



Македонско астрономско друштво

Астрономски алманах 2013

(број 12)

Скопје, 2013

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-mkd.com/>

*

*

*

На корицата: Фотографија на аурората, направена од Мартин Стојановски, член на Скопското астрономско друштво на 09.02.2013 година на езерото Инари во Финска, во рамки на „Aurora Tweetup“ настанот.

*

*

*

Компјутерска подготовка:

Киро Мавроски

*

*

*

Печати:

ДБ Системи Скопје

*

*

*

Тираж:

200 примероци

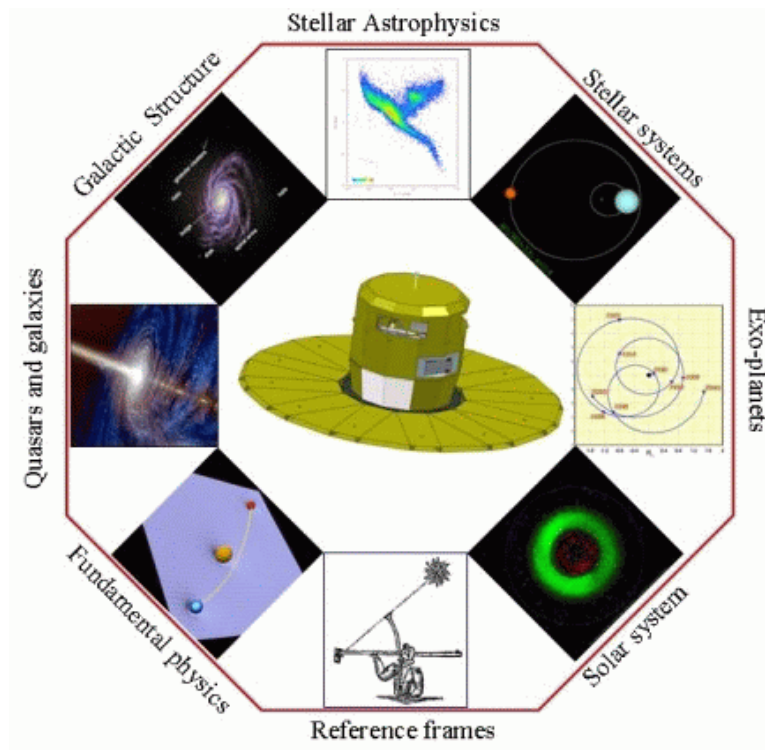
СОДРЖИНА

Долгоочекуваната мисија: ГАЈА _____	5
<i>Гордана Апостоловска</i>	
Некои од најголемите мистерии на Универзумот? _____	19
<i>Даница Крстовска</i>	
Нетоплотни механизми на (радио) зрачење _____	31
<i>Александар Шулевски</i>	
За потеклото на материјата во Вселената _____	37
<i>Наце Стојанов</i>	
Во потрага по Хигсовиот бозон _____	45
<i>Сања Димковска и Александар Ѓурчиновски</i>	
Меркур и мисијата MESSENGER _____	51
<i>Павлинка Ѓоргиева</i>	
Во сеќавање: Паскал Сотировски _____	63
<i>Филип Парталовски</i>	
Информации за 14-та Зимска школа по астрономија и за Републичкиот натпревар по астрономија во 2012 година _____	67
Астрономски календар за 2013 година _____	69
<i>Васил Умленски и Гордана Апостоловска</i>	

ДОЛГООЧЕКУВАНАТА МИСИЈА: ГАЈА

Гордана Апостоловска

Една од првите задачи на астрономите, покрај следењето на движењето на Сонцето, Месечината и планетите, била и прецизното определување на позициите (координатите) на ѕвездите. Конструкцијата на првите астрономски инструменти овозможила овие информации да станат достапни за најблиските ѕвезди, што се смета и за почеток на најстарата гранка на астрономијата - *астрометријата*. Астрометријата е поврзана со точните мерења на позициите и сопствените движења на небесните објекти, а нејзината историја воедно е и историја на првите ѕвездени каталози. За потребите на астрономите, каталозите секогаш треба да се обновуваат со податоци добиени со што е можно поголема точност и за што поголем број на објекти.



Сл. 1. Области на истражување на мисијата Гаја

Поради тоа, оваа година, а по повеќегодишни одложувања, астрономската јавност нестрпливо го чека почетокот на мисијата Гаја (Gaia), во чии рамки ќе биде лансиран сателит од страна на Европската вселенска мисија. Во текот на планираната петгодишна мисија, а со помош на досега најголемата дигитална камера, овој сателит прецизно ќе ги определува позициите и движењата на астероидите од Сончевиот систем, на милијарда ѕвезди во нашиот Млечен пат, како и на далечни галаксии и квазари.

Историски развој на точноста на астрометријата

Историски, астрометријата била се она што била астрономијата до 19 век - мерење на небесните координати на објектите и на аглиите меѓу објектите на небесната сфера. Кон крајот на 19 век, веќе можел да се измери и интензитетот на светлинскиот флуks кој доаѓал од небесните објекти до детектори на Земјата (фотометрија) и да се разложи светлината по бранови должини (спектроскопија). Развојот на фотометријата и спектрометријата го означува раѓањето на една понова област на астрономијата - *астрофизиката*. Затоа, астрономските истражувања и откритија кои постоеа пред раѓањето на астрофизиката денес се познати како *класична астрономија*.

Да разгледаме како историски се развивала астрометријата, која и денес, поради огромниот број на податоци и истражувања што се прават со телескопи од Земјата и од Вселената, дури и повеќе од порано, е неопходна за правилното разбирање на процесите во Вселената. Меѓу првите мерења на положбите на ѕвездите се оние на Хипарх, кој околу 190 година пред наша ера, користејќи постоечки каталози, ја открил прецесијата на Земјата. Тој го дополнил каталогот (кој подоцна Птоломеј го вклучил во делото Алмагест) со координатите, локацијата и магнитудата (прв пат воведена од Хипарх) на околу 1022 ѕвезди.

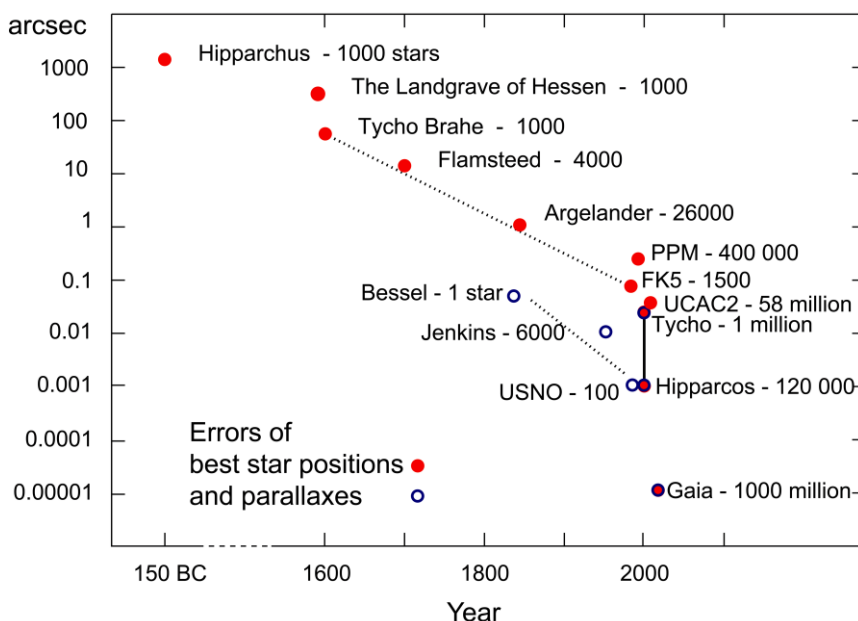
Во 15 век персискиот астроном, математичар и султан Улугбег објавил каталог кој бил со



Сл. 2. Сидниот квадрант поставен во опсерваторијата Ураниберг, со кој Тихо Брахе ги мерел позициите на ѕвездите.

точност од околу 20' (лачни минути). Прво нагло зголемување на точноста на мерењата во однос на мерењата на Птоломеј и Хипарх биле оние на Вилхелм IV, наречен уште и Мудриот Лендгрејв од Хесе (The Wise, Landgrave of Hesse-Kassel). Тој во 1570 година ја измерил позицијата на 1000 ѕвезди со точност од 6'.

Подоцна, точноста на астрометриските мерења се зголемува благодарјќи на усовршувањето на предtelesкопските инструменти - квадрант и секстант, од страна на Тихо Брахо. Тој ја измерил позицијата на ѕвездите со точност од 13-15" (лачни секунди), што претставува врвно достигнување за набљудувањата направени со голо око.



Сл. 3. Развојот на точноста на астрометријата во последните 2000 години

Дополнети со телескоп, после 1660 година овие инструменти биле доста успешни и тоа посебно во рацете на кралскиот астроном Џон Флемстед (John Flamsteed). Тој околу 1700 година ги измерил позициите на 4000 ѕвезди со точност од 20". Приближно толкава точност за 26 000 ѕвезди постигнал и германскиот астроном Ф. Аргеландер (F. Argelander) околу 1822 година. За овие мерења бил користен и меридијанскиот круг, како нов тип на астрометриски инструмент кој прв пат бил воведен од страна на О. Ромер (O. Rømer) во 1705 година.

Меридијанскиот круг бил користен од 18 век и тоа за точно мерење на позициите на ѕвездите преку одредувањето на моментот кога ѕвездата минува преку локалниот меридијан и висината (алтитудата) над хоризонтот. Овие мерења, заедно со познавањето на точната географска должина и ширина на местото на набљудувањето, овозможуваат определување на екваторските координати на ѕвездите: десна асенција (ректасцензија) α и деклинација δ . Овие две ѕвездени координати се постојани величини во подолг временски интервал (од неколку години, а со тогашната точност и за неколку децении) и не зависат од моментот и географските координати на местото од кое се набљудува. Кога екваторските координати ќе се определат со голема точност и ќе влезат во каталог, преку набљудување на транзитот (преминот преку локалниот меридијан) на ѕвезда од каталогот со било каков транзитен телескоп, може било каде во светот точно да се определат локалната географска ширина и времето. Пред појавата на атомските часовници, овој начин бил најдобра проверка за точното време.

Модерна верзија на овој телескоп е 0.2 метарскиот Flagstaff Astrometric Scanning Transit Telescope (FASTT) при опсерваторијата во Флагстаф. Модерните меридијански кругови се автоматизирани, а набљудувачот е заменет со CCD детектор. Како што небесниот свод „се движи“ преку видното поле на телескопот, со еднаква брзина се извлекува формираната слика во детекторот. Детекторот може да собира светлина во подолг временски период, со што се овозможува снимање на побледи објекти, а на небесниот свод се „покриваат“ (скенираат) долги ленти од по неколку степени.

Некои астрономски откритија базирани на астрометриски набљудувања:

1602-1619 - Врз основа на екстремно прецизните набљудувања на Тихо Брахе, Јохан Кеплер ги постави трите закони за орбитите на планетите – денес познати како Кеплерови закони;

1687 – Беше откриен фундаменталниот закон за гравитација од Исак Њутн;

1659 – Беа измерени дијаметрите на планетите од страна на Кристијан Хајгенс;

1781 – Беше откриен Уран од Вилијам Хершел;

1783 – Од привидното движење на ѕвездите В. Хершел укажал дека Сончевиот систем се движи кон ѕвездното Херкулес;

1801 - Откриен е првиот астероид, Церес;

1837 - Од сопствените движења на 390 ѕвезди, Аргеландер конечно го потврдил откритието на Хершел од 1783 година и ја потврдил точната положба на соларниот апекс;

1846 - Била пресметана позицијата на планетата Нептун што довело до нејзино откривање;

1970 - Почеток на радио астрометријата и нејзино користење за определување на референтни системи и прецизно определување на параметрите на Земјината ротација.

Астрометриските мерења подоцна добиле се поширока научна и практична намена. Тие биле поврзани со следење на ротацијата на Земјата и определување на поместувањето на континентите, вселенската навигација, движењето на објектите во Сончевиот систем (планети, природни и вештачки сателити, астероиди) и пресметување на нивните идни позиции (ефемериди).

Определување на растојанија до небесните објекти по методата на паралакса

Уште старогрчките филозофи (Хипарх, Птоломеј, Аристотел) правилно размислувале дека, ако Земјата се движи околу Сонцето, тогаш ѕвездите на небесниот свод во текот на една година привидно би требало да се поместуваат, опишувајќи кружница со мал радиус. Техничките ограничувања на мерењата на толку мали агли, придонеле со векови да опстане погрешната геоцентрична теорија, според која планетите и Сонцето се движат околу Земјата.

Мерењата на оддалеченоста на ѕвезди блиски до Земјата по методата на паралакса е специјален случај на *триангулација*. Во тригонометријата, триангулацијата е процес на определување на оддалеченоста до точка која се наоѓа во темето на еден триаголник, преку познати вредности за два агли и една страна од триаголникот.

За да можат да се определат растојанијата d на ѕвездите во блиската околина на Сончевиот систем, како основа на триаголникот се зема радиусот a на орбитата на Земјата околу Сонцето:

$$\sin \pi = a/d.$$

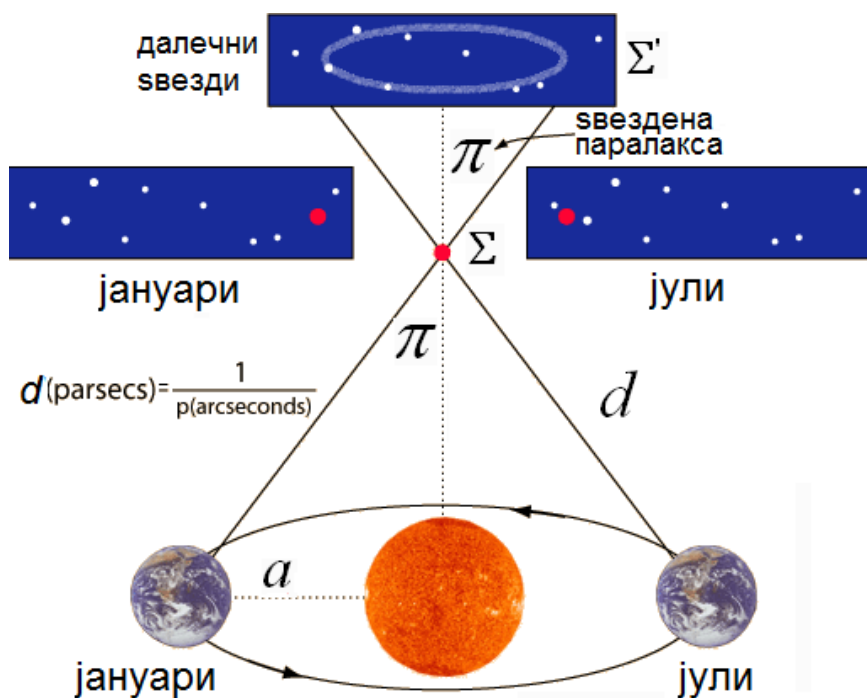
Кога од дадена ѕвезда Σ , радиусот $a = 1\text{AU}$ (AU – астрономска единица, дефинирана преку растојанието од Земјата до Сонцето), е вииден под агол на паралакса $\pi = 1''$, тогаш ѕвездата се наоѓа на оддалеченост од еден **пс** (*парсек* - паралакса+секунда):

$$1\text{пс} = \frac{1\text{AU}}{1''} \cdot 206265'' = 206265\text{AU}$$

За определување на растојанија надвор од Сончевиот систем, покрај парсекот се користи и мерната единица *светлосна година* (ly - light year) при што важи односот $[1 \text{ pc} = 3,26 \text{ ly}]$. Поради фактот, дека кај малите агли важи апроксимацијата ($\sin \pi \sim \tan \pi \sim \pi$), следува:

$$d = \frac{a}{p''} \cdot 206265'' .$$

Англискиот кралски астроном Џејмс Бредли (James Bradley), во 1729 година прв се обидел да ја измери паралаксата на ѕвездите, но поради ограничувањата на неговиот телескоп, тој не можел да измери толку мал агол. Сепак, токму тој е заслужен за откривањето на *аберацијата на светлината* и *нутаацијата на Земјината оска*.



