15 17	
26	7 0	12 18	17 36	10 36	02 39	09 17	15 48	
27	7 1	12 18	17 34	10 33	03 38	10 01	16 17	
28	7 2	12 18	17 33	10 31	04 36	10 44	16 45	
29	7 4	12 18	17 32	10 28	05 34	11 27	17 14	
30	6 5	11 18	16 30	10 25	05 31	11 10	16 44	
31	6 6	11 18	16 29	10 23	06 28	11 54	17 15	

НОЕМВРИ 2016

Датум	С О Н Ц Е				М Е С Е Ч И Н А									
	Изгрев		Г. к.		Залез		Должина на денот		Изгрев		Г. к.		Залез	
	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	M	h	m
1	6	7	11	18	16	28	10	21	07	24	12	39	17	50
2	6	9	11	18	16	27	10	18	08	19	13	25	18	28
3	6	10	11	18	16	25	10	15	09	12	14	12	19	11
4	6	11	11	18	16	24	10	13	10	03	15	00	19	58
5	6	12	11	18	16	23	10	11	10	50	15	49	20	50
6	6	14	11	18	16	22	10	8	11	34	16	39	21	47
7	6	15	11	18	16	21	10	6	12	15	17	28	22	47
8	6	16	11	18	16	20	10	4	12	53	18	18	23	50
9	6	17	11	18	16	18	10	1	13	28	19	09		
10	6	19	11	18	16	17	9	58	14	03	20	00	00	57
11	6	20	11	18	16	16	9	56	14	38	20	53	02	06
12	6	21	11	18	16	15	9	54	15	14	21	48	03	18
13	6	22	11	19	16	15	9	53	15	53	22	46	04	32
14	6	23	11	19	16	14	9	51	16	37	23	45	05	47
15	6	25	11	19	16	13	9	48	17	26			07	01
16	6	26	11	19	16	12	9	46	18	20	00	46	08	12
17	6	27	11	19	16	11	9	44	19	20	01	48	09	17
18	6	28	11	20	16	10	9	42	20	22	02	48	10	13
19	6	30	11	20	16	10	9	40	21	26	03	45	11	02
20	6	31	11	20	16	9	9	38	22	29	04	38	11	43
21	6	32	11	20	16	8	9	36	23	31	05	28	12	19
22	6	33	11	21	16	8	9	35			06	15	12	52
23	6	34	11	21	16	7	9	33	00	31	07	00	13	21
24	6	35	11	21	16	6	9	31	01	30	07	44	13	50
25	6	37	11	21	16	6	9	29	02	28	08	26	14	18
26	6	38	11	22	16	5	9	27	03	25	09	09	14	47
27	6	39	11	22	16	5	9	26	04	22	09	52	15	17
28	6	40	11	22	16	4	9	24	05	18	10	37	15	51
29	6	41	11	23	16	4	9	23	06	14	11	22	16	28
30	6	42	11	23	16	4	9	22	07	08	12	10	17	09

ДЕКЕМВРИ 2016

Датум	СОЛЦЕ					МЕСЕЧИНА			
	Изгрев	Г. к.	Залез	Должина на денот		Изгрев	Г. к.	Залез	
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	6 43	11 23	16 3	9 20	08 00	12 58	17 55		
2	6 44	11 24	16 3	9 19	08 49	13 47	18 45		
3	6 45	11 24	16 3	9 18	09 34	14 36	19 40		
4	6 46	11 25	16 3	9 17	10 16	15 25	20 39		
5	6 47	11 25	16 3	9 16	10 54	16 14	21 40		
6	6 48	11 25	16 2	9 14	11 29	17 03	22 43		
7	6 49	11 26	16 2	9 13	12 03	17 52	23 49		
8	6 50	11 26	16 2	9 12	12 36	18 42			
9	6 51	11 27	16 2	9 11	13 10	19 34	00 57		
10	6 52	11 27	16 2	9 10	13 46	20 28	02 07		
11	6 53	11 28	16 3	9 10	14 25	21 25	03 19		
12	6 53	11 28	16 3	9 10	15 10	22 24	04 33		
13	6 54	11 29	16 3	9 9	16 01	23 26	05 46		
14	6 55	11 29	16 3	9 8	16 58		06 54		
15	6 56	11 30	16 4	9 8	18 01	00 28	07 57		
16	6 56	11 30	16 4	9 8	19 06	01 28	08 51		
17	6 57	11 31	16 4	9 7	20 13	02 25	09 38		
18	6 58	11 31	16 5	9 7	21 17	03 19	10 18		
19	6 58	11 32	16 5	9 7	22 20	04 09	10 53		
20	6 59	11 32	16 5	9 6	23 21	04 56	11 24		
21	7 0	11 33	16 6	9 6		05 41	11 53		
22	7 0	11 33	16 6	9 6	00 19	06 24	12 21		
23	7 0	11 34	16 6	9 6	01 17	07 07	12 50		
24	7 1	11 34	16 7	9 6	02 14	07 50	13 20		
25	7 1	11 35	16 8	9 7	03 11	08 34	13 52		
26	7 2	11 35	16 9	9 7	04 07	09 19	14 27		
27	7 2	11 36	16 9	9 7	05 02	10 06	15 07		
28	7 2	11 36	16 10	9 8	05 55	10 54	15 51		
29	7 2	11 36	16 10	9 8	06 46	11 43	16 40		
30	7 2	11 37	16 11	9 9	07 33	12 33	17 34		
31	7 3	11 37	16 12	9 9	08 17	13 23	18 32		

II. Корекција на моментите на изгрев и залез во зависност од географската должина

Корекцијата на времето за изгрев и залез е 4 min за секој степен географска должина. Таа е со знак (+) за западна географска должина и знак (-) за источна географска должина.

КОРЕКЦИИ ЗА НЕКОИ ГРАДОВИ:

Берово - 5,7 min
 Охрид + 2,5 min
 Битола + 0,4 min
 Куманово - 1,1 min

Ако сакате да ги дознаете географските координати на некое населено место во Македонија, отидете на следната страница:

<http://www.heavens-above.com/countries.aspx> по изборот на државата Македонија напишете го името на населеното место.

III. Сезони, летно време, перихел и афел - 2016 г.

Настан	Месец	Ден	h	m
Почеток на пролетта	март	20 ^d	5 ^h	30 ^m
Почеток на летното време	март	27 ^d	2 ^h	0 ^m
Почеток на летото	јуни	21 ^d	0 ^h	34 ^m
Почеток на есента	септември	22 ^d	16 ^h	21 ^m
Крај на летното време	октомври	30 ^d	3 ^h	0 ^m
Почеток на зимата	декември	21 ^d	11 ^h	44 ^m
Земјата е во перихел	јануари	2 ^d	23 ^h	49 ^m
Земјата е во афел	јули	4 ^d	18 ^h	24 ^m

IV. Времетраење на граѓанскиот полумрак

I 34 min	IV 32 min	VII 37 min	X 31 min
II 33 min	V 36 min	VIII 33 min	XI 33 min
III 31 min	VI 39 min	IX 32 min	XII 35 min

Под граѓански полумрак се подразбира временскиот интервал пред изгревот на Сонцето и по неговиот залез, во којшто може да се работи на отворено без употреба на вештачко осветлување. Временскиот интервал (даден во минути) се одзема од моментот на изгрев и се додава на моментот на залез на Сонцето.

V. Основни фази на Месечината

2016	Последна четврт	Ново-луние	Прва четврт	Полна месечина	Последна четврт	Ново-луние
	d h m	d h m	d h m	d h m	d h m	d h m
Јануари	26 30	10231	17026	24246	-	-
Февруари	1 4 28	81539	15846	221920	-	-
Март	2011	9 254	15 18 3	23 13 1	311717	-
Април	-	71324	14 5 59	22724	30 529	-
Мај	-	6 21 30	1319 2	212314	2914 12	-
Јуни	-	5 5 0	12 1010	20 13 2	27 2019	-
Јули	-	413 01	12252	20056	27 1 0	-
Август	-	2 2244	102021	18 1126	25541	-
Септември	-	1 11 3	9 13 49	16 21 5	23 11 56	-
Октомври	-	1 2 11	9 6 33	16 623	22 2114	301838
Ноември	-	-	7 2051	141452	21 933	29 1318
Декември	-	-	7 103	141 5	21256	29 753

VI. Календар на моментите на перигеј и апогеј и на планетарните конфигурации во 2016 година

Јануари

- 2^d13^h Месечината е во апогеј(404277 km)
 320 Марс е на 1,4^o јужно од Месечината
 7 1 Венера е на 3,1^o јужно од Месечината
 7 6 Сатурн е на 3,3^o јужно од Месечината
9 5 Венера е на 0,1^o северно од Сатурн
 1018 Меркур е на 2,2^o јужно од Месечината
 1316 Нептун е на 2,2^o јужно од Месечината
 15 3 Месечината е во перигеј(369618km)
 28 2 Јупитер е на 1,4^o северноод Месечината
 30 10 Месечината е во апогеј (404552km)

Февруари

- 1^d 10^h Марс е на 3^o јужно од Месечината
- 3 20 Сатурн е на 3,4^o јужно од Месечината
- 6 9 Венера е на 4,2^o јужно од Месечината
- 6 18 Меркур е на 3,7^o јужно од Месечината
- 7 2 Меркур е во максимална западна елонгација (26^o)
- 11 4 Месечината е во перигеј (364357km)
- 12 15 Уран е на 1,6^o северно од Месечината
- 24 5 Јупитер е на 1,6^o северно од Месечината
- 27 4 Месечината е во апогеј (405382km)
- 29 19 Марс е на 4^o јужно од Месечината

Март

- 2^d 8^h Сатурн е на 3,5^o јужно од Месечината
- 7 12 Венера е на 3,3^o јужно од Месечината
- 8 6 Меркур е на 3,7^o јужно од Месечината
- 8 12 Јупитер во опозиција
- 8 13 Нептун е на 1,8^o јужно од Месечината
- 10 8 Месечината е во перигеј (359508 km)
- 11 2 Уран е на 1,8^o северно од Месечината
- 11 6 Меркур е на 1,4^o јужно од Нептун
- 11 6 Венера е на 0,5^o јужно од Нептун
- 22 5 Јупитер е на 1,9^o северно од Месечината
- 23 21 Меркур е во горна конјункција
- 25 15 Месечината е во апогеј (406123km)
- 28 21 Марс е на 4,1^o јужно од Месечината
- 29 17 Сатурн е на 3,5^o јужно од Месечината
- 31 22 Меркур е на 0,6^o северно од Уран