Сл. 4. За набљудувач на Земјата ќе изгледа како во текот на годината ѕвездата Σ да опишува кружница со аголна големина π врз фонот на далечните ѕвезди Σ' . За далечните ѕвезди Σ' паралаксата е толку мала што не може да се регистрира, па затоа нив ги сметаме за неподвижни.

Прва ѕвезда чија паралакса била измерена, е 61 Cygni во 1838 година, од страна на Фридрих Бесел (Friedrich Bessel). Тој добил вредност за паралаксата $\pi = 0,32''$ што одговарало на растојание $d = 11,2 \text{ ly} = 700\,000 \text{ AU}$. Истата година била измерена паралаксата за ѕвездите Вега и Алфа Кентаурус од страна на В. Струве (F. Struve) и Т. Хендерсон (T. Henderson). Најголема паралакса има најблиската

свезда до Сонцето, Proxima Centauri и таа изнесува $\pi = 0,762$, што одговара на растојанието од 4,26 ly.

Поради тешкотиите при мерењата на толку мали агли, до крајот на 19 век, со користење на микрометарски винт биле определени паралаксите за само 60 ѕвезди. На почетокот на дваесеттиот век, телескопите коишто како детектори користеле фотографски плочи, го усовршиле процесот на определување на паралаксите до точност од 0,01". Инструментите за автоматско мерење на плочите, како и пософистицираните компјутерски технологии, во текот на шеесеттите години од минатиот век довеле до надополнување на ѕвездените каталози. Во осумдесетите години, CCD камерите ги заменија фотографските плочи и ги намалија оптичките грешки до 1 лачна милисекунда – mas (milliarcsecond).

Нова ера во астрометријата – сателитот Хипаркос

Речиси четири века по големиот скок во точноста на астрометриските мерења, со лансирање на првиот астрометриски сателит Хипаркос (Hipparcos), настапи нова ера во астрометријата. Со користењето на методата на паралакса и телескопи од Земјата, можеа да се измерат агли со кои се стигаше до оддалечености од само неколку десетици парсеци. Во 1989 година, Европската вселенска агенција го лансираше сателитот Хипаркос, со кој почна да се прави астрометрија ослободена од оптичките дисторзии на атмосферата и механичките ефекти предизвикани од Земјата.

Сателитот Hipparcos (**H**igh **P**recision **PAR**allax **C**ollecting **S**atellite) истовремено е наречен и по античкиот астроном Хипарх. Тој направил карта на нашето најблиско соседство до оддалеченост од 500 ly, мерејќи ги паралаксите на 120 000 ѕвезди со точност од ред на 0,001 или една лачна милисекунда. Паралаксите на ѕвездите кои се на растојанија од 100 pc беа измерени со грешка од 10%, а тие на растојанија од 1000 pc со грешка од 100%.

Следното попрецизно мерење и проширување на мапата беше предвидено со мисијата FAME (**F**ull-sky **A**strometric **M**apping **E**xplorer) за 2004 година. Со неа требаше да се измери паралакса со точност до 50 mas за околу 40 милиони ѕвезди во нашето галактичко соседство. За жал, поради рестрикции на буџетот на НАСА и некои технички проблеми при изработката на CCD, мисијата беше откажана во 2002 година.

Врз основа на резултатите од оваа мисија која беше активна од 1989 до 1993 година, беше изработен т.н. „Tycho catalog 2“ кој има база на податоци за околу 2,5 милиони најсветли ѕвезди од Млечниот пат.

Дополнителни каталози беа направени за 24 000 двојни и повеќе свездени системи и 11 500 променливи ѕвезди.

Крајниот дострел на вселенската астрометрија – мисијата Гаја



Сл. 5.

Со мисијата Гаја (GAIA - **G**lobal **A**strometric **I**nterferometer for **A**strophysics, **слика 5**) се планира достигнување на крајните можности на вселенските астрометриски мерења. Планирано е да се измерат паралаксите на 40 милиони ѕвезди со точност до 4 μ s (4 лачни микро секунди = $4 \cdot 10^{-6}$ "), и на една милијарда ѕвезди со точност до 50 μ s. Почетокот на оваа величествена мисија беше планиран за 2009 година и оттогаш неколкупати е одложуван. Да се надеваме дека ќе бидеме сведоци на нејзиното лансирање, закажано за август оваа година.

Со Гаја ќе се определат позициите, сопственото движење, оддалеченостите и промените во свездената магнитуда на милијарда ѕвезди. Иако овој број претставува само 1% од сите ѕвезди во Млечниот пат, сепак тој е 1000 пати поголем од бројот на ѕвездите чии позиции ги определи претходниот сателит Хипаркос. Сензорите ќе детектираат објекти кои се 4000 пати побледи од границата на човечкото око и ќе може да ја определат положбата со точност од 24 μ s. Оваа точност е споредлива со мерењето на дијаметарот на влакно од човечката коса, кога тоа е поставено на оддалеченост од 1000 km или мерење на аголот што го опфаќа петкатна зграда која би се наоѓала на Марс, кога тој е најодалечен од Земјата. За споредба, Хипаркос можеше да достигне точност што е споредлива со мерењето на дијаметарот на влакно од човечката коса кога тоа е на оддалеченост од 20 km.

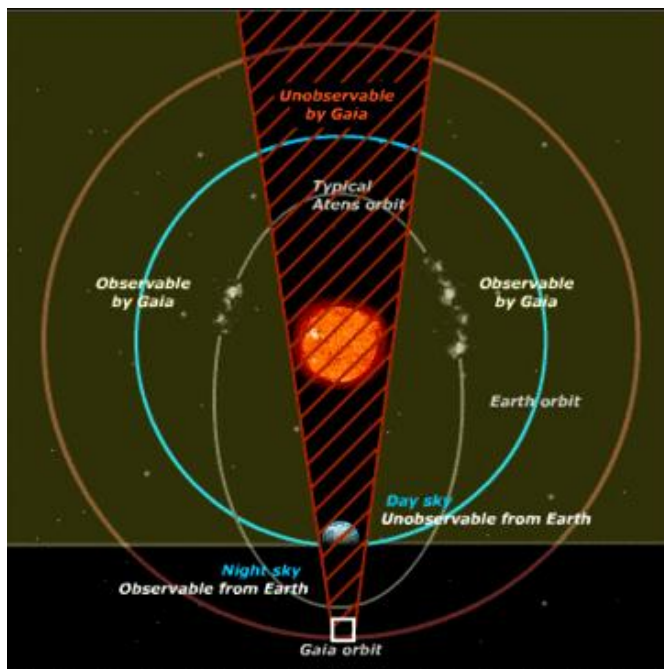
Гаја ќе го сними секој од објектите во своето видно поле околу 70 пати за време на петгодишната мисија. Се очекува да бидат откриени илјадници нови објекти, како, на пример, екстрасоларни планети и кафеави џуџиња и да се направи нивна класификација. Во рамките на нашиот Сончев систем ќе се набљудуваат стотици илјади астероиди и ќе се откриваат нови астероиди и комети, кои поради својата близина се опасни за Земјата. Секако, за голем дел од набљудуваните објекти ќе бидат алармирани опсерваториите на Земјата, со цел да продолжат со нивно следење, што секако ќе доведе до нови значајни откритија.

Гаја ќе направи тродимензионална, екстремно прецизна мапа со позициите на милијарда ѕвезди од нашата галаксија, но и надвор од неа. Определувањето на сопственото движење на ѕвездите и на нивните физички својства: температурата, луминозност и хемискиот состав, ќе помогне во тестирањето на теориите за формирање на ѕвездите и нивната еволуција. Богатите бази со податоци за ѕвездите ќе помогне и во справувањето со проблемите поврзани со настанокот, структурата и еволуцијата на нашата галаксија. Гаја ќе може да определи кои ѕвезди се остатоци од помалите галаксии кои оддамна биле „проголтани“ од Млечниот пат. Врз основа на движењето на ѕвездите екстраполирано во долг временски период, ќе може да се процени распределбата на темната материја, како и кинематичкото и динамичко однесување во рамките на Локалното галактичко јато.

Историски, астрометријата го има обезбедено критичниот емпириски доказ на Ајнштајновата теорија на релативност, преку директни мерења на свиткувањето на светлинските зраци блиску до масивни објекти и набљудувањето на поместувањето на перихелот на Меркур. Гаја ќе продолжи со тестирање на општата теорија на релативност со експерименти со многу висока точност, директно набљудувајќи ја структурата на временско-просторниот континуум.

Гаја ќе прави мерења од позицијата на т.н. L_2 Лангражова точка. Оваа точка, гледано од Сонцето, се наоѓа директно зад Земјата, на оддалеченост од 1,5 милиони километри од неа, што е растојание кое е околу 4 пати поголемо од она помеѓу Земјата и Месечината. Лангражовите точки се гравитациски стабилни точки во кои гравитационите сили и орбиталното движење на телото взаемно се балансираат, па објектите кои се наоѓаат во овие точки како да лебдат. Голем број од мисиите на вселенската агенција ESA се веќе позиционирани или ќе бидат позиционирани во оваа орбитална „слатка точка“. L_2 воедно нуди термално стабилна околина, бидејќи сателитот не орбитира околу Земјата, па така нема влегувања и излегувања од Земјината сенка, со што би се загревале и ладеле елементите и би се создале оптички дисторзии. Сонцето, Земјата и

Месечината секогаш ќе бидат надвор од видното поле на сателитот сместен во L_2 , со што тој ќе има чист поглед кон Вселената.



Сл. 6. Гаја сателитот ќе биде позициониран на начин кој ќе овозможи тој да има поголемо видно поле отколку што е можно при набљудувања од Земјата. Тој ќе може да ја снима и „слепата точка“ за астероиди помеѓу Сонцето и Земјата.

Гаја ќе комуницира со Земјата во просек околу 8 часа дневно. За тоа време, освен пренос на научни податоци, ќе испраќа и податоци кои се во прилог на одржувањето на сателитот на стабилна позиција. Европскиот оперативен центар на ESO се наоѓа во Дармштад, Германија и тој ќе биде одговорен за планирање на мисијата, следење на сателитот и контрола на неговата орбита и висина. Астрономскиот центар Villanueva de la Cañada во Шпанија, ќе ги архивира и распределува научните набљудувања на Гаја.

Слично како и претходниот сателит Хипаркос и Гаја се состои од два телескопи со огледала со големина $1,45 \times 0,5$ m, поставени под фиксен агол. Сателитот постојано ротира околу оска која е нормална на линијата на гледање на двата телескопи. Со прецизни мерења на релативните положби на објектите од двата набљудувачки правци, ќе се формира неподвижен референтен систем. За негово определување, Гаја ќе користи 105 квазари, кои поради својата голема оддалеченост претставуваат идеални објекти за таа намена.

Гаја ќе има досега најголем број на детектори - 106 високо чувствителни CCD (за споредба, на Хабловиот вселенски телескоп има 8 CCD, а на Кеплер мисијата има 42). Во фокусната рамнина, која има големина 1,0 x 0,5 m, ќе има 1 милијарда пиксели, со што таа претставува најголем детектор произведен за вселенски истражувања. Се состои од 5 области:

1. Два сензори (2 CCD) кои ќе го мерат оптичкиот квалитет на секој од телескопите и 2 CCD кои ќе ги следат флукуациите со точност од $0,5 \cdot 10^{-6}$ " на аголот меѓу двата телескопа кој има фиксна вредност од 106, 5°.
2. Два небесни картографи (Sky Mappers), од кои секој има по 7 CCD со чија помош се идентификува она што гледаат телескопите на небото.
3. Главно астрометриско поле со 62 CCD детектори чие отчитување на сигналот ќе биде синхронизирано со скенирачкиот мод на сателитот.
4. Син и црвен фотометар со 14 CCD, кои ќе обезбедат спектрофотометриски мерења со ниска резолуција на секој објект во опсег од бранови должини од 330-680 nm (сино) и 650-1050 nm (црвено).
5. Спектрограф со 12 CDD, кој ги снима спектрите за сите објекти посјајни од 17-та магнитуда и ги определува нивните радијални брзини.

Се очекува каталогот со податоците кои ќе ги собере Гаја, да биде завршен 3 години по комплетирањето на мисијата која треба да трае 5 години. Податоците од Хипаркос мисијата беа комплетирани во 16 томови, кои би можеле да се сместат во една просечна полица за книги. За споредба, планирано е Гаја да собере податоци за 160 000 томови, кои би можеле да се сместат во полица која би се простирала од Париз до Амстердам.

Користени материјали:

<http://sci.esa.int/science-e/www/object/index.cfm?fobjectid=28890>
<http://www.astro.utu.fi/~cflynn/galdyn/lecture10.html>
<http://spectrum.ieee.org/aerospace/astrophysics/gaia-telescope-will-map-the-milky-way>
<http://sci.esa.int/science-e/www/object/doc.cfm?fobjectid=50669>
http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Gaia_overview

Вселенски мисии во кои учествува Европската вселенска агенција ESA

	Bepicolombo – ќе ја истражува најмалата, најгустата и најмалку познатата терестријална планета во Сончевиот систем - Меркур (2015 -).		Gaya -ќе прави каталог на објектите на ноќното небо и ќе ги разоткрива тајните за настанокот, структурата и еволуцијата на Млечниот пат.
	Cassini-Huygens - по 7 години патување Cassini орбитерот на NASA почна да го изучува Сатурновиот систем, Huygens сондата на ESA се спушти на сателитот Титан (1997 -2017).		Herschel - истражува во инфрацрвената област за да ги открие тајните на раѓањето на ѕвездите, на формирањето на галаксиите и нивната еволуција (2009 -).
	Cluster II - мисија од 4 сателити која ја истражува до неверојатни детали интеракцијата меѓу Сонцето и Земјината магнетосфера (2000 - 2014).		HUBBLE – во соработка со NASA најуспешната орбитална опсерваторија. Има дијаметар на огледалото од 2,4 m. (1999 -).
	Mars Express – Прва европска мисија до Марс која сеуште дава податоци и обезбедува глобална слика на атмосферата, површината и внатрешноста на црвената планета (2003- 2014).		Integral - прва вселенска опсерваторија која истовремено ќе ги набљудува небесните објекти во областа на гама зрачењето, рендгенската и во видливата област (2002 – 2014)

	Rosetta – треба да стане прва мисија која ќе орбити околу комета и ќе се обиде да слета на нејзината површина. Крајна мета е кометата 67P/Churyumov–Gerasimenko, а главна цел е истражување на материјалот кој влегол во составот на Сончевиот систем (2004 – 2015).		JWST – мисија-наследник на Hubble, планирана за лансирање во 2018 г. Ќе има огледало со дијаметар од 6,5 m и ќе ги набљудува првите галаксии, раѓањето на ѕвездите и планетите и ќе биде во потрага по планети со услови за живот.
	Soho – Соларна и хелиосферна опсерваторија која отвора нови видовици за Сончевата атмосфера и внатрешност, откривајќи соларни торнада и можни причини за суперсоничниот соларен ветер (1995 -).		Xmm-Newton – користејќи моќни огледала, се обидува да ја реши мистеријата на „насилната“ рендгенска Вселена - од енигматичните црни јами до формирањето на галаксиите (1999 -).
	Venus Express - ги открива мистериите на атмосферата на Венера (2005 -).		Planck – ја детектира првата светлина во Универзумот и гледа назад до „зората“ на времето (2009 -).
			Lisa Pathfinder – ќе понуди целосно нов начин на разбирање на времето и просторот обидувајќи се да открие гравитациони бранови (2014 -).

НЕКОИ ОД НАЈГОЛЕМИТЕ МИСТЕРИИ НА УНИВЕРЗУМОТ

Даница Крстовска

Вовед

Колку е стар Универзумот? Колку е голем? Како се создала Вселената? Како настанале галаксиите? Дали сме сами во Вселената? Што ќе се случи со животот на Земјата? Ова се само некои од најголемите прашања за Вселената и како што е случајот со сите сложени научни прашања, некои од одговорите се целосно познати, други се општо разбрани, а останатите воопшто не се познати.

Остануваат необјаснети и прашањата кои биле незамисливи до скоро време. Што се тоа експлозии од гама зраци? Зошто Марс пресушил? Дали светлината може да „избега“ од црните јами? Од каде доаѓаат космичките зраци? Дали со теоријата на стрингови се објаснува постоењето на Универзумот? Што ги создава гравитационите бранови? Дали Млечниот пат ќе се спои со друга галаксија? Дали тајната на Космосот лежи во неутрината? Дали живееме во повеќекратен Универзум?