Април

- 5^d 3^h Нептун е на 1,7^o јужно од Месечината
- 6 10 Венера е на 0,6^o јужно од Месечината**
- 7 16 Уран е на 1,9^o северно од Месечината
- 7 20 Месечината е во перигеј (357163 km)
- 8 12 Меркур 4,9^o северно од Месечината
- 9 23 Уран е во конјункција со Сонцето
- 187 Јупитер е на 2,0^o северно од Месечината
- 18 14 Меркур е во максимална источна елонгација (20^o)
- 21 18 Месечината е во апогеј (406350km)
- 22 22 Венера е на 0,8^o јужно од Уран
- 25 6 Марс е на 4,9^o јужно од Месечината
- 25 21 Сатурн е на 3,3^o јужно од Месечината

Мај

- 2^d 13^h Нептун е на 1,5^o јужно од Месечината

- 5 5 Уран е на $2,1^{\circ}$ северно од Месечината
 6 6 Месечината е во перигеј (357827 km)
 6 6 Венера е на $2,6^{\circ}$ северно од Месечината
 7 4 Меркур $5,0^{\circ}$ северно од Месечината
9 17 Меркур е во долна конјункција (ТРАНЗИТ)
 13 22 Меркур е на $0,4^{\circ}$ јужно од Венера
 15 12 Јупитер е на $1,8^{\circ}$ северно од Месечината
 19 0 Месечината е во апогеј (405933km)
 21 22 Марс е на $5,9^{\circ}$ јужно од Месечината
 22 13 Марс е во опозиција
 23 00 Сатурн е на јужно од Месечината
 29 21 Нептун е на $1,3^{\circ}$ јужно од Месечината

Јуни

- $1^{d}16^{h}$ Уран е на $2,3^{\circ}$ северно од Месечината
 3 9 Сатурн е во опозиција
 3 12 Меркур е на $0,7^{\circ}$ северно од Месечината
 3 13 Месечината е во перигеј (361141 km)
 5 3 Венера е на $4,9^{\circ}$ северно од Месечината
 5 11 Меркур е во максимална западна елонгација (24°)
 7 00 Венера е во горна конјункција
 11 22 Јупитер е на $1,4^{\circ}$ северно од Месечината
 15 14 Месечината е во апогеј (405021 km)
 19 2 Сатурн е на $3,2^{\circ}$ јужно од Месечината
 26 3 Нептун е на $1,2^{\circ}$ јужно од Месечината
 29 1 Уран е на $2,6^{\circ}$ северно од Месечината

Јули

- $1^{d}9^{h}$ Месечината е во перигеј (365982 km)
 4 7 Меркур е на $5,6^{\circ}$ северно од Месечината
 5 4 Венера е на $5,1^{\circ}$ северно од Месечината
 7 5 Меркур е во горна конјункција
9 12 Јупитер е на $0,8^{\circ}$ северно од Месечината
 13 7 Месечината е во апогеј (404271 km)
 16 7 Сатурн е на $3,4^{\circ}$ јужно од Месечината
 16 20 Меркур е на $0,5^{\circ}$ северно од Венера
 23 8 Нептун е на $1,1^{\circ}$ јужно од Месечината
 26 7 Уран е на $2,8^{\circ}$ северно од Месечината
 27 14 Месечината е во перигеј (369658 km)

Август

- $4^{d}8^{h}$ Венера е на $2,8^{\circ}$ северно од Месечината
 5 0 Меркур е на $0,6^{\circ}$ северно од Месечината
6 6 Јупитер е на $0,2^{\circ}$ северно од Месечината

- 10 2 Месечината е во апогеј (404265km)
- 12 14 Сатурн е на 3,6^o јужно од Месечината
- 16 23 Меркур е во максимална источна елонгација (27^o)
- 19 14 Нептун е на 1,0^o јужно од Месечината
- 22 3 Месечината е во перигеј (367046 km)
- 22 12 Уран е на 2,8^o северно од Месечината
- 22 17 Меркур е на 4,0^o јужно од Јупитер
- 25 20 Марс е на 4,4^o јужно од Сатурн
- 28 00 Венера е на 0,1^o северно од Јупитер**
- 29 5 Меркур е на 5,0^o јужно од Венера

Септември

- 2^d 10^h Меркур е на 5,4^o јужно од Јупитер
- 2 19 Нептун е во опозиција
- 2 19 Меркур е на 5,7^o јужно од Месечината
- 3 0 Јупитер е на 0,3^o јужно од Месечината**
- 3 13 Венера е на 1,0^o јужно од Месечината
- 6 21 Месечината е во апогеј (405057 km)
- 8 23 Сатурн е на 3,8^o јужно од Месечината
- 13 2 Меркур е во долна конјункција
- 15 22 Нептун е на 1,1^o јужно од Месечината
- 18 19 Месечината е во перигеј (361893 km)
- 18 19 Уран е на 2,7^o северно од Месечината
- 26 9 Јупитер е во конјункција со Сонцето
- 28 22 Меркур е во максимална западна елонгација (18^o)
- 29 13 Меркур е на 0,6^o северно од Месечината
- 30 18 Јупитер е на 0,9^o јужно од Месечината

Октомври

- 3^d 19^h Венера е на 4,8^o јужно од Месечината
- 4 13 Месечината е во апогеј (406099km)
- 6 10 Сатурн е на 3,7^o јужно од Месечината
- 11 6 Меркур е на 0,8^o северно од Јупитер
- 13 8 Нептун е на 1,0^o јужно од Месечината
- 15 13 Уран е во опозиција
- 16 4 Уран е на 2,7^o северно од Месечината
- 17 2 Месечината е во перигеј (357859 km)
- 27 18 Меркур е во горна конјункција
- 28 12 Јупитер е на 1,4^o јужно од Месечината
- 30 9 Венера е на 3,0^o јужно од Сатурн
- 30 20 Меркур е на 4,2^o јужно од Месечината
- 31 20 Месечината е во апогеј (406659 km)

Ноември

- 2^d 20^h Сатурн е на 3,7^o јужно од Месечината

6 13	Марс е на 5,3° јужно од Месечината
9 16	Нептун е на 0,9° јужно од Месечината
12 12	Уран е на 2,7° северно од Месечината
14 12	Месечината е во перигеј (356511 km)
23 19	Меркур е на 3,4° јужно од Сатурн
253	Јупитер е на 1,9° јужно од Месечината
27 21	Месечината е во апогеј (406555 km)
30 9	Сатурн е на 3,6° јужно од Месечината

Декември

3 ^d 14 ^h	Венера е на 5,8° јужно од Месечината
5 12	Марс е на 2,9° јужно од Месечината
6 23	Нептун е на 0,6° јужно од Месечината
9 21	Уран е на 2,9° северно од Месечината
10 13	Сатурн е во конјункција со Сонцето
11 6	Меркур е во максимална источна елонгација (21°)
13 0	Месечината е во перигеј (358462 km)
22 18	Јупитер е на 2,3° јужно од Месечината
25 7	Месечината е во апогеј (405869 km)
2722	Сатурн е на 3,6° јужно од Месечината
28 20	Меркур е во долна конјункција
296	Меркур е на 1,8° јужно од Месечината

VII. Видливост на планетите во 2016 г.

Меркур ☿

Оваа планета е многу тешко да се види токму поради својата близина до Сонцето. Најповолни услови за нејзина видливост има кога се наоѓа во максимална елонгација. Тоа се случува на следниве датуми: 7 февруари во 2h на 26° (изгрев), 18 април во 16h на 19° (залез), 5 јуни во 11h на 24° (изгрев), 16 август во 23h на 27° (залез), 28 септември во 22h на 18° (изгрев) и на 11 декември во 6h на 21° (залез). Кога е во максимална западна елонгација изгрева пред Сонцето, а при максимална источна елонгација заоѓа по Сонцето. Поради тоа што се наоѓа ниско над хоризонтот каде што има големи атмосферски турбуленции речиси е невозможно да се види во градски услови.

Венера ♀

По Сонцето и Месечината, Венера е најсветлиот објект на небото. Кога се наоѓа во источна елонгација, Венера е објект кој прв засветува на небото по залезот на Сонцето и кај народот е позната како „свезда Вечерница“. Кога оваа планета се наоѓа западно од Сонцето, (западна елонгација) тогаш наутро се гледа како последен светол објект на источното небо и е позната како „свезда Деница“. Максималната оддалеченост (елонгација) од Сонцето изнесува 48°.

На почетокот на годината планетата на љубовта е во улога на Деница, изгрева околу три часа пред Сонцето, а петоа времетраењето на утринска видливост намалува. На 6 јуни Венера е во долна конјункција со Сонцето и околу овој датум е недостапна за набљудување. Во јули почнува да се гледа како Вечерница и до крајот на годината времетраењето на вечерната видливост се зголемува. Во текот на декември Венера заоѓа околу 3,5 часови после Сонцето.

Марс ♂

Во јануари Марс изгрева после полноќ, но времетраењето на утринска видливост се зголемува и кон крајот на февруари е видлив уште пред полноќ. На 22 мај „Црвената планета“ е во опозиција и околу тој датум е погодна за набљудување во текот на целата ноќ. После тоа времетраењето на видливост се намалува и во текот на август се гледа само во текот на првата половина на ноќта, а кон крајот на годината заоѓа пред 21 ч.

На почетокот на годината Марс е во сосвездието Девица, но набргу поминува во Вага. Кон средината на март навлегува во сосвездието Шкорпија, а на почетокот на април е во тринаесетото зодијачко сосвездие – Змијоносец (официјално воведено во 1930 г. од Интернационалната астрономска унија IAU). Подоцна движењето на Марс станува ретроградно и преку Шкорпијата се враќа во Вага, кадешто останува до крајот на јули. Повторно навлегува во Шкорпија и Змијоносец, а после 20 август е во Стрелец. Таму останува до почетокот на ноември, кога поминува во Јарец, а во втората половина на декември веќе е во Водолија.

Јупитер ♃

Во текот на првите месеци на годината условите за набљудувања се многу погодни затоа што се гледа речиси во текот на целата ноќ (опозицијата е на 8 март). После тоа залезот настапува се порано и кон крајот на јуни веќе е пред полноќ. Конјункцијата со Сонцето е на 26 септември и околу тој датум Јупитер не се гледа.