Како и сите научни дисциплини, така и астрономијата е наука која е во постојан прогрес и која тежи кон разбирање и темелно објаснување на појавите. Со текот на времето, благодарение на деталните и непрекинати истражувања, се добива голем број од бараните одговори, а со тоа појасно се согледува и работата на астрономите.

Во овој текст ќе се навратиме само кон некои од големите мистерии на Универзумот, а авторот се надева дека после релаксирачкото и интересно читање на текстот ќе уживате во пошироката претстава за длабокиот и темен простор што не опкружува.

1. Како се формирале галаксиите?

Во денешно време, кога деталните космолошки истражувања кои произлегуваат од набљудувања бргу се развиваат, астрономите се фокусираат на механиката на создавањето на материјата во раната

Вселена. Притоа, клучното прашање се однесува на тоа што настанало најпрво - галаксиите, ѕвездите или црните јами?

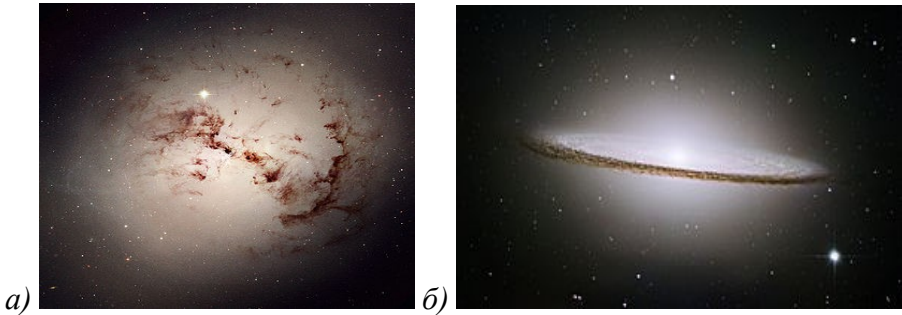
Новоформираната, млада Вселена била компактна смеса од илјадници, рамномерно распоредени количества гас и темна материја - невидлива, мистериозна и многу подоминантна форма на материја чие постоење индиректно е осознаено преку нејзиното огромно гравитационо влијание на галаксиите. Но, создавањето на галаксиите, ѕвездите и црните јами е клучот за разбирање на загатката на раната Вселена.

Врз основа на податоците од мерењата во микробрановиот дел од спектарот, астрономите се на мислење дека материјата се соединила кога Вселената се изладила и станала “просирна”, 380 000 години после Големата експлозија (Big Bang). Структурите, како што се галаксиите и ѕвездите, се формирале околу 1 милијарда години после Големата експлозија. Но, како точно материјата се групирала сеуште не е доволно јасно и е тема на истражување.

Дешифрирањето на начинот на формирање на галаксиите не води назад до Волтер Бааде, којшто ги проучувал ѕвездите и се обидува да го објасни создавањето на галаксиите. Како еден од главните истражувачи во Mt. Wilson опсерваторијата во Калифорнија, во 1950 година, Бааде открил група од ѕвезди околу Млечниот пат во чиј состав има неколку типа на метали (елементи потешки од водородот и хелиумот). Овие ѕвезди биле стари околу 11 милијарди години. Металите исфрлени во меѓуѕвездениот простор од некоја супернова или други процеси, подоцна влегле во составот на помладите ѕвезди од нашата галаксија. Откритието на Бааде довело до создавање на модел за формирањето на галаксиите во 1960 година, познат како ЕЛС модел, а именуван по Олин Еген, Доналд Линден-Бел и Алан Сандаге. Според овој модел, формирањето на галаксиите како поединечни објекти е резултат на распаѓањето на гасните облаци. Како што гасот паѓал под влијание на гравитацијата, тој на прво формирал сферно хало. Со сраснување на сè поголеми количества гас, тој почнал да ротира и да се збогатува со метали, формирајќи, на тој начин, акрециони дискови во галаксиите.

Според една друга теорија, која е предложена подоцна, а е наречена „теорија на спојување“, грутки од гас без ѕвезди гравитирале една кон друга и се споиле, формирајќи галаксии во раната Вселена, а така формираните галаксии со различни големини подоцна се споиле со други галаксии (**слика 1а**). Астрономите сеуште немаат покажано кој од двата начина на формирање е доминантен, но истражувањата укажуваат дека спојувањата се основниот начин на создавање на галаксиите.

Прашањето за тоа дали прво настанале галаксиите и тоа со зближување на грутки од гас, а потоа започнало формирањето на ѕвездите, или, пак, прво се формирале ѕвездите од мали гасни грутки, а потоа се споиле, формирајќи галаксии, сеуште е нејасно. Според третиот начин, црните јами на почетокот формирале густы грутки од материја, а потоа го вовлекле материјалот околу себе, додека галаксиите се формирале од околниот гас што не бил проголан од црните јами.



Сл. 1. а) NGC1316 лековидната галаксија најверојатно настанала со спојување на неколку помали галаксии пред приближно 3 милијарди години, б) прекрасната спирална галаксија Сомбреро, во чие што јадро се наоѓа супермасивна црна јама.

Благодарение на големите телескопи со кои располагаат, астрономите го открија присуството на црните јами во повеќето големи и оние со средна големина, галаксии (**слика 16**). Тие се движечки машини во далечните квазари. Астрономите сега тежнеат кон воспоставување на консензус за тоа дали црните јами постојат во јадрата на повеќето галаксии, но најверојатно не и во јадрата на малите галаксии.

2. Дали сме сами во Вселената?

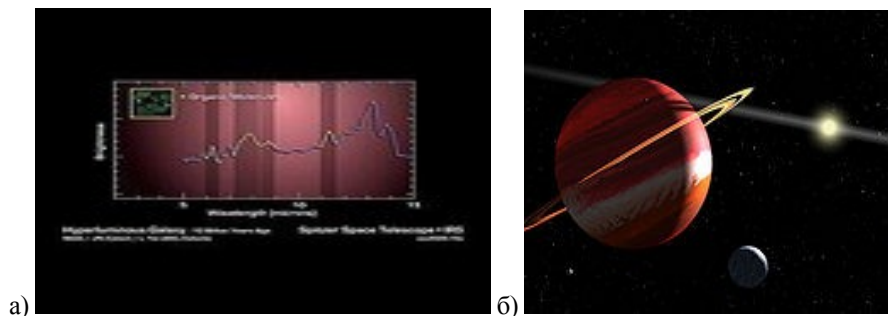
Во денешно време, астрономите сеуште немаат развиено соодветна технологија за откривање на живот на другите планети, оддалечени неколку светлосни години од нас. Сепак, се очекува дека регистрирањето на хемиски записи во спектрите на ѕвездите со планети ќе доведе до сознанија за населеноста на одредени екстрасоларни планети. Орбиталните вселенски телескопи, чие лансирање е предвидено за неколку години (the Terrestrial Planet Finder, the James Web Space Telescope и Darwin) ќе бидат опремени со три моќни инструменти со кои што ќе биде зголемена можноста за

детекција на планети слични на Земјата, а можеби и детекција на живот на истите.

Целата расправа околу постоењето на живот на други планети се темели на прашањето: што е живот и како можеме да го препознаеме? Живите суштества се состојат од клетки (или клетка) и нивниот живот се темели на три основни процеси: тие апсорбираат енергија, ја исфрлаат непотребната енергија и ги пренесуваат своите гени преку процесот на репродукција. Тие, исто така, еволуираат и се прилагодуваат на околината. Ние сме буквално производ на Универзумот. Повеќето од атомите и молекулите во нашите тела биле создадени во самите ѕвезди, а енергијата што ја примаме и што нè одржува во живот, доаѓа од нашата ѕвезда, Сонцето.

Но, животот на другите планети може да биде многу поразличен од оној на нашата. На пример, голем дел од животот на Земјата е во форма на примитивни бактерии, габи, мувла и други многу ситни организми. Покомплексни форми на живот, како што се дрвјата, животните, инсектите, можат да бидат многу поретки во споредба со малите, скоро невидливи, живи суштества. Можеме да проучиме 1000 планети на кои има живот и да не најдеме ништо друго освен микроорганизми. Гледано преку броеви, има 200 милијарди ѕвезди во Млечниот пат и најмалку 125 милијарди галаксии во Универзумот. Затоа нумеричките, статистички можности за постоење на живот надвор од нашата планета се воодушевувачки (слика 2а).

“Ние имаме една планета, еден пример, една историја и имаме интелигенција”, се зборовите на Карл Саган. “Интелигентни видови би требало да се распространети буквално низ целиот Универзум”.



Сл. 2. а) Спектар добиен во 2004 година со вселенскиот телескоп Спитцер (Spitzer), покажува присуство на комплексни органски молекули во далечна галаксија. Тоа укажува на можноста за постоење на изобилство од живот во Космосот, б) Астрономите открија повеќе од 200 планети надвор од нашиот Сончев систем. Најблиската до нас е оддалечена 10,5 светлосни години и орбитира околу ѕвездата Епсилон Еридани.

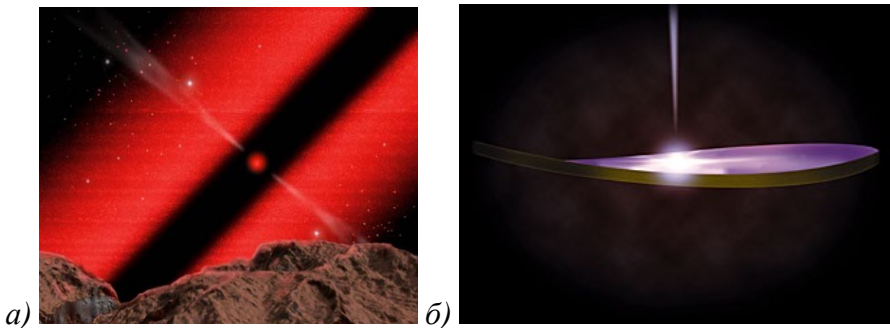
Познати научници, како што е антропологот од Харвард Ирвен ДеВоре, направија детални истражувања, според кои еволуцијата на интелегентниот живот на Земјата не била можна сама по себе, туку дека таа е резултат на цела една низа од различни еволутивни коинциденции.

Сет Шостак од SETI Институтот во Маунтајн Вју во Калифорнија има сосема друга слика за тоа. Тој вели дека во дваесеттите и триесеттите години од минатиот век мислевме дека планетарните системи се ретки, а денес гледаме планетарни системи околу стотици ѕвезди во нашата околина и тој број се зголемува со секое наредно истражување (**слика 26**). Првиот организам составен од една клетка се појавил на Земјата набргу по периодот на тешки бомбардирања со комети и астероиди, пред околу 3,8 милијарди години. Тоа значи дека живот може многу лесно да се појави и на било кое друго место.

Прашањето е: каде е, тогаш, тој живот околу нас? Шостак ова го објаснува на следниот начин. “Ако се разбудите некое утро некаде во централна Невада, можете да залутате наоколу и да заклучите дека сте единствениот човек на континентот.” Недостатокот на доказ не е и доказ за недостаток.

3. Дали светлината може да избега од црна јама?

Четири декади по развивањето на теориите за постоењето на црните јами, астрофизичарите сèуште се држат до едноставното објаснување за нив: тие претставуваат голема концентрација на маса од чие силно гравитационо привлечно дејство не може да избега ниту светлината. Астрономите веруваа дека црните јами се црни затоа што се ограничени со границата наречена „хоризонт на настанот“, којашто го заробува зрачењето во јамите од кои ниту едно електромагнетно зрачење не може да избега.



Сл. 3. а) Активната галаксија NGC4261 содржи во внатрешноста супермасивна црна јама, б) Црната јама чие постоење е претпоставено во активната галаксија е опкружена со закривен и прашлив диск од материјал.

Сликите од вистинскиот диск покажуваат дека само едната страна рефлектира светлина, создавајќи го ова необично закривување.

Концептот за ваквите “темни ѕвезди” е поставен уште во 1783 година од страна на британскиот геолог Џон Мичел. Астрономите почнаа со собирање на податоци за постоењето на црните јами дури во последните 25 години (слика 3).

Но, едноставното објаснување за црните јами започна да се менува дури во 1974 година. Истата година, британскиот космолог Стивен Хокинг постави еден сложен систем од равенки за црните јами, користејќи ја квантната теорија на поле и со тоа покажувајќи дека црните јами всушност емитураат мали „порции“ на зрачење (слика 4).



Сл. 4. Ако црните јами се објекти од кои што ништо не може да избега тогаш како може светлината да “протекува” од нив? Од гледна точка на квантната механика црните јами и не се сосема црни: тие емитураат мали светлински „порции“ наречени „зрачење на Хокинг“.

Со тоа поставката дека ништо не може да избега од црната јама стана погрешна. Хокинг, воедно, покажал дека постојат неколку начини да се разбере како енергијата може да избега од црната јама. Прво, разделувањето на паровите материја-антиматерија се случува точно над хоризонтот на настанот. Тоа ќе доведе до појава на зрачење и тоа не само од внатрешноста на самата црна јама, туку и од виртуелните честички коишто се ексцитирани во повисоки енергетски состојби поради гравитацијата на црната јама. Друг начин на гледање на овој процес е дека флуктуациите на вакуумот можат да доведат до тоа паровите честичка-античестичка да се приближат до хоризонтот на настанот. Едната честичка може да падне во црната

јама, а другата не. За да се пополни енергетската празнина, енергијата би требало да тунелира надвор од црната јама преку хоризонтот на настанот, со што се генерира набљудуваното зрачење. Тоа ќе доведе до губење на маса, преку кое се регистрира зрачењето што го емитира црната јама.

Ако доаѓа до губење на маса, тогаш е логично да се заклучи дека некои од црните јами со текот на времето ќе исчезнат. Овој процес е познат како „евапорација (испарување)“ на црна јама. Кога честичките ќе избегаат од црната јама таа губи не само енергија, туку и маса, согласно познатата Ајнштајнова равенка $E = mc^2$. За најпростиот вид на црна јама, како што е, на пример, ненаелектризираната и неротирачка Шварцхајлд црна јама, физичарите можат да го проценат количеството на Хокинговото зрачење што би се генерирало. Црна јама од една соларна маса ќе генерира мала излезна енергија од околу 10^{-28} Вати. Таа е, всушност, скоро апсолутно црна!

Под претпоставка дека црната јама е „заспана“, односно не акумулира повеќе енергија во себе, можно е да се пресмета за колку време таа ќе евапорира. За црна јама од една соларна маса, одговорот е зачудувачки: 10^{67} години, што е повеќе од милион пати подолго од целата историја на Универзумот од моментот на создавање па до денес. Но, помалите црни јами би евапорирале многу побрзо до колку не би вовлекувале зрачење и ѕвезди во себе. Црна јама со маса од 10^{11} kg би исчезнала за „само“ 3 милијарди години.

4. Како се создаваат гравитационите бранови?

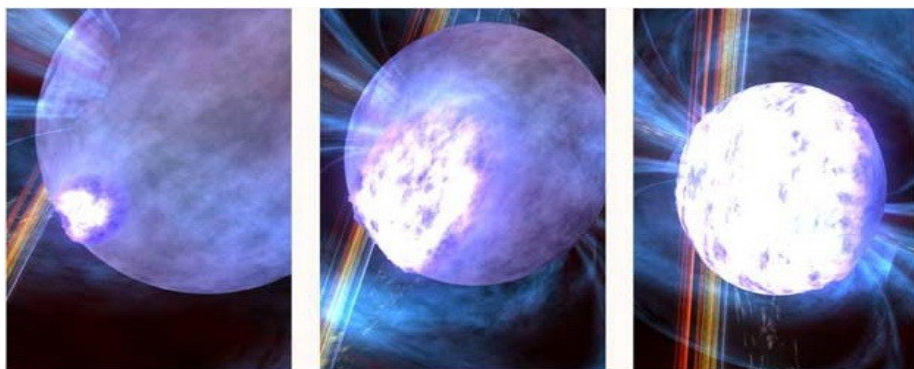
Во 1961 година, Алберт Ајнштајн го продлабочи нашето разбирање за Универзумот со објавувањето на општата теорија на релативност. Во неа, тој ја опишува врската помеѓу просторно-временскиот континуум и масата на небесните тела. Просторно-временскиот континуум е комбинација од трите просторни насоки (висина, ширина и длабочина) и времето, како четврта димензија.

Според Ајнштајн, наједноставниот начин на интерпретација на гравитационите взаемнодејства е разгледување на просторно-временскиот континуум како растеглив материјал кој се закривува кога во него ќе се најдат масивни тела. Во близина на масивните објекти со силно гравитационо привлекување, просторно-временскиот континуум се закривува и растегнува.

Масивните тела предизвикуваат и друг ефект во просторно-временскиот континуум. Исто како што брод создава бранови во езеро при движење по водата, така и ѕвездите и другите небесни тела создаваат бранувања во просторно-временскиот континуум, познати

како гравитациони бранови. Масивните објекти, како што се црните јами, создаваат многу поголеми гравитациони бранови отколку помалку масивните. Слично, објектите што се движат многу брзо низ просторот создаваат попостојани гравитациони бранови отколку оние што се движат побавно.

Иако научниците теоретизираат околу создавањето на овие бранови повеќе од половина век, сепак нивното изучување сèуште е во зародиш. Астрономите знаат дека взаемнодејството помеѓу две компактни и масивни тела вообичаено доведува до создавање на гравитациони бранови. Такви взаемнодејства се спојувањето на галаксиите, бинарните црни јами или неутронските ѕвезди (слика 5), или, пак, нормалните ѕвезди при взаемен судир.

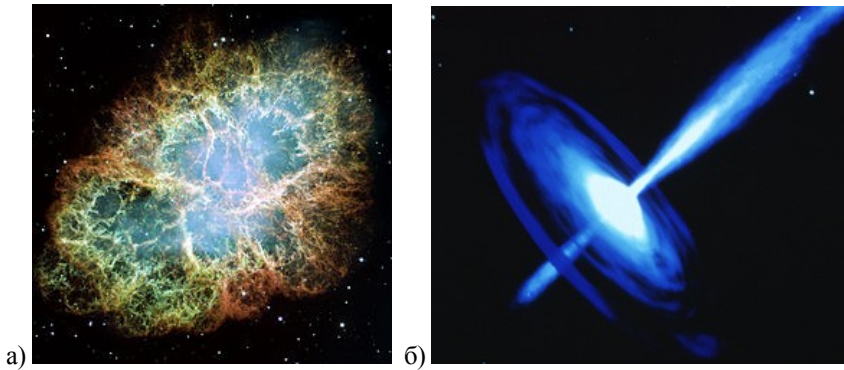


Сл. 5. Гравитационите бранови потекнуваат од најразлични небесни тела, вклучувајќи ги и пулсарите кои се брзо-ротирачки неутронски ѕвезди. Со помош на Rossi X-ray Timing Explorer на NASA, во 2003 година астрономите ја открија горната граница на ротација на пулсарот, базирана на експлозија во пулсарот, прикажана на оваа серија од фотографии.

Овие интеракции создаваат “бранувања” во просторот и времето, а таквото гравитационо зрачење потоа ослабнува додека дојде до Земјата. Слично како и брановите во вода, така и гравитационите бранови ослабнуваат со оддалечување од изворот, што значи дека тешко се детектираат, а воедно и интерпретираат, бидејќи до нас доаѓаат од различни далечни локации (слика 6).

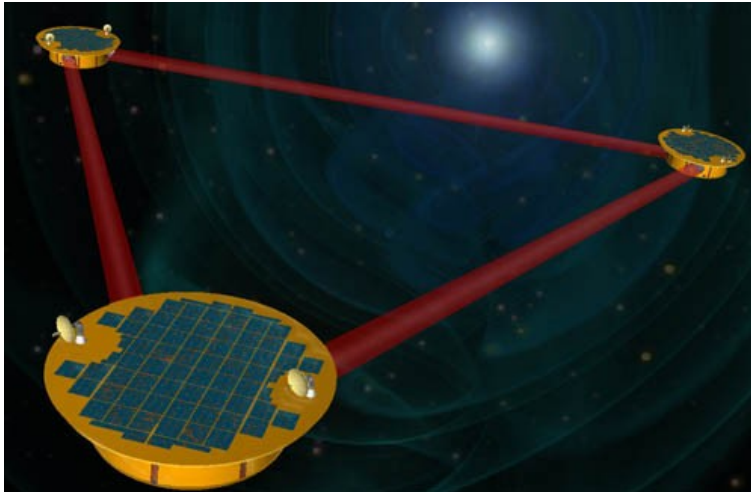
За да можат да ги детектираат овие слаби сигнали, астрономите почнаа да ја користат интерферометријата. Две големи тест маси поставени на многу големо растојание служат како детектори. Масите можат слободно да се движат во сите насоки, а ласерите постојано го мерат точното растојание помеѓу нив. Кога гравитационен бран ќе помине низ нив, просторно-временското бранување доведува до мали промени во нивното растојание. Ова е мошне досетлива техника, а инструментите за мерење на

гравитационите бранови се во изработка на неколку различни места во светот.



Сл. 6. а) Супернова експлозии, како што е она од маглината Рак (M1) во созвездието Бик во 1054 година, се значајни извори на гравитациони бранови, б) Црните јами се, исто така, значајни извори на гравитациони бранови. Ова артистичка слика ја покажува супермасивната црна јама во центарот на активната галаксија PKS-0521-36.

Инженерите ја градат Ласерската интерферометриска опсерваторија за гравитациони бранови (Laser Interferometry Gravitational Wave Observatory-LIGO), заеднички проект на Институтот за технологија во Масачусетс и Калтех во Ханфорд, Вашингтон и Ливингстон, Луџиана.



Сл. 7. Ласерска интерферометриска вселенска антена (LISA), планирана за лансирање во 2015 година, ќе детектира нискофреквентни гравитациони бранови. На тој начин ќе се отвори нов прозорец кон Универзумот.

Во Италија и Франција, астрономите од Европската гравитациона опсерваторија се во фаза на конструирање на Вирго детекторот за гравитациони бранови. Германските и британските физичари работат заедно за спроведување на операциите на GEO 600 детекторот, којшто е изграден во близина на Хановер, Германија. Јапонските астрономи го конструираат TAMA 300, проект за детекција на гравитациони бранови кој е започнат уште во 1995 година.

Покрај сите овие проекти базирани на Земјата, NASA во 2015 година го планира лансирањето на Ласерската интерферометриска вселенска антена (Laser Interferometry Space Antenna-LISA) (слика 7). Овој проект ќе овозможи досега најпрецизно набљудување со кое ќе се детектираат гравитационите бранови и ќе им даде на астрономите значајни патокази за взаемнодејството на материјата со просторот и времето и за тоа како настанал Универзумот.

5. Дали некое далечно, темно тело би можело да го уништи животот на Земјата?

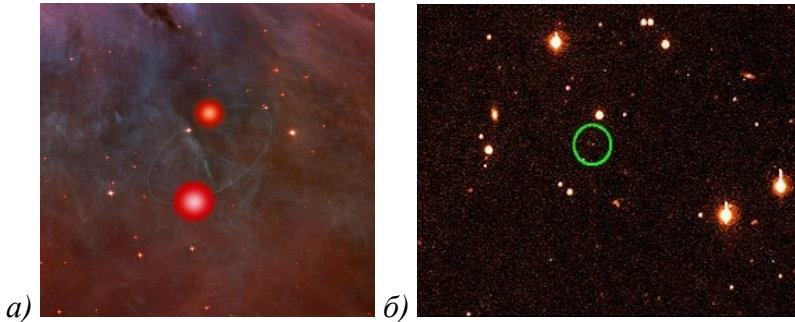
Иако живееме релативно мирно на нашата планета, гледајќи ги ѕвездите како далечна позадина, ние сме во голема мерка дел од Универзумот што нè опкружува. Затоа, над нас демнеат и опасностите од него, на што укажува и секој блесок на кратерската површина на Месечината.

Освен што нашата планета мора да ги „избегнува“ судирите со астероидите што ја пресекуваат нејзината орбита, таа е изложена и на закани од подалечни објекти. Ако блиска ѕвезда стане супернова, ќе се јават експлозии од гама зраци. Ако црна јама или млаз од антиматерија некако залута во нашето соседство ќе предизвика голема катастрофа. Иако астрономите велат дека овие настани се далеку од нас, некој друг темен и далечен „натрапник“ би можел да создаде хаос на Земјата дури и со самото свое присуство во нејзина близина.

Од каде би можела да дојде таква закана? Сонцето не било секогаш осамена ѕвезда. Тоа било родено во група од сонца, како и сите ѕвезди, а неговите „врсници“ биле расеани под влијание на гравитационите сили создадени при ротацијата околу центрите на галаксиите.

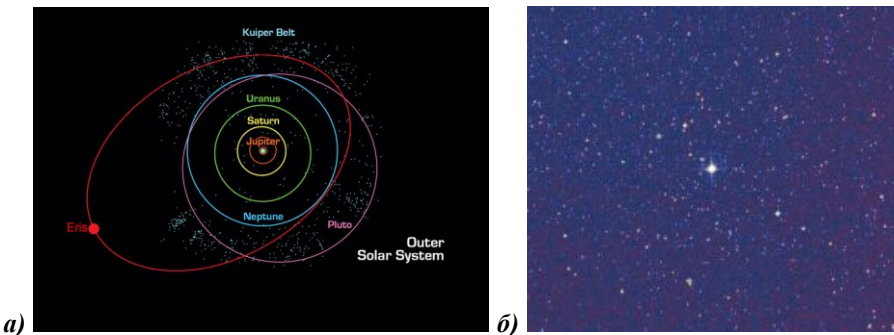
Дури и по 5 милијарди години од раѓањето на Сонцето, некои од неговите врсници сèуште се задржуваат во старото соседство. Меѓу нив се Alpha Centauri, ѕвезда слична на Сонцето, жолтеникавото цуце Tau Ceti и ладното црвено цуце Wolf 359. Останува дилемата дали нашето Сонце е навистина осамено или има некој ладен и темен

придружник во позадина, кој периодично гравитационо „турка“ комети кон Земјата (**слика 8а**)?



Сл. 8. а) Мал блед објект наречен кафеаво џуџе би можел да орбита околу Сонцето во далечните делови од нашиот Соларен систем, б) Џуџестата планета Седна, снимена со 1,2 метарскиот Самуел Ошин телескопот во Паломар опсерваторијата во Сан Диего, Калифорнија.

Откривањето на Седна (**слика 8б**), транс-нептунски објект (објект во Соларниот систем што орбита околу Сонцето на поголемо средно растојание од Нептун) откриен во 2003 година, а потоа и откривањето на Ерис (**слика 9а**), ја актуелизира идејата за постоење на големи, темни тела кои лебдат во далечните краеве на Соларниот систем. Овие џуџести планети постојат одвоено од бројните комети што го населуваат Ортовиот облак.



Сл. 9. а) Ерис (откриена во 2005 година) е најмасивното познато тело во Соларниот систем кое се наоѓа зад Нептун и најмасивната џуџеста планета б) Gliese 710 е звезда во созвездието Serpens Cauda чијашто маса е околу 60% од масата на Сонцето, а радиусот е 67% од радиусот на Сонцето.

Блиски разминувања со добро познатите соседни ѕвезди ќе се случат во многу далечна иднина. На пример, за помалку од 1,5 милиони години, Gliese 710 (**слика 9б**), црвено џуџе коешто сега се наоѓа на 60 светлосни години оддалеченост од нас, ќе дојде на

оддалеченост од една светлосна година од Сонцето. Тогаш многу комети од Ортовиот облак ќе бидат истуркани во орбити кои би можеле да ја сечат орбитата на Земјата.

Но бомбардирањата со јадра на комети би можеле да дојдат и од други извори. Одреден број на астрономи предлагаат дека Сонцето можеби има скриен, темен придружник којшто периодично испраќа комети во негова насока, расфрлајќи ги во внатрешноста на Соларниот систем.

Во 1984 година, палеонтолозите Дејвид Рауп и Џон Сепкоски од Универзитетот во Чикаго, објавија дека настаните кои доведуваат до уништување на животот на Земјата се периодични. Во тоа време тие сметаа дека причината е орбитирањето на Сонцето околу центарот на Млечниот пат, со што доаѓа до „истуркување“ на комети во регуларни интервали од околу 26 милиони години.

Истата година, физичарот Ричард Мулер од Калифорнискиот Универзитет во Беркли како главна причина за уништувањето на животот на Земјата го наведе постоењето на “Немезис” - невидлив, далечен свезден придружник на Сонцето. Според Мулер, М-цуце (мала и ладна свезда) би можела да демне незабележана во далечината, а воедно да има огромен ефект врз Ортовиот облак.

Со помош на Двојно-микронскиот набљудувач на небото (Two Micron All-Sky Survey-2MASS), астрономите го пребараа целото небо, добивајќи 2 милиони слики во инфрацрвениот дел од спектарот, така што сигурно ќе го откриеја Немезис, ако ова тело постоеше. Поради тоа, мистеријата околу прашањето што демне во темнината зад Ортовиот облак, ако воопшто има нешто, сèуште останува.

Ако некое темно тело навистина постои некаде во темнината, тоа би можело да биде мало кафеаво цуце со маса од приближно 40 маси на Јупитер. Притоа, би било возможно да се регистрира таква „свездичка“ со радарот на Двојно-микронскиот набљудувач на небото, но поради нејзината екстремно елиптична орбита, детекцијата би била тешка, зашто поголем дел од времето таа ќе биде далеку од нас. Но, повеќето од астрономите се сèуште скептични околу постоењето на такво тело. Останува само времето да покаже!

danica@pmf.ukim.mk

НЕТОПЛОТНИ МЕХАНИЗМИ НА (РАДИО) ЗРАЧЕЊЕ

Александар Шулевски

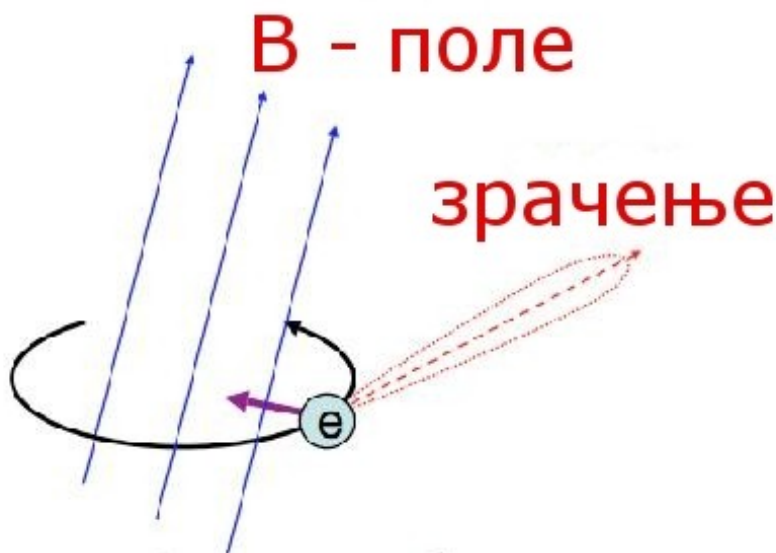
Секој што слушал предавања по физика, барем на средношколско ниво, веројатно се запознал и со поимот „апсолутно црно тело“. Апсолутно црно тело е секој објект којшто емитира или апсорбира зрачење кое има спектрална форма што ја следи Максвеловата распределба. Со други зборови, енергијата на електромагнетните (ЕМ) бранови (кои ги зрачи или апсорбира ова тело) зависи од нивната фреквенција на начин којшто теориски го извел Џејмс Максвел. Апсолутно црното тело е црно кога го гледаме, затоа што, иако апсорбира зрачење, самото не зрачи. Кога би емитирало зрачење, би можело да има било каква боја во зависност од тоа кои фреквенции на ЕМ бранови најинтензивно ги зрачи. Сонцето, на пример, може приближно да се смета за апсолутно црно тело, но сите знаеме дека тоа не е црно, туку емитира силно зрачење.

Максвеловата распределба ги опишува оние процеси на емисија на зрачење кои потекнуваат од системи на честички за кои можеме да дефинираме термодинамички параметар наречен „температура“ и со чие набљудување можеме дури и да мериме температури (на пример, на ѕвездите). Затоа, како што објаснивме погоре, овие процеси се топлотни процеси.