Подоцна планетата почнува да се појавува кон исток пред изгрејсонце. Времетраењето на утринска видливост расте и кон крајот на годината изгрева речиси после полноќ.

Во почетокот на годината овој гасен џин е на границата меѓу сосвездијата Лав и Девица. Во текот на целата прва половина на годината се движи ретроградно во Лав, а во август поминува во Девица, каде што останува до крајот на годината.

Сатурн ♄

Во почетокот на годината Сатурн се гледа на исток пред изгрев на Сонцето. Изгревот настапува се порано и околу 20 март веќе е пред полноќ. Опозицијата е на 3 јуни околу тој датум планетата е видлива речиси во текот на целата ноќ. После тоа периодот на видливост намалува и во втората половина на август залезот е околу полноќ. Кон почетокот на декември изгрева и заоѓа речиси едновременно со Сонцето и е недостапен за набљудување (конјункцијата е на 10 декември). После тоа повторно се појавува ниско на исток пред изгрев на Сонцето. Сатурн останува во текот на целата година во 13 зодијачко сосвездие Змијоносец.

Уран ♅

Планетата Уран е на границата на видливост на човечкото око и за да се набљудува треба да се користи телескоп и да се знае на кое место од небесниот свод тој треба да се насочи. Во почетокот на годината Уран е видлив по залезот на Сонцето. Околу конјункцијата на 9 април изгрева и заоѓа речиси истовремено со Сонцето, т.ш. не е достапен за набљудување. Подоцна во текот на годината утринската видливост на Уран се зголемува се до опозицијата на 15 октомври кога е видлив во текот на целата ноќ. По опозицијата, оваа планета заоѓа се порано и кон крајот на годината заоѓа околу еден час по полноќ.

Нептун ♆

Оваа планета може да се види со користење на мал оптички телескоп. Во почетокот на годината се гледа околу три часа по залезот на Сонцето. По конјункцијата со Сонцето на 28 февруари, настапува период на утринска видливост. Во јули Нептун е видлив во втората половина на ноќта, а околу опозицијата на 2 септември е видлив речиси преку целата ноќ. Потоа планетата заоѓа се порано и кон крајот на годината е видлива само во временски интервал од околу три часа по залезот на Сонцето.

VIII. Планетарни конфигурации - 2016г.

ВНАТРЕШНИ ПЛАНЕТИ					
планета	Максимална елонгација			Конјункција	
	Датум	Вид	<i>m</i>	Датум	Вид
Меркур	7 февруари	26°западна	-0,1	14 јануари	долна
	18 април	20°источна	-0,2	23 март	горна
	5 јуни	24°западна	0,4	9 мај транзит	долна
	16 август	27°источна	0,2	7 јули	горна
	28 септември	18°западна	-0,6	13 септември	долна
	11 декември	21°источна	-0,5	27 октомври	горна
Венера				28 декември	долна
				6 јуни	долна
НАДВОРЕШНИ ПЛАНЕТИ					
планета	Опозиција		Конјункција		
	Датум	<i>m</i>	Датум		
Марс	23 мај	-2,1	-		
Јупитер	8 март	-2,5	26 септември		
Сатурн	3 јуни	0,0	10 декември		
Уран	15 октомври	5,7	9 април		
Нептун	2 септември	7,8	28 февруари		

ВЗАЕМНИ КОНЈУНКЦИИ НА ПЛАНЕТИТЕ		
Датум		Конјункција
Јануари	9	Венера е на 0,1° северно од Сатурн
Март	11	Меркур е на 1,4° јужно од Нептун
	11	Венера е на 0,5° јужно од Нептун
	31	Меркуре на 0,6° северно од Уран
Април	22	Венера е на 0,5° јужно од Уран
Мај	13	Меркуре на 0,4° јужно од Венера
Јули	17	Меркуре на 0,5° северно од Венера
Август	22	Меркуре на 4,0° јужно од Јупитер
	24	Марс е на 4,4° јужно од Сатурн
	27	Венера е на 0,1° северно од Јупитер
	29	Меркуре на 5,0° јужно од Венера
Септември	2	Меркуре на 5,4° јужно од Јупитер
Октомври	11	Меркуре на 0,8° северно од Јупитер
	30	Венера е на 3,0° јужно од Сатурн
Ноември	23	Меркур е на 3,4° јужно од Сатурн

IX. Затемнувања на Сонцето и Месечината во текот на 2016 г.

Во 2016 г. ќе има пет затемнувања (две сончеви и три месечеви), како и транзит на планетата Меркур преку дискот на Сонцето. Сите моменти се дадени по официјалното време.

1. Целосно сончево затемнување на 9 март 2016 г.

Затемнувањето спаѓа кон сарос 130. Линијата на тоталитетот започнува од Индискиот Океан западно од островот Суматра, поминува преку Индонезија и завршува во Тихиот Океан јужно под Аљаска. Како делумно затемнувањето ќе може да се набљудува од Индискиот полуостров, Индокина, јужните делови на Кина, Јапонија, Австралија (без крајните јужни делови), Аљаска, крајните источни области на Канада и Тихиот Океан.

Геоцентричната конјункција на Сонцето и Месечината е во $2^{\text{h}}54^{\text{m}}29,5^{\text{s}}$, а во $2^{\text{h}}57^{\text{m}}11,5^{\text{s}}$ е максималната фаза (1,045).