Но, сите процеси на зрачење не можат да се опишат со Максвеловата распределба. Постојат и т.н. „нетоплотни механизми на зрачење“. Тие се базираат на електромагнетното зрачење кое се создава како последица на забрзувањето на наелектризираните честички. Пример за такво зрачење е „закочното“ зрачење, кое настанува кога наелектризирана честичка поминува блиску до извор на електрично поле (електрон - протон, на пример). Тогаш полесната честичка ја менува својата траекторија и добива центрипетално забрзување, при што честичката врз која дејствува центрипеталното забрзување зрачи електромагнетни бранови.

Кога наелектризирани честички ќе влезат во магнетно поле (најчесто електрони, но може и протони), на нив дејствува Лоренцовата сила и тие се движат по закривени патеки. Притоа, повторно се јавува центрипеталното забрзување, а честичката зрачи ЕМ бранови. Појавата е едноставно скицирана на **слика 1**. Фреквенцијата на ова зрачење може лесно да се пресмета, затоа што

бројот на циклуси во секунда (што е дефиниција за фреквенција) зависи од радиусот на патеката на честичката која го произведува зрачењето, а радиусот зависи од јачината на магнетното поле во кое се движат честичките. Во идеален случај на хомогено магнетно поле, Лоренцовата сила дејствува во насока нормална на магнетните силиви линии, а поради тоа што честичките имаат и своја сопствена брзина, резултантното движење најчесто има облик на хеликоида околу магнетните силиви линии. Вакво зрачење може да се сретне во магнетосферите на планетите кои имаат магнетно поле. Најпознато е т.н. „циклотронско зрачење“ кое потекнува од поларните делови на магнетосферата на Јупитер. Името на ова зрачење доаѓа од местото на кое тоа најпрво е регистрирано – во уредите наречени „циклотрони“ (првите забрзувачи на честички).



Сл. 1. Упростен шематски приказ на наелектризирана честичка која зрачи во магнетно поле. Магнетните силиви линии се означени со трите паралелни линии, патеката на честичката (само една ротација), која во овој случај е електрон, со кружна полна линија, правецот на центрипеталното забрзување со полната стрелка насочена кон центарот на кружницата, а правецот на зрачење со непрекинатата линија десно на цртежот. Точкастата линија околу оваа линија ја претставува јачината на зрачењето во зависност од аголот помеѓу моменталниот правец на движење на честичката и правецот во кој го набљудуваме (тоа е најсилно вдолж правецот на движење). Овој приказ е посоодветен за случајот на синхротронско зрачење.

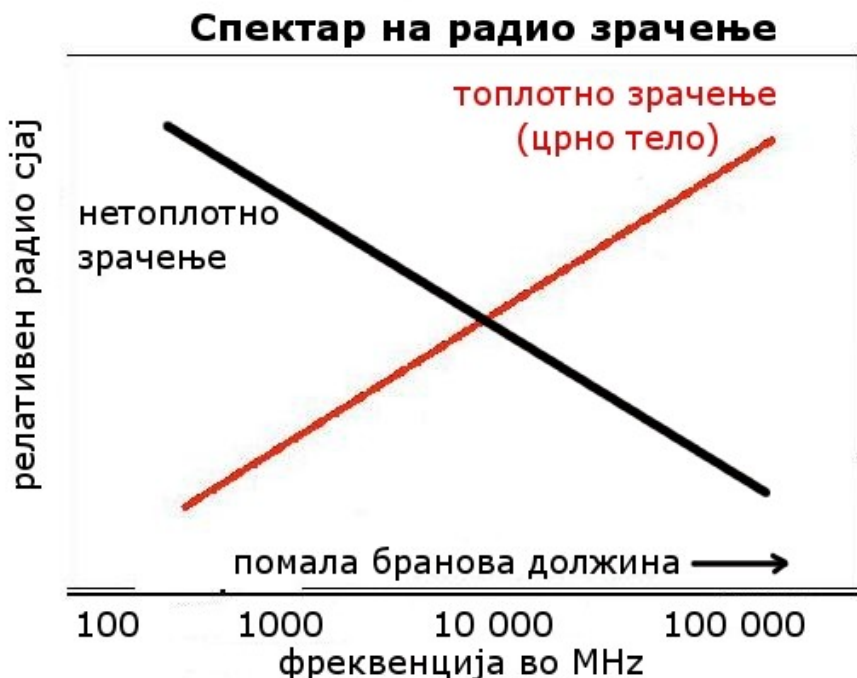
Во случајот на циклотронското зрачење наелектризираните честички имаат релативно мали брзини. Кога брзината со која тие честички се движат во магнетно поле е приближна со брзината на светлината (во некои случаи изнесува и 95% - 99% од брзината на светлината), тогаш зрачењето коешто тие го произведуваат, во голема мерка ги менува своите својства. Тоа зрачење се нарекува „синхротронско зрачење“ (името повторно доаѓа од името на поефикасните забрзувачи на честички – синхротрони, во кои тие постигаат брзини кои се скоро еднакви на брзината на светлината).

Математичкиот опис на синхротронското зрачење е посложен од оној на циклотронското, иако во основа се работи за ист феномен – движење на наелектризираните честички во магнетно поле. Причина за ова е токму брзината на движењето. Дополнително треба да се води сметка и за тоа кој координатен систем ќе се смета за референтен. Во својот координатен систем, честичката зрачи како дипол и карактеристиката на зрачењето има симетричен профил, но во координатниот систем во однос на кој честичката се движи со брзина приближна на брзината на светлината, карактеристиката на зрачењето е поинаква и се менува според Лоренцовите трансформации. Затоа и интензитетот на зрачењето е во голема мерка засилен вдоль правецот на движењето на честичката, а е ослабен во другите правци. Како последица, скоро целокупното зрачење е концентрирано во конус чија оска на симетрија е правецот на движењето и чиј агол на темето се намалува како што се зголемува брзината на движењето на честичката. Бидејќи патеката на движењето е хеликоида, за набљудувач кој се наоѓа на големо растојание, зрачењето кое доаѓа од една честичка се регистрира во вид на импулси, и тоа во моментите кога правецот и насоката на нејзиното движење се поклопуваат со линијата на видот на набљудувачот. Ако набљудуваме поголем број на вакви честички, при што секоја има своја распределба на енергии, се добива синхротронско зрачење со определен спектар. Тој зависи од енергетскиот спектар на честичките, нивната маса и полнежот (слика 2). Обликот на овој спектар е карактеристичен и овозможува полесна идентификација на честичките кои зрачат синхротронско зрачење. За илустрација, ќе го цитираме изразот за интензитетот на синхротронското зрачење, според Кардашев (2000)^[1]:

$$I_{\nu} = \left(\frac{3e}{4\pi r^3 c^6} \right) E^5 H_n^2 S(x),$$

кој покажува дека интензитетот зависи правопрпорционално од нормалната компонента на магнетното поле H (на втор степен), од

енергијата на честичките E (на петти степен), електричниот полнеж на честичките e (на втор степен), но и обратнопропорционално од нивната маса m (на шести степен!), додека $S(x)$ е математичка функција која зависи само од фреквенцијата. При проучувањето на нетоплотните механизми на зрачење, најчесто се разгледува движењето на електрони.



Сл. 2. Ориентационен приказ на различниот облик на спектарот на топлоотно зрачење и нетоплоотно зрачење. Во овој случај, линијата на топлоотно зрачење е само мал дел (нискоенергетскиот крај) на Максвеловата распределба, а синхротронскиот спектар е типичен за радио изворите кај кои постои поголем број на нискоенергетски наелектризирани честички (затоа сјајот се зголемува кон пониските радио фреквенции).

Синхротронското зрачење се создава секаде каде што постои плазма и магнетни полиња, при што наелектризираните честички се забрзуваат до брзини блиски до брзината на светлината. Едни од најпознатите извори на ова зрачење се радио галаксиите во кои млазевите од наелектризирани честички (во најголем дел електрони) се забрзуваат и се движат со брзини кои достигнуваат значителен дел од

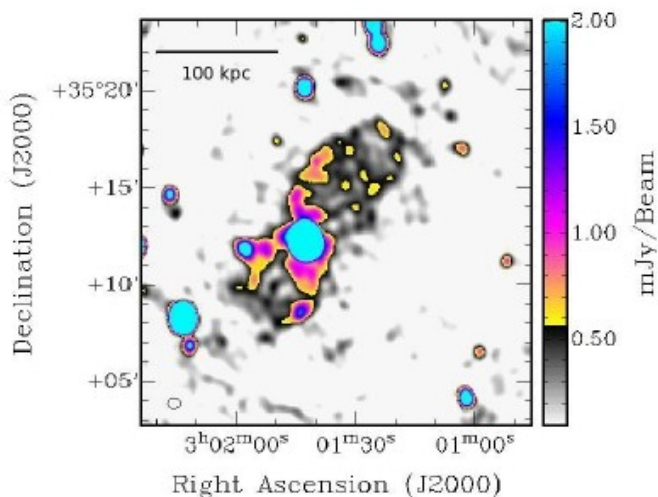
брзината на светлината ($> 0.9c$). Забрзувањето потекнува од активните галактички јадра (АГЈ) кои се наоѓаат во центрите на галаксиите и чиј неизоставен дел се супермасивните црни јами. Точниот механизам на ова забрзување не е познат. Млазевите од честички се понекогаш толку прецизно насочени што остануваат фокусирани на растојанија од илјадници светлосни години. Во нив се вклучени и делови од магнетното поле од соодветното АГЈ, па честичките кои стапуваат во интеракција со ова магнетно поле зрачат нетопотно, синхротронско зрачење. На Земјата тоа може да се детектира со радио телескопи и е извор на информации за физичките процеси кои се одвиваат во радио галаксиите.

Електроните кои зрачат, ја губат својата енергија со текот на времето, а магнетните полиња во кои тие се движат слабеат. Како последица, се менува и спектарот на набљудуваното зрачење. Преку споредба на теориските модели кои ја даваат зависноста на синхротронскиот спектар од времето и она што фактички го набљудуваме на небото, може да се заклучи колку се стари некои млазеви на честички исфрлени од поединечни АГЈ, а со тоа и да се процени пред колку време црната дупка во некое АГЈ „се нахранила“ со материја. Вообичаените вредности се движат од неколку десетици до неколку стотини милиони години. За промената на особините на синхротронското зрачење со текот на времето и врската со АГЈ и радио галаксиите беше пишувано во минатогодишното издание на Астрономскиот алманах. Како илустрација, времето кое поминало од последната „инјекција“ од „свежи“ честички кои зрачат нетопотно зрачење во некој астрономски објект може да се пресмета според^[2]:

$$\tau_{yn} = 1610 \left(\frac{B^{0.5}}{B^2 + B_{CMB}^2} \right) \left[\frac{1}{[\nu_r(1+z)]^{0.5}} \right],$$

каде што магнетното поле (B) е изразено во микро гауси а фреквенцијата (ν_{br}) на која се набљудува „прекршувањето“ на формата на спектарот на зрачење е изразена во гига херци. B_{CMB} е позадинското микробраново зрачење изразено во единици на магнетно поле (мерено, пак, во микро гауси) според: $B_{CMB} = 1.25(1+z)^2$, каде z е црвеното поместување на изворот (еквивалент на оддалеченост).

Еден пример за користење на овие зрачења за мапирање на небесни објекти е даден на **слика 3**.



Сл. 3. Поглед на радио изворот B2 0258+35. Боите и нијансите на сиво го покажуваат флуksот на нетопотно (радио) зрачење кое го детектираме од овој објект (скалата е десно). Набљудувано со Westerbork Synthesis Radio Telescope (WSRT, кој се наоѓа во Dwingeloo, Холандија). Големината на регионите кои зрачат е претставена со просторната мерка во горниот лев агол. Превземено од Шулевски (2012)^[3].

[1] Kardashev N., Radio Synchrotron Emission by Protons and Electrons in Pulsars and the Nuclei of Quasars, Astronomy Reports, Vol. 44, No. 11, 2000, pp. 719 – 724. Translated from Astronomicheskii Zhurnal, Vol. 77, No. 11, 2000, pp. 813 – 818. Original Russian text copyright © 2000 by Kardashev.

[2] Murgia et al., Synchrotron spectra and ages of compact steep spectrum radio sources, A&A, 345, 769 – 777, 1999

[3] Shulevski et al., Recurrent radio emission and gas supply: the radio galaxy B2 0258+35, A&A, 545, A91, 2012, DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201219869>

Web: www.astro.rug.nl

Home: www.astro.rug.nl/~shulevski

E – mail: a.shulevski@astro.rug.nl

ЗА ПОТЕКЛОТО НА МАТЕРИЈАТА ВО ВСЕЛЕНАТА

Наце Стојанов

Вовед

Прашањето поврзано со потеклото на материјата во Вселената во себе може да содржи или навестува и многу други прашања, како на пример: зошто нашиот свет е „свет“, а не „антисвет“, од каде потекнува материјата и антиматеријата во Вселената, зошто има повеќе материја од антиматерија и многу други помалку или повеќе слични, но и суштински различни прашања. Одговорот ќе го започнам со размислувањата на слична тема на германскиот физичар Е. Вихерт од крајот на 19-от век, кој вели:

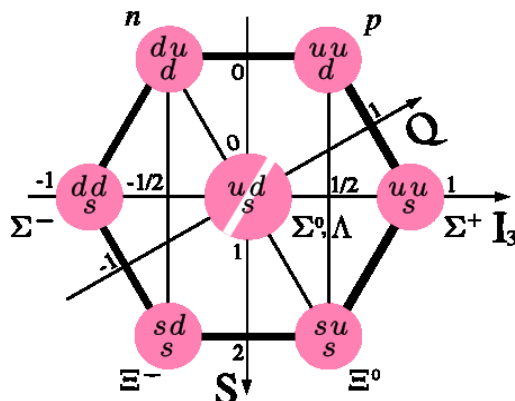
„Што се однесува до современата наука, во целост треба да забораваме на помислата дека со навлегувањето се подлабоко и подлабоко во областа на малото, некогаш ќе ја достигнеме конечната граница. Уверен сум дека од оваа идеја треба да се откажеме без жалење. Вселената е бесконечна во сите правци, не само во големиот свет околу нас, туку и во најмалиот. Ако за размер ја земеме нашата човечка скала и ја изучуваме Вселената се подалеку и подалеку, на крајот и во големото и во малото ќе достигнеме таква нејасна далечина каде во почетокот најпрво ќе откажат нашите сетили, а потоа и нашиот разум.“

Навистина, ова размислување е извонредно храбро и парцијално точно и од денешна гледна точка и многу добро ја одсликува ситуацијата во која се наоѓа науката која се занимава со ваквите фундаментални прашања. Идеите, или, поточно, теориските модели за објаснување на некоја физичка појава секогаш биле полесно остварливи, но нивното експериментално докажување е нешто сосема друго.

Кога станува збор за потеклото на материјата во Вселената, како и асиметријата на материјата и антиматеријата, теориски модели постојат и се надополнуваат веќе педесеттина години, но нивното експериментално докажување ќе биде недостижно уште долго време. Главната причина се енергиите со ред на големина од 10^{14} GeV, чие создавање долго ќе биде надвор од можностите на нашата цивилизација.

Од друга страна, астрономските набљудувања, како посебен вид на експериментални истражувања, укажуваат дека такви енергии некогаш постоеле во Вселената, па таа претставува единствен лабораториски систем кој нуди можност да се направи врска помеѓу физиката на елементарните честички и космологијата. Исто така, во определени области на истражување, како, на пример, при определувањето на времето на распаѓање на антипротонот p , кој е составен дел на космичките зраци, астрофизичарите успеале први да направат мерења кои биле $5 \cdot 10^8$ пати поточни од оние на нивните колеги кои работеле на акцелератори.

Врската помеѓу космологијата и физиката на микросветот се продлабочува и со фактот што во Вселената постои асиметрија во бројот на бариони и антибариони. Да се потсетиме, бариони се сите честички кои се составени од кваркови, како, на пример, протонот и неутронот, прикажани најгоре на **слика 1**.



Сл. 1. Шематски приказ на барионската структура на честички составени од три кваркови: u , s и d .

Значи, Вселената нуди единствена експериментална потврда на една од најкомплексните теории која се занимава со асиметријата на барионите и антибарионите, а тоа е *Теоријата на големото обединување*. За жал, за да биде поточно кажано, зборот „нуди“ треба да се замени со „нудела“ затоа што Вселената, од моментот на нејзиниот постанок постојано се лади преку неповратен процес и условите во неа неповратно се менуваат и губат.

Сепак, ако лабораториските услови за докажување на барионската асиметрија се недостижни, тогаш постојат други нешта што може да бидат докажани, а произлегуваат од Теоријата на големото обединување. Тоа е, на пример, обединувањето на слабата

нуклеарна сила и електромагнетната сила, но за овие достигнувања ќе кажеме нешто повеќе во понатамошниот текст.

Асиметрија на микросветот

За да може да ја објасниме барионската асиметрија, неопходно е да се запознаеме со асиметријата на физичките појави во микросветот. Станува збор за специфична појава, која е карактеристична само за елементарните честички и тоа не во сите случаи, туку само понекогаш! Би рекле дека клопчето идеи почнало да се одмотува во 1956 година, кога е откриено дека *парноста* или *P-симетријата* во микросветот не е секогаш запазена. Имено, претходно се мислело дека сите физички процеси, меѓу кои и трансформациите на елементарните честички, се инваријантни при огледалната симетрија или просторната замена на „лево“ во „десно“ и обратно (**слика 2**).

Набргу по експерименталната потврда дека парноста понекогаш се нарушува, откриено е дека се нарушува и *C-симетријата* или симетријата на физичките процеси при замена на знакот на електричниот полнеж, што физички значи замена на честичка со античестичка и обратно (**слика 2**). Како и да е, важен е заклучокот според кој ваквата „дискриминација“ на честичките не е генерална.

Веќе во 1957 година е претпоставено дека може да биде нарушена и *CP-симетријата* или истовремената замена на парноста и електричниот полнеж, но биле потребни дури 7 години за да се најде само една експериментална потврда на оваа идеја. Станувало збор за распаѓањето на неутрални K-мезони, кое се одвива во два различни канали. Првиот е со емисија на позитрони e^+ и веројатност за реализација p_1 :

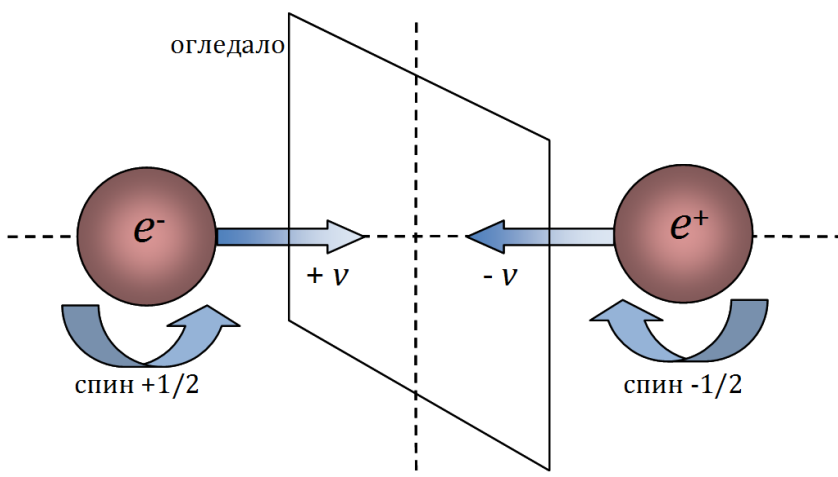
$$K_L^0 \rightarrow e^+ + \pi^- + \nu_e,$$

а вториот е со емисија на електрони e^- и веројатност за реализација p_2 :

$$K_L^0 \rightarrow e^- + \pi^+ + \bar{\nu}_e.$$

Доколку CP-симетријата не се нарушува, тогаш веројатноста за двата канали мора да биде иста ($p_1 = p_2$), а со тоа и бројот на произведени позитрони и електрони да биде ист. Но, експериментално е утврдено дека „природата“ го фаворизира првиот канал, па затоа $p_1 > p_2$. Ова значи дека CP-симетријата е нарушена

при распаѓањето на К-мезоните, а со тоа се зголемува бројот на добиени позитрони во однос на бројот на добиени електрони. Од овој пример јасно се заклучува дека нарушената СР-симетрија нуди можност за создавање на различен број честички и античестички, но во дадениот случај тие се лептони (немаат структура од кваркови), така да не може да ја произведат барионската асиметрија за која зборуваме.



Сл. 2. Шематски приказ на Р-симетрија и С-симетрија. Р-симетријата се огледува во промената на насоката на брзината на честичката од десно во лево, или насоката на спинот $\pm 1/2$, а С-симетријата се огледува во промена на електронот e^- во позитрон e^+ .

Сепак, останува уште една можност, а тоа е влијанието на уште посложената *СРТ-симетрија*. Во овој случај, покрај Р-симетријата и С-симетријата, имаме и Т-симетрија, или замена на директниот тек на времето со инверзниот тек на времето. Од СРТ-симетријата произлегува дека времињата на распаѓање на честичките и античестичките се исти. Колку што веројатноста за распаѓање на честичката е поголема, за толку е пократко и нејзиното време на живот. Ако овој принцип го примениме на некоја непозната честичка X , тогаш нарушувањето на СРТ-симетријата доведува до тоа веројатноста за распаѓање на честичката X да биде поголема од веројатноста за распаѓање на античестичката $\bar{X}$, а со тоа и нивното време на живот е различно!

Овој заклучок може да го запишеме поегзактно на следниов начин. За распаѓањето на честичката важат релациите:

$$\begin{aligned} X &= b + \text{нешто}, & \text{со веројатност } p_{11} \\ X &= l + \text{нешто}, & \text{со веројатност } p_{12} \end{aligned}'$$

а за распаѓањето на античестичката имаме:

$$\begin{aligned} \tilde{X} &= \tilde{b} + \text{нешто}, & \text{со веројатност } p_{21} \\ \tilde{X} &= \tilde{l} + \text{нешто}, & \text{со веројатност } p_{22} \end{aligned}'$$

СРТ-симетријата бара вкупната веројатност за реализација на каналите да биде иста, односно $p_{11} + p_{12} = p_{21} + p_{22}$, но е дозволено е да парцијалните веројатности бидат различни. Доколку дојде до нарушување на СР-симетријата, при што $p_{11} > p_{21}$, тогаш мора да важи $p_{12} < p_{21}$, што ни кажува дека СРТ-симетријата во целост останува непроменета. Ако со b означиме барион (честичка) а со l лептон, релацијата $p_{11} > p_{12}$ ни кажува дека распаѓањето на хипотетичката честичка X ќе произведе повеќе бариони од бројот на антибариони кои се добиваат при распаѓањето на нејзината античестичка $\tilde{X}$, што значи дека ја имаме посакуваната барионска антисиметрија.

Но, не е време за „славење“, затоа што во целава приказна има голем проблем кој произлегува од фактот дека со постоењето на ваквата барионска асиметрија ќе биде нарушен еден од главните столбови на физиката на елементарни честички, а тоа е *законот за запазување на барионскиот полнеж* B . Според овој закон, сите честички имаат барионски полнеж $B=1$, античестичките имаат барионски полнеж $B=-1$, додека лептоните немаат барионски полнеж. Ако го земеме во предвид делот од процесот на хипотетичкото распаѓање на протонот:

$$\begin{aligned} p &\rightarrow e^+ + \pi^0 \\ B: \quad 1 &= 0 + 0 \end{aligned}'$$

ќе видиме дека законот за запазување на барионскиот полнеж теориски може да биде нарушен. Според досегашните истражувања, ваква реакција не е забележана, но гледаме дека е возможна. Тоа ни дава за право да претпоставиме дека, иако законот за запазување на барионскиот полнеж важи во областа на енергиите кои моментално ни се достапни, возможно е на некои екстремно високи енергии од, на пример, 10^{14} GeV, да постои нашата хипотетичка X честичка, со што ќе дојде до негово нарушување.

Со оваа претпоставка, веќе имаме „рецепт“ за добивање на барионска асиметрија во Вселената, но преостанува тој да биде „зготвен“ во некоја „кујна“.

Како да се направи „свет“?

За да видиме дали и како може да се реализира „рецептот“ за правење на „свет“, најпрво ќе ја разгледаме **табелата 1**, во која се прикажани основните карактеристики на четирите сили во природата. Уште на прв поглед се гледа дека тие карактеристики се различни, што укажува дека треба да споиме речиси неспоиви нешта. Но, за среќа, тоа не е така ако во предвид се земе температурата на околината во која се разгледуваат карактеристиките на основните сили.

Теорискиот модел со кој „на хартија“ се обединети двете фундаментални сили, електромагнетната и слабата нуклеарна, е направен кон средината на шеесеттите години од минатиот век од страна на Ш. Глешоу, А. Салам и С. Вајнберг. Тие покажале дека на температури од неколку стотина GeV јачините на овие две сили се изедначуваат, така може да се опишат со исти законитости, затоа што имаат ист преносител на електрослабото взаемнодејство, а тоа се векторските бозони W и Z . За практичното откривање на овие носители на електрослабото взаемнодејство К. Рубија и С. ван дер Мер добиле Нобелова награда во 1984 година.

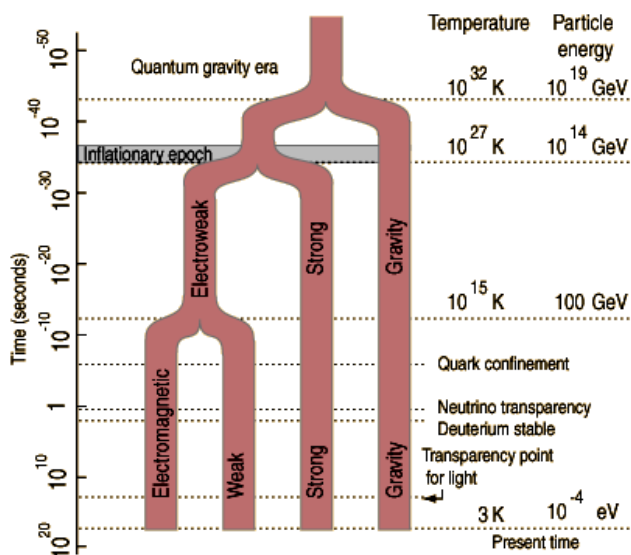
Табела 1.

Сила	Теориски модел	Преносител	Релативна јачина	Домет на дејство (m)
Јака	Квантна хромодинамика	Глуони	10^{38}	10^{-15}
Електро-магнетна	Квантна електродинамика	Фотони	10^{36}	∞
Слаба	Електрослаба теорија	W и Z бозони	10^{25}	10^{-18}
Гравитациона	Општа релативност	гравитони	1	∞

Кога станува збор за Теоријата за Големото Обединување (ТГО), ситуацијата е само на изглед слична на претходната. Основната идеја на оваа теорија е да се дојде до област на енергии во која двете нуклеарни сили и електромагнетната сила ќе имаат заедничко поведение. Според проценките, тоа се фантастични 10^{14} GeV. Носител на ова обединувачко взаемнодејство треба да биде честичка со извонредно голема маса чиј ред на големина одговара на енергиите на кои доаѓа до обединувањето. Овие хипотетички честички, каква што е веќе споменатата X честичка (бозон), се нарекуваат **лептокваркови**, затоа што треба да ги обединат кварковите кои

взаемнодејствуваат со јаката нуклеарна сила и лептоните кои взаемнодејствуваат со слабата нуклеарна сила. Масата на овие честички е толку голема, што е речиси слична со масата на некои едноставни бактерии. Оттука, веројатноста за распаѓање на енергии или температури кои моментално постојат во Вселената е многу мала. Ова е основната причина за стабилноста на една од основните градбени честички на материјата - протонот, чие времетраење на распаѓање е приближно 10^{36} години.

Според теоријата за Големата експлозија (Биг Бенг), енергии од ред на големина 10^{14} GeV во Вселената постоеле околу 10^{-35} s после Големата експлозија (слика 3). Значи, ако сакаме да дознаеме зошто има барионска асиметрија треба да ја осознаеме состојбата на Вселената во тој период и тоа посебно поведението на силите. Затоа, да ја погледнеме сликата 3, на која шематски е прикажано како се менувале јачините на фундаменталните сили во зависност од температурата или енергијата на Вселената.



Сл. 3. Шематски приказ на еволуцијата на фундаменталните сили со промена на условите во Вселената.

Патувањето низ историјата на Вселената ќе го започнеме некаде 10^{-35} s после Големата експлозија, кога температурата била околу 10^{27} K. Во тој период Вселената била исполнета со високоенергетски фотони, лептони, кваркови, глюони, W-бозони, лептокваркови и некои други супертешки честички, како што е Хигсовиот бозон. Сите биле во состојба на топлотна рамнотежа, а димензиите на Вселената се проценуваат на околу 4 cm!

За нас е од интерес да видиме што се случило со лептокварковите, па затоа ќе напишеме само некои од каналите по кои може да се распадат тие честички:

$$\begin{array}{rcl}
 X & \rightarrow & q + q \quad \text{со веројатност } p_1 \\
 B = 0 & & 1/3 \quad 1/3 \\
 Q = 4/3 & & 2/3 \quad 2/3
 \end{array} ,$$

$$\begin{array}{rcl}
 \tilde{X} & \rightarrow & \tilde{q} + \tilde{q} \quad \text{со веројатност } p_2 \\
 B = 0 & & -1/3 \quad -1/3 \\
 Q = -4/3 & & -2/3 \quad -2/3
 \end{array} ,$$

каде q е кварк, B е барионски полнеж а Q е електричен полнеж. Може да забележиме дека и во двата канали е нарушен законот за запазување на барионскиот полнеж. Доколку е нарушена и CP-симетријата, тогаш веројатностите p_1 и p_2 може да бидат различни, и ако $p_1 > p_2$, тогаш веројатноста за распаѓање по првиот канал е поголема, па ќе се појави вишок на бариони или кваркови.

Во рецептот за создавање на „свет“ има уште еден мал „детал“. За да може овој барионски вишок да опстане, неопходно е да се промени топлотната рамнотежа во Вселената, бидејќи, во спротивно, кварковите и антикварковите преку повратни реакции ќе се обединат во X и $\tilde{X}$ честички. За среќа, како резултат на ширењето на Вселената нејзината температура се намалува, така што вишокот на кваркови, иако извесно време се намалува заради повратните реакции во X честички, после 10^{-33}s станува константен. Со ова завршува ерата на бариосинтеза, од примордијалната смеса на честички засекогаш исчезнува хипотетичката X честичка, а еволуцијата на Вселената оди кон една друга многу важна етапа - нуклеосинтезата или креацијата на првите атомски јадра.

Литература

[1] М. Сапожников, Антимир-реалностъ?, Знание, Москва, 1983.

nacestoj@yahoo.com

ВО ПОТРАГА ПО ХИГСОВИОТ БОЗОН

Сања Димкоска и Александар Ѓурчиновски

Хигсовиот бозон е делот што му недостасува на Стандардниот модел на физиката на елементарните честички. Експерименталната потврда за постоењето на оваа честичка би претставувала епохално откритие, бидејќи со тоа би се докажало постоењето на т.н. „Хигсово поле“, кое објаснува зошто некои елементарни честички имаат маса. Истовремено би се објаснило и зошто слабата сила на взаемнодејство дејствува на многу пократки растојанија од електромагнетната сила.

Постоењето на Хигсовиот бозон за прв пат било предложено од страна на Питер Хигс во 1964 година, иако уште неколку други истражувачи истовремено работеле на формирањето на идејата за ваквиот бозон. Минатата 2012 година имаше огромен прилив на нови сознанија за потрагата по Хигсовиот бозон. Резултатите од експериментите на групите ATLAS и CMS, кои се во склоп на познатиот CERN, укажаа на постоење на честичка со карактеристики кои се многу слични на оние на Хигсовиот бозон.

Пред да ги изложиме податоците во врска со ова откритие, малку ќе се навратиме на историјата на Хигсовиот бозон. Во годините после Втората светска војна, а особено во доцните педесетти години на минатиот век, нуклеарните физичари открија голем број на елементарни честички со различни својства. Иако тоа беше интересен период за физиката, полн со изненадувања, истовремено беше и време на обиди за поедноставување на некои идеи во физиката на елементарните честички. Така, во шеесеттите години на минатиот век се родија идеите за „обединувачките“ теории во физиката (Grand Unified Theories), се постулираа кварковите, се формираше квантната хромодинамика, се разви теоријата на обединување на слабата нуклеарна сила со електромагнетната сила (Electroweak Unification). Со тоа беше означено и раѓањето на Стандардниот модел на физиката на елементарни честички.