Од територијата на Македонија ова сончево затемнување не може да се набљудува.

2. Полусенчесто месечево затемнување на 23 март 2016 г.

Затемнувањето спаѓа кон сарос 142 и е видливо од Азија, западниот дел на Австралија, Тихиот Океан, Јужна Америка и Северна Америка (без крајниот западен дел).

Карактеристичните моменти на затемнувањето се:

- прв контакт на Месечината со полусенката на Земјата: $10^{\text{h}}39^{\text{m}}29^{\text{s}}$;
- максимална фаза (0,775) $12^{\text{h}}47^{\text{m}}12^{\text{s}}$;
- последен контакт на Месечината со Земјината полусенка: $14^{\text{h}}54^{\text{m}}50^{\text{s}}$.

Од територијата на Македонија ова затемнување не може да се набљудува.

3. Транзит на Меркур на 9 мај 2016 г.

Појавата кога внатрешна планета преминува преку сончевиот диск се нарекува транзит или пасаж. Ако се набљудува од Земјата транзит може да има само од планетите Меркур и Венера, при што појавата е почеста за Меркур. Услов за да се случи овој настан е планетата да биде во долна (внатрешна) конјункција и да е блиску до еден од орбиталните јазли (точки во кои се сечат орбитата на

планетата со еклиптиката во чија рамнина лежи и орбитата на Земјата околу Сонцето). Наклонот помеѓу еклиптиката и орбитата на Меркур изнесува 7° , па затоа и условот Меркур да лежи на права линија помеѓу Сонцето и Земјата се исполнува многу ретко. Претходен ваков настан се случи на 8.11. 2006, а следен после 9.5.2016 ќе биде на 11.11.2019 година.

Транзитот е видлив од источниот дел на Северна Америка, Јужна Америка (без крајните западни и јужните делови), Арктикот, Гренланд, крајните северозападни делови на Африка, Западна Европа и северните делови на Атлантскиот Океан. Делумно (после изгрејсонце и пред неговиот залез) е видлив и од поголемиот дел на Тихиот Океан, Источна Европа, Африка, по-големиот дел од Азија, јужниот дел на Атлантскиот Океан и Индискиот Океан.

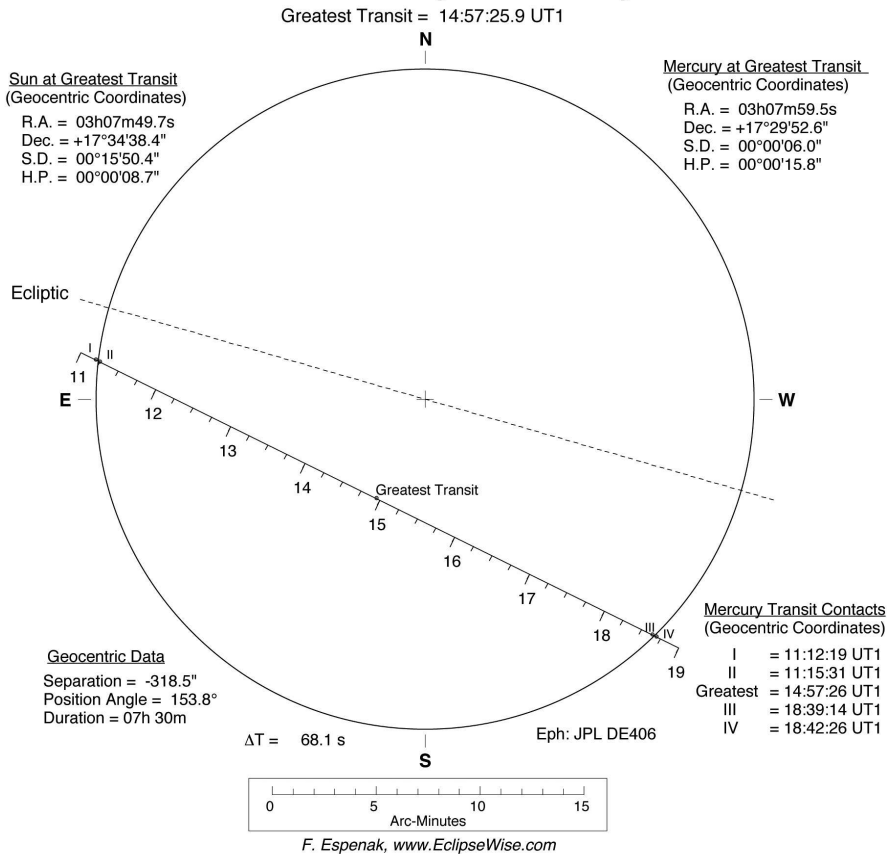
Карактеристичните **геоцентрични моменти** по официјално време се:

- | | |
|---|---|
| - влегување, надворешен контакт | 13 ^h 12 ^m 18 ^s ; |
| - влегување, внатрешен контакт | 13 ^h 15 ^m 30 ^s ; |
| - минимално аглово растојание (318,5'') | 16 ^h 57 ^m 25 ^s ; |
| - излегување, внатрешен контакт | 20 ^h 39 ^m 13 ^s ; |
| - излегување, надворешен контакт | 20 ^h 42 ^m 25 ^s . |

За Скопје почетокот на транзитот е во 13^h11^m58^s, внатрешниот контакт е во 13^h15^m9^s. Најблиску до центарот на сончевиот диск планетата е во 16^h55^m55^s. Контактите при излегување на планетата од сончевиот диск се после залезот на Сонцето (за Скопје во 19^h42^m).