Според Стандардниот модел, фермионите и лептоните се честички на материјата, додека преносители на взаемнодејството помеѓу овие честички се неколку типови на бозони. Со тоа се опишува взаемнодејството (силите) во микросветот, како што се електромагнетните сили помеѓу полнежите, слабите сили при некои

распаѓања на елементарните честички и силните нуклеарни сили помеѓу нуклеоните во атомските јадра.

Носител на силната нуклеарна сила е елементарната честичка наречена **глуон**, додека кај електромагнетните сили взаемнодејството е преку честичката **фотон**. Кај слабата нуклеарна сила, која што е одговорна за бета (β) распаѓот, како носители на интеракцијата се среќаваат три бозони: неутралниот Z бозон, и наелектризираните W^- и W^+ бозони.

Почетокот на приказната за Хигсовиот бозон е тесно врзана со резултатите од работата на неколку физичари во шеесеттите години (Глешоу, Вајнберг и Салам), кои успеаја да ги обединат слабите нуклеарни сили со електромагнетните сили. Врз база на претходните истражувања на Јанг и Милс, се најде начин да се оформи теорија според која бозоните, коишто се носители на силите, немаат маса кога се работи за взаемнодејства преку слабата нуклеарна сила. Оваа претпоставка за бозони без маса на мирување довела до неколку нелогичности во теориските разгледувања, а особено до противречности со експерименталните резултати во кои се манифестираат слабите взаемнодејства.

Проблемот бил решен со воведување на т.н. **Хигсов механизам**. Резултат на Хигсовиот механизам на взаемнодејство помеѓу фотонот и електрослабите бозони се следниве честички: фотон без маса, масивен неутрален слаб бозон (Z), две масивни наелектризирани електрослаби бозони ($W^\pm$), како и нова честичка наречена Хигсов бозон.

Постоењето на Хигсовиот бозон беше првично постулирано со цел да се „наруши“ теориски претпоставената симетрија помеѓу електромагнетните сили и слабите нуклеарни сили, со тоа што се претпостави дека бозоните имаат маса. Овој механизам беше наречен „електрослабо рушење на симетријата“ (Electroweak Symmetry Breaking – EWSB).

Додека во оригиналниот предлог, постоењето на Хигсовиот бозон беше ограничено само на EWSB, подоцна се покажа дека оваа теорија може да се прошири и на фермионите и да се претпостави дека и кварковите и лептоните имаат маса. Во оваа теориска парадигма остана само уште една непозната, а тоа е масата на Хигсовиот бозон. Доколку оваа маса би се определила, би било можно да се пресметаат и брзината на продукција на Хигсовите бозони, како и различните начини на нивно распаѓање. Дополнителните претпоставки за овој бозон вклучуваа и дека тој е неутрална честичка, дека нема дополнителна внатрешна структура (односно дека тој е фундаментална честичка), дека неговиот квантомеханички спин е нула и дека се одликува со позитивна парност.

Хигсовите бозони се создаваат во акцелераторите за честички со трансформација на кинетичката енергија на честичките што се судираат во нова честичка. Кога Хигсовиот бозон е создаден, неговото време на живот е од редот на големина 10^{-25} s. Ова значи дека тој експериментално не се детектира директно, туку преку продуктите на неговото распаѓање. Поради афинитетот на овој бозон взаемно да дејствува со честички со голема маса, тој се распаѓа во честички со најголема можна маса, во согласност со законите за запазување на енергијата. Следствено, Хигсовиот бозон мора да се распадне во најмалку две честички. Едната припаѓа на честичките на обичната материја, додека другата честичка е античестичка на првата, и припаѓа на антиматеријата. Парот честички на којшто би се распаднал Хигсовиот бозон зависи од неговата маса. На пример, ако неговата маса (изразена во електронволти) би била приближно 114 GeV, Хигсовиот бозон би се распаднал во долен кварк/антикварк пар, додека ако опсегот на масата е од околу 114-160 GeV, би било можно да се распадне, односно да создаде W^+ / W^- пар. Меѓутоа, има еден распад на Хигсовиот бозон што е поволен за експериментално истражување, но истовремено е и спротивен на интуицијата. Станува збор за распадат на два фотона. Бидејќи фотоните немаат маса, тие взаемно не дејствуваат директно со Хигсовиот бозон. Сепак, има случаи кога Хигсовиот бозон се распаѓа во пар од кварк/антикварк кои имаат „привремени“ маси кои се далеку различни од нивните вистински маси. Овој „привремен“ пар брзо анихилира во пар на фотони. Доколку прецизно се измери енергијата на овие фотони, индиректно експериментално може да се утврди постоењето на Хигсовиот бозон, бидејќи веројатноста ваквиот распад на два фотони да е предизвикан од некое поинакво (позадинско) распаѓање на честичка што не е Хигсов бозон, е мала. Доколку употребиме стручна терминологија, велиме дека позадинските реакции на распаѓање во овој случај се со релативно мала веројатност во однос на реакциите на распад на два фотони во коишто учествува Хигсовиот бозон.

Всушност, едни од најголемите пречки за детектирање на Хигсовиот бозон се токму ваквите позадински реакции на распаѓање. На пример, ако масата на Хигсовиот бозон е мала, тој ќе се распадне во пар од долен кварк-антикварк. Тука се јавува проблем, поради постоењето на позадински, паралелен синџир од распади што го произведува овој пар кварк/антикварк преку вообичаените физички процеси, па тешко е да се направи разлика меѓу сигналот што одговара на вистинскиот Хигсов бозон и сигналот од позадинските реакции на распаѓање. Всушност, буквално е невозможно да се детектира Хигсовиот бозон преку ваквата шема на распад. Меѓутоа, позадинските реакции на распаѓање, на пример, при добивање на

парови на Z бозони, се помалку изразени. Мерењето на енергиите на продуктите на вакуиот распад, всушност, е еден од најпогодните методи за детекција на создавањето на Хигсовиот бозон во акцелераторите.

Во 1989 година, во лабораториите на CERN под Франција и Швајцарија, започна со работа Large Electron Positron (LEP) акцелераторот (слика 1). Во овој акцелератор се судираат снопови од електрони и позитрони со точно определени енергии, при што се создаваат Z бозони. Во 1995 година, LEP акцелераторот беше надграден за да се добие на енергија за судири од 140 GeV. Понатамошните подобрувања доведоа до добивање на високоенергетски снопови на честички со енергии на судири од 208 GeV.

Податоците кои беа добиени од LEP беа обработувани со „суперкомпјутери“, со цел да се добијат сознанија за постоење на Хигсовиот бозон.



Сл. 1. Акцелераторот во CERN лабораторијата

Поставувајќи пониска теориска граница за масата на Хигсовиот бозон (114,4 GeV), во 2001 година, во реновираниот акцелератор физичарите ја зголемија енергијата на судир до 1,8-1,96 TeV. Една деценија подоцна, во јули 2010 година, по обемно собирање и обработка на податоците, беше детектирана првата граница, т.е. ограничувањето на масата на Хигсовиот бозон, во опсег од 158-175 GeV. Двата големи LHC експерименти (ATLAS и CMS), коишто работеа во интервалот од 116-127 GeV, независно еден од друг добија исти

резултати и во март 2012 година објавија постоење на нова честичка со маса во опсег од 115-135 GeV.

Кога LHC продолжи со работа, во март 2012 година, енергијата на судир во акцелераторот беше зголемена дури до 8 TeV. Ова ја зголеми и точноста на определување на резултатот за 20-30%. Експериментите функционираа во интервалот на енергии во којшто се очекуваше да се најде Хигсовиот бозон.

За да се разбере што точно беше набљудувано, мора најпрвин да го дефинираме поимот „мал стандарден модел на елементарни честички“ (Standard Model Lite - SML). Тоа е обичниот Стандарден модел во кој не е вклучено постоењето на Хигсовиот бозон. На 2 јули, тимовите на Tevatron експериментите (DZero и CDF), објавија дека со обработка на резултатите од анализите и во обата експеримента е пронајден вишок од 2,9 sigma, што укажува на постоење на честичка која не е предвидена од Малиот Стандарден модел (SML). Честичката имала маса во опсегот од 115-135 GeV. Само два дена подоцна, на 4 јули, CMS и ATLAS тимовите, независно еден од друг, објавија дека имаат доказ од 5 sigma за постоењето на нов бозон.

Терминот 5 sigma значи дека има една шанса во 3,5 милиони да се добие резултатот што се доби, доколку постоењето на Универзумот би било во согласност со Стандардниот модел на елементарни честички во кој не е предвидено постоењето на Хигсовиот бозон. Ова значи дека и двата експерименти доведоа до откритие на нов бозон со маса од околу 125 GeV, којшто би можел да биде Хигсовиот бозон.

Хигсовиот бозон официјално сèуште не е детектиран. Податоците врз кои се темели изјавата од 4 јули 2012 година се недоволни за да се објави дека новиот бозон ги има бараните својства да биде Хигсов бозон. Изјавата се однесуваше на тоа дека е пронајдена нова честичка што во некои карактеристики личи на Хигсовиот бозон, меѓутоа, потребни се дополнителни понатамошни истражувања за да се дознае за што точно станува збор.

Секако, тука не е крајот на истражувањата на LHC. Тој ќе работи до првата половина на 2013 година, а потоа ќе биде исклучен и подложен на редовни поправки и надградувања. Акцелераторот ќе продолжи со работа на почетокот на 2015 година, кога се планираат судири на високоенергетски снопови од редот на големина 13-14 TeV, со што би се отворило ново подрачје во физиката на високите енергии.

Користена литература

[1] D. Lincoln, "Higgs boson: Is the end in sight?", The Physics Teacher **50**, 332-337 (2012).

МЕРКУР И МИСИЈАТА MESSENGER

Павлинка Ѓоргиева

Меркур, најблиската планета до Сонцето, спаѓа во групата на планети кои се видливи со голо око. Тој може да се набљудува само околу десетина дена, веднаш по залезот на Сонцето на запад (кога се наоѓа во источна елонгација) и на исток, пред изгревот на Сонцето (кога е во западна елонгација). Со оглед на тоа дека се наоѓа блиску до Сонцето, Меркур никогаш не може да се забележи искачен повеќе од дваесетина степени над хоризонтот. Затоа и условите за неговата видливост, поради турбуленции во атмосферата, се многу слаби.

Оваа планета се споменува уште во записите на Маите направени во седми век. Притоа, се сметало дека се работи за два објекти, од кои едниот е видлив навечер, а другиот наутро. Поради тоа му биле доделени две имиња. Античките Грци го нарекувале Аполон, кога се гледал наутро и Хермес, кога се гледал навечер. Во Римската митологија Меркур е бог на трговијата, патувањето и кражбата, римски аналогон на грчкиот бог Хермес, кој бил курир на боговите. Овие имиња му биле доделени затоа што, поради близината до Сонцето, тој се движи со голема брзина по небескиот свод.

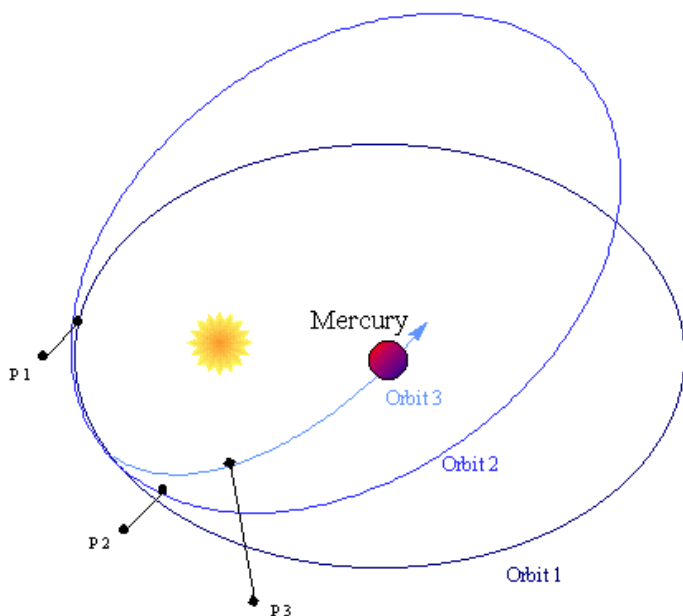
Основни податоци за Меркур

Од сите планети, Меркур има најмала маса. Таа изнесува околу 1/18 од масата на Земјата. По димензии, оваа планета е помала од сателитите на Јупитер и Сатурн, Ганимед и Титан, соодветно, но поради својата голема густина е помасивна од нив. Дијаметарот на Меркур е половина од дијаметарот на Земјата. Големата густина се должи на постоењето на масивно јадро кое зафаќа 75% од планетата и содржи голем процент на железо. Околу јадрото се наоѓа обвивка со дебелина од 600 km и тенка кора. Над површината на планетата е регистрирано и присуство на атоми на водород, хелиум и кислород. Овие елементи потекнуваат од Сончевиот ветер во кој планетата е постојано навлезена. Поради својата мала маса, Меркур не успеал да задржи атмосфера и има многу мало албеда од само 6%. Меркур е „негостољубива“ планета на која постојат најекстремни температурни варијации и тоа од 700 K во текот на денот, до нагло паѓање на температурата до 100 K во текот на ноќта.

Времето за кое Меркур прави едно завртување околу Сонцето, односно една сидеричка година, изнесува 88 дена. Во 1964 година, со помош на радарски мерења, е определено е дека Меркур ротира околу својата оска за време од 58,66 дена.

Најголемата релјефна форма, со дијаметар од 1300 km, е „Рамнината на топлината“ (Planitia Caloris). Меркур има и специфични „ресаста раседи“ кои се високи 2-3 km и се протегаат на растојанија од стотици километри. Се смета дека настанале поради глобалното стегање на планетата предизвикано од нејзиното ладење. Кратерите на Меркур носат имиња на познати уметници, музичари, сликари, писатели (Бах, Вагнер, Толстој, Шекспир).

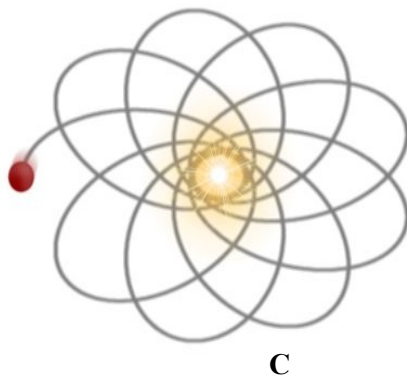
При крајот на деветнаесеттиот век Меркур им создал проблеми на астрономите, бидејќи не можеле да ја објаснат неговата орбита со помош на Њутновата механика, која е применлива и при определувањето на орбитите на планетите, појавите на затемнување на Сонцето и Месечината и на многу други астрономски појави. Прецизноста на Њутновата механика убаво се демонстрира со изјавата на астронаутите при еден нивен лет до Месечината: „Во најголемиот дел од времето вселенскиот брод е управуван од Исак Њутн“.



Сл. 1. Поместувањето на точката на перихел P при секое следно орбитирање на Меркур околу Сонцето

Доколку не би постоеле други планети околу Сонцето, Меркур би се движел по елипса со неподвижни точки на перихел и апхел. Токму поради присуството на гравитационото влијание на останатите планети од Сончевиот систем врз орбитата на Меркур, може да се определи брзината со која ротира оската на орбитата, што е околу $1,5^\circ$ за еден век.