Внимание - опасност за видот! Транзитот треба да се набљудува во проекција на ликот на сонцето на бела подлога. Никако не смее да се гледа во сонцето со оптички инструмент (двоглед, дурбин, телескоп), па дури ниту со голо око директно, без на нив да има поставено специјални сончеви филтри. За краток временски интервал може да погледнува во сонцето ако се има специјални очила наменети за набљудување на соларна еклипса, или пак ако се има добро зачадено стакло (без никакви гребаници по него).

Transit of Mercury: 2016 May 09



Сл. 1. Скица на транзитот на Меркур преку сончевиот диск на 9.05.2016.

4. Полусенчесто месечево затемнување на 18 август 2016 г.

Затемнувањето спаѓа во сарос 109. Видливо е од Австралија (без крајните западни делови) Тихиот Океан, Јужна Америка и Северна Америка (без крајните источни деови).

Карактеристичните моменти на затемнувањето се:

- прв контакт на Месечината со полусенката на Земјата: 11^h24^m24^s;
- максимална фаза (0,017): 11^h42^m30^s;
- последен контакт на Месечината со Земјината полусенка: 12^h00^m54^s.

Од територијата на Македонија ова затемнување не може да се набљудува.

5. Прстенесто сончево затемнување на 1 септември 2016 г.

Затемнувањето спаѓа кон сарос 135. Линијата на централното затемнување почнува од Атлантскиот Океан, западно од Гвинејскиот залив, поминува низ Габон, Конго, Заир, Танзанија, Мадагаскар и завршува во Индискиот Океан западно од Австралија. Како делумно затемнување е видно од Африка (без крајните северни делови), југозападниот дел на Атлантскиот Океан и речиси целиот Индискиот Океан.

Максималната фаза (0,974) е во 11^h6^m53,9^s.

Од територијата на Македонија ова сончево затемнување не може да се набљудува.

6. Полусенчесто месечево затемнување на 16 септември 2016 г.

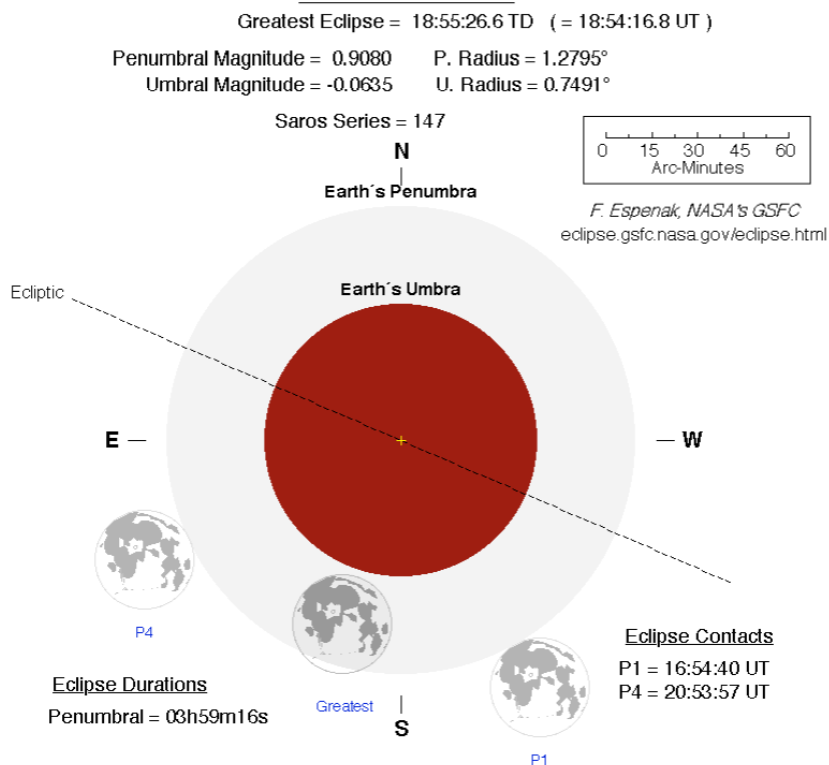
Затемнувањето спаѓа кон сарос 147, а видно е од најисточните делови на Јужна Америка, островот Гренланд, Исланд, источниот дел на Атлантскиот Океан, Европа, Азија, Африка, Австралија и западниот дел на Тихиот Океан.

Карактеристичните моменти на затемнувањето се:

- прв контакт на Месечината со полусенката на Земјата: 18^h54^m40^s;
- максимална фаза (0,908) 20^h54^m17^s;
- последен контакт на Месечината со Земјината полусенка: 22^h53^m57^s.

Затемнување од почетокот до крајот е видно од Македонија, но промените во сјајот на Месечината може да се регистрират само со уреди.

Penumbral Lunar Eclipse of 2016 Sep 16



Сл. 2. Скица на карактеристичните контакти при полусенчестото месечево затемнување на 16.09.2016.

XI Стеснет календар на метеорските роеви во 2016 г.

Метеорски рој	Период на активност	Максимум	ZHR	Родителско тело
Квадрантиди	01 - 05. I	03. I	120	96P/Machholz 1
Лириди	16 - 25. IV	21. IV	18	C/1861 G1Thatcher
η-Аквариди	19.IV - 28.V	5. V	85	1P/Halley
Јунски Бутиди	22. VI-2. VII	27. VI	варира	7P/Pons-Winnecke (1915 II)
Персеиди	17.VII-24.VIII	12. VIII	100	109P/Swift-Tuttle
Ориониди	2. X - 7. XI	21. X	30	1P/Halley
Леониди	06 - 30. XI	17. XI	варира	55P/Tempel-Tuttle
Геминиди	7 - 17. XII	13 XII	120	(3200) Phaeton

Х. Изгреви и залези на планетите - 2016г.

		Меркур		Венера		Марс	
месец	ден	изгрев	залез	изгрев	залез	изгрев	залез
I	1	8 17	17 43	4 3	13 48	1 14	12 9
	11	7 18	17 2	4 24	13 50	1 3	11 44
	21	5 53	15 53	4 43	13 58	0 51	11 48
II	31	5 21	14 49	4 58	14 11	0 37	10 53
	10	5 22	14 49	5 8	14 28	0 23	10 27
III	20	5 31	15 11	5 12	14 50	0 7	10 1
	1	5 37	15 48	5 11	15 13	23 47	9 34
	11	5 39	16 35	5 6	15 37	23 26	9 6
IV	21	5 39	17 33	4 58	16 1	23 2	8 36
	31	6 38	19 40	5 47	17 25	23 34	9 4
	10	6 35	20 42	5 36	17 49	23 2	8 28
V	20	6 25	21 10	5 24	18 13	22 25	7 48
	30	5 59	20 43	5 13	18 37	21 42	7 4
	10	5 19	19 32	5 4	19 1	20 53	6 14
VI	20	4 40	18 24	4 59	19 26	20 0	5 22
	30	4 11	17 54	4 58	19 50	19 5	4 29
	9	3 54	18 1	5 2	20 12	18 11	3 37
VII	19	3 54	18 39	5 12	20 29	17 22	2 49
	29	4 19	19 36	5 28	20 41	16 40	2 6
	9	5 14	20 30	5 49	20 47	16 4	1 28
VIII	19	6 19	20 55	6 12	20 48	15 35	0 53
	29	7 13	20 57	6 37	20 43	15 11	0 23
	8	7 51	20 45	7 2	20 34	14 52	23 53
IX	18	8 11	20 21	7 26	20 23	14 35	23 30
	28	8 4	19 47	7 50	20 10	14 22	23 10
	7	7 12	18 58	8 14	19 56	14 10	22 53
X	17	5 42	18 9	8 38	19 43	13 59	22 38
	27	4 57	17 46	9 2	19 31	13 48	22 27
	7	5 21	17 41	9 27	19 22	13 37	22 19
XI	17	6 10	17 39	9 52	19 17	13 24	22 13
	27	7 0	17 35	10 16	19 17	13 11	22 10
	6	6 47	16 35	9 36	18 23	11 56	21 8
XII	16	7 30	16 40	9 52	18 35	11 39	21 7
	26	8 8	16 53	10 0	18 52	11 20	21 7
	6	8 32	17 14	10 2	19 12	11 1	21 7
	16	8 26	17 25	9 58	19 33	10 40	21 7
	26	7 19	16 38	9 47	19 54	10 18	21 8

		Јупитер		Сатурн	
месец	ден	изгрев	залез	изгрев	залез
I	1	22 10	10 46	4 48	14 16
	11	21 31	10 7	4 14	13 40
	21	20 50	9 28	3 39	13 5
	31	20 8	8 47	3 4	12 29
II	10	19 24	8 6	2 28	11 52
	20	18 39	7 25	1 52	11 15
III	1	17 54	6 43	1 15	10 34
	11	17 8	6 0	0 37	10 0
	21	16 22	5 18	23 54	9 21
IV	31	16 37	5 36	0 19	9 42
	10	15 52	4 55	23 34	9 2
	20	15 9	4 14	22 53	8 21
V	30	14 28	3 33	22 12	7 40
	10	13 48	2 53	21 30	6 59
	20	13 10	2 14	20 47	6 17
VI	30	12 33	1 36	20 4	5 35
	9	11 58	0 58	19 22	4 53
	19	11 23	0 21	18 39	4 11
VII	29	10 50	23 40	17 57	3 29
	9	10 18	23 4	17 15	2 48
	19	9 47	22 28	16 33	2 6
VIII	29	9 17	21 53	15 53	1 26
	8	8 47	21 18	15 13	0 46
	18	8 18	20 43	14 33	0 6
IX	28	7 49	20 8	13 55	23 23
	7	7 20	19 33	13 17	22 45
	17	6 52	18 58	12 41	22 7
X	27	6 23	18 24	12 4	21 30
	7	5 55	17 49	11 29	20 53
	17	5 26	17 15	10 54	20 17
XI	27	4 58	16 40	10 19	19 41
	6	3 29	15 6	8 45	18 6
	16	2 59	14 31	8 10	17 30
XII	26	2 29	13 56	7 37	16 55
	6	1 58	13 20	7 3	16 20
	16	1 27	12 45	6 29	15 46
	26	0 54	12 9	5 55	15 11