Оваа појава се нарекува *прецесија* и ако се набљудува со текот на времето, орбитата на оската на ротација има форма на розета (слика 2). Вредноста на аголот на прецесија која теориски се добива со Њутновиот закон за гравитација се разликува за $47''$ од набљудуваната вредност. Првата

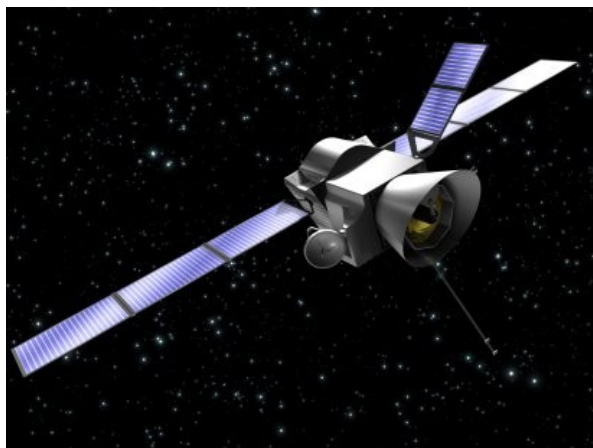


Сл. 2

објаснување на ваквата несогласност е дека помеѓу Сонцето и Меркур постои уште една планета, која добила и име - Вулкан. И додека астрономите трагале по хипотетичката планета Вулкан, во ноември 1905 година, Алберт Ајнштајн го објавил својот труд „Објаснување на движењето на перихелот на Меркур преку општата теорија на релативност“. Пресметките на Алберт Ајнштајн, кои се базираат врз една сосема нова теорија на гравитација можеа точно да ја опишат прецесијата кај перихелот на Меркур, без притоа да предвидат постоење на друга планета. Така, Меркур остана најблиска планета до Сонцето и помогна во практичното докажување на точноста на Ајнштајновата општа теорија на релативност.

Првата мисија до Меркур – Маринер 10

Меркур е најнеистражена од планетите од Земјин тип. Не само што е тешко да се набљудува преку телескоп од Земјата, туку тоа е невозможно да се прави и со Хабловиот телескоп, поради опасноста од силниот сјај на Сонцето. Првата мисија испратена на Меркур беше роботската сонда Маринер 10 (Mariner 10), која во 1973 година ги надлети Меркур и Венера. Нејзината цел беше испитување на условите кои владеат во атмосферата и на површината на овие две планети. Сондата изврши три прелети покрај Меркур, снимајќи 40-45% од неговата површина. Беа направени 2800 фотографии, со што за прв пат станаа јасно видливи структурите на самата површина на планетата, недостапни за набљудувањата од Земјата.



Сл. 3 Вселенската сонда Маринер 10



Сл. 4 Првата фотографија на Меркур направена од Маринер 10 на 24 март 1974 година.

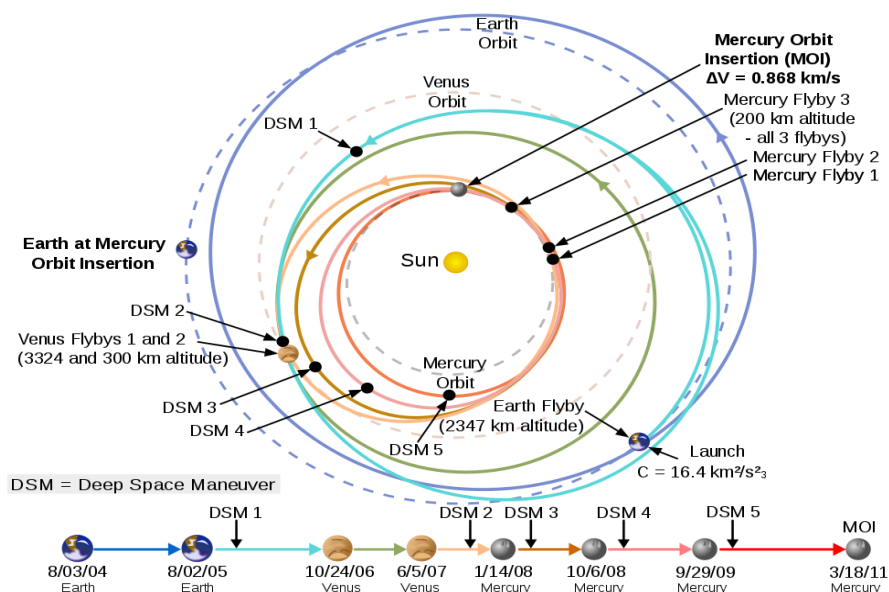
Втората и последна мисија до Меркур – MESSENGER

Втората мисија до Меркур беше лансирана доста долго време по првата, дури во август 2004 година. Името на мисијата – MESSENGER, воедно ги содржи и видовите на проучувања што треба да се спроведат за Меркур. Покрај тоа што е именка која значи „гласник“ и е поврзана со името на планетата Меркур во античката митологија, називот е и акроним сочинет од: **ME**rcury **S**urface **S**pace **EN**vironment **GE**ochemistry **R**anging.

Во самиот наслов на мисијата се содржат и нејзините основни цели:

1. Вметнување на сондата во орбита околу планетата Меркур, во период од минимум една Земјина година, што е еквивалентно на четири Меркурови години.

Со оглед на тоа дека никогаш порано не било извршено вметнување на летало во орбитата на Меркур, ова била прва примарна цел на мисијата. Бидејќи Меркур се наоѓа блиску до Сонцето, гравитационата привлечна сила мора да се компензира со огромната брзина на ротација околу Сонцето, бидејќи во спротивно, Меркур би бил привлечен кон Сонцето и на крајот би паднал врз него.



Сл. 5 Траекторијата на леталото MESSENGER

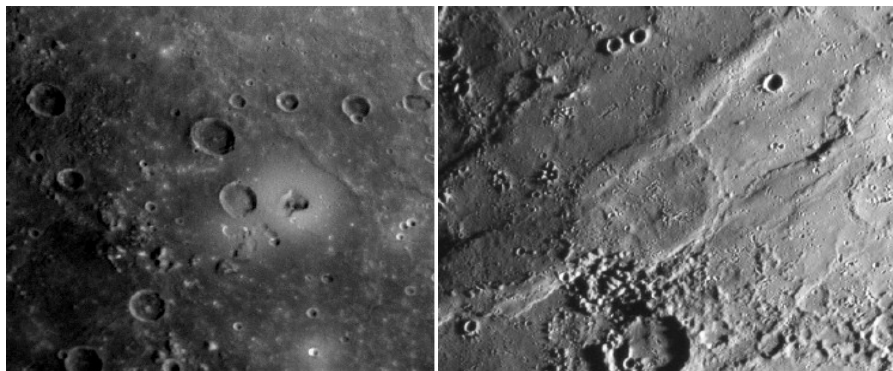
Поради тоа сондата прво мора да добие брзина приближна на брзината на движењето на Меркур околу Сонцето. Првиот дел од ваквиот приод е лесно остварлив со помош на гравитационата сила на Сонцето. Но, во тој случај, сондата би имала таква брзина на поминување крај Меркур, што не би било можно да забави доволно, за да силата на гравитационото привлекување на Меркур биде доволно голема и ја внесе во орбита околу него.

Досегашната успешност на мисијата MESSENGER укажува дека осмислувањето на неговата патека било остроумно. Лансиран во август 2004 година, тој во март 2011 година влезе во орбита околу Меркур. Притоа, му беа потребни речиси цели 7 години и минати 7,9 милијарди километри за да стигне во орбитата околу планетата, иако таа не е далеку од Земјата, во споредба со планетите кои се на поголемо растојание од Сонцето во споредба со Земјата. Рамнината на орбитата околу Меркур била избрана така да биде наклонета под агол од $82,5^\circ$ кон Меркуровиот екватор, со најниска точка на орбитата која е на географска северна ширина од 60° . Со ова било обезбедено, заштитната обвивка на инструментите постојано да биде насочена кон Сонцето.

Површината на целата планета е снимена со голема резолуција и со 10% релативна грешка на далечина од 1000km, со што е овозможено проучување на Меркуровата топографија, а преку неа и проучување и на геолошката историја на планетата.

Со прелетите на MESSENGER во три наврата и снимките што се направени притоа, како и со оние направени од страна на Маринер 10 пред речиси 35 години, се доби целосна слика (до 98%) за површината на Меркур. Таа личи на површината на Месечината и е полна со кратери и платоа меѓу нив, настанати од судири на планетата со космички објекти (слика 6). Од деталните снимања на површината и преку анализа на материјалот што се наоѓа околу отворите, или којшто пополнува некогашни кратери, настанати при судири, а отпосле пополнети со лава, се добија многу сознанија за некогашната вулканска активност.

Анализата покажува дека имало и експлозивни вулкани, со сјајна дифузно расеана маса околу отворот, слично на вулканите на Земјата.



Сл. 6 Делови од површината на Меркур снимени со MESSENGER

Во тектонска смисла, најзначајни форми кои зборуваат за историјата на Меркур, се долгите, заоблени набори, високи до километар и долги стотици километри. Тие најверојатно настанале поради контракција на горниот слој на планетата при нејзиното ладење. Проучувањето на овие форми, како и материјата од која се составени, би требало да даде одговори за термалната историја на Меркур, како и за историјата на неговата внатрешна структура.

2. Проучување на површинскиот слој на планетата, кој по составот и структурата е најстар во Сончевиот систем.

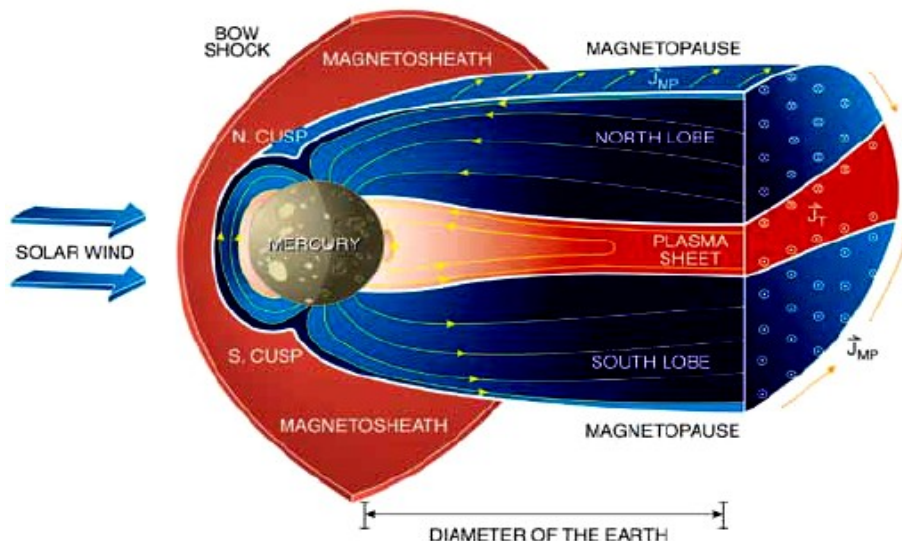
Првите податоци говорат дека составот на Меркур е сосема различен од составот на Месечината.

3. Проучување на магнетното поле на Меркур и природата на активната магнетосфера и нејзината просторна распространетост, преку прецизно мерење на јачината и просторниот распоред на магнетното поле на Меркур, како и

преку мерење на разликите во магнетното поле за дадена местоположба и соодветна висина.

Меркур поседува магнетно поле, што создава магнетосфера во интеракција со соларниот ветер. Тоа е послабо од она на Земјата. Основното прашање е како е можно една така мала планета воопшто да поседува магнетно поле, кога се знае дека поголеми планети од Земјин вид, како Венера и Марс, не го поседуваат. Исто така, и Месечината не поседува магнетно поле, иако по дијаметар е приближна на Меркур. Најверојатно е дека полето настанало како резултат на движењето на течното надворешно метално јадро кое произведува циновски Фукоови струи, а тие се извори на поле.

Постои дилема и околу тоа дали движењето на тие струи настанува поради термална конвекција, или поради разликите во составот на делови од течното јадро. Двете можни причини за струите во внатрешноста на планетата значат сосема различна геометрија на надворешното магнетно поле. Затоа е потребно прецизно мерење на таа геометрија, што сондата го врши со помош на магнетометар кој го одредува векторот на магнетното поле на различни места и соодветни висини. Преку тоа испитување е можно посредно давање одговори во врска со составот на јадрото на планетата. MESSENGER ги изврши и првите мерења на взаемнодејството на планетарните јони со Меркуровата магнетосфера, а од овие резултати посредно се добиваат податоци за составот на површината на планетата, но и за Сончевата активност.



Сл. 7 Влијанието на Сончевата активност врз магнетосферата на Меркур

4. Проучување на глобалното гравитационо поле на планетата Меркур и определување на односот на моментот на инерција на цврста планета (планета разгледувана како цврсто тело) кон вкупниот момент на инерција (реалниот момент), со точност од 20%.

Проучување на структурата на јадрото на Меркур се врши преку мерење на т.н. *либрација* на планетата. Либрација е бавно треперење (wobble) на планетата околу нејзината оска на ротација и таа за Меркур има период од 88 дена. Либрацијата на цврстиот надворешен појас на Меркур би требала да биде два пати поголема доколку тој појас е сместен врз течно надворешно јадро (се претпоставува дека централното јадро е во цврста состојба), во однос на либрацијата кога надворешното јадро би било во цврста состојба.

Густината на Меркур (без притоа да се земе во предвид неговата гравитација) изнесува $5,3 \text{ g/cm}^3$. Ова е најголема густина на една планета во Сончевиот систем која во голема мерка отстапува од густината на другите планети од Земјин тип. Големата густина најверојатно се должи на фактот што најмалку 60% од масата на планетата се состои од метално јадро.

5. Проучување на половите на планетата преку определување на супстанциите кои ги рефлектираат радарските бранови испратени од Земјата кон Меркур.

Меркур орбитира околу Сонцето по рамнина која е нормална на оската на ротација на планетата. Заради тоа, зрачењето кое потекнува од Сонцето паѓа речиси тангенцијално врз површината на Меркур во областа на неговите полови. Ваквата состојба значи минимална падната енергија врз таа површина во текот на целото време на орбитирање на Меркур околу Сонцето. Уште повеќе, светлината не може да падне во внатрешноста на кратерите кои се наоѓаат во тие области. Затоа, се претпоставува дека поради нивните многу ниски температури, мразот кој потекнува од судирите на планетата со комети и метеорити не би можел да се стопи, па со текот на времето би се создале големи количества мраз. Притоа, мразот не мора да биде смрзната вода, туку поверојатно се работи за сулфур или мешавина од повеќе супстанции.

Снимките на планетата Меркур со помош на радарски сигнали од Земјата открија дека постојат области во пределот на половите кои ги рефлектираат радарските бранови во поголема мерка од областите на другите географски ширини.

6. Кои променливи параметри се битни за Меркуровата егзосфера?

Во споредба со атмосферите на Венера, Марс и Земјата, Меркур има многу разрежена атмосфера. Таа е толку ретка, што молекулите

не се судираат меѓу себе, туку се одбиваат од место до место на површината на планетата, како гумени топчиња. Имено, веројатноста за взаемен судир помеѓу молекулите на атмосферата е помала од онаа за судир со површината на планетата. Ваквата разредена атмосфера е наречена *егзосфера*. Мерењата од Земјата утврдиле опашка на егзосферата, која е резултат на Сончевиот ветер.

Со помош на спектроскопски мерења од Земјата определено е постоење на следните елементи во егзосферата на Меркур: водород, хелиум, кислород, натриум, калиум, калциум и магнезиум (откриен од MESSENGER, затоа што ултравиолетовото зрачење емитирано од магнезиумот е блокирано од Земјината атмосфера).

Утврдено е дека, споредено со претпоставената старост на Меркур, егзосферата не била стабилна во долг временски период. Заклучокот е изведен од застапеноста на некои елементи во егзосферата, поради што било претпоставено дека постојат извори на елементи од кои се создава атмосферата на Меркур. Како можен извор е предложен Соларниот ветер кој содржи големи количества водород и хелиум. Се претпоставува дека другите елементи во егзосферата потекнуваат од судирите на Меркур со метеори, комети, или, пак, од самата негова површина, поради испарување на карпите под дејство на Сончевата светлина, како и дифузија на елементите од внатрешноста на планетата.

Научни инструменти на MESSENGER

Mercury Dual Imaging System (MDIS) е систем кој се состои од две камери: широкоаголна камера (WAC – wide angle camera), со видно поле $10,5^\circ \times 10,5^\circ$, и тесноаголна камера (NAC narrow wide angle camera) со видно поле $1,5^\circ \times 10,5^\circ$.

Спектрометар за гама-зраци (Gamma-Ray Spectrometer -GRS) кој ги детектира гама-зраците кои потекнуваат од површината на планетата Меркур.

Спектрометар за неутрони (Neutron Spectrometer - NS) кој детектира состав на минерали кои содржат водород до длабочина од 40 cm, преку детекција на нискоенергетски (термални) неутрони кои настануваат како резултат на судири на космичките зраци со минералите.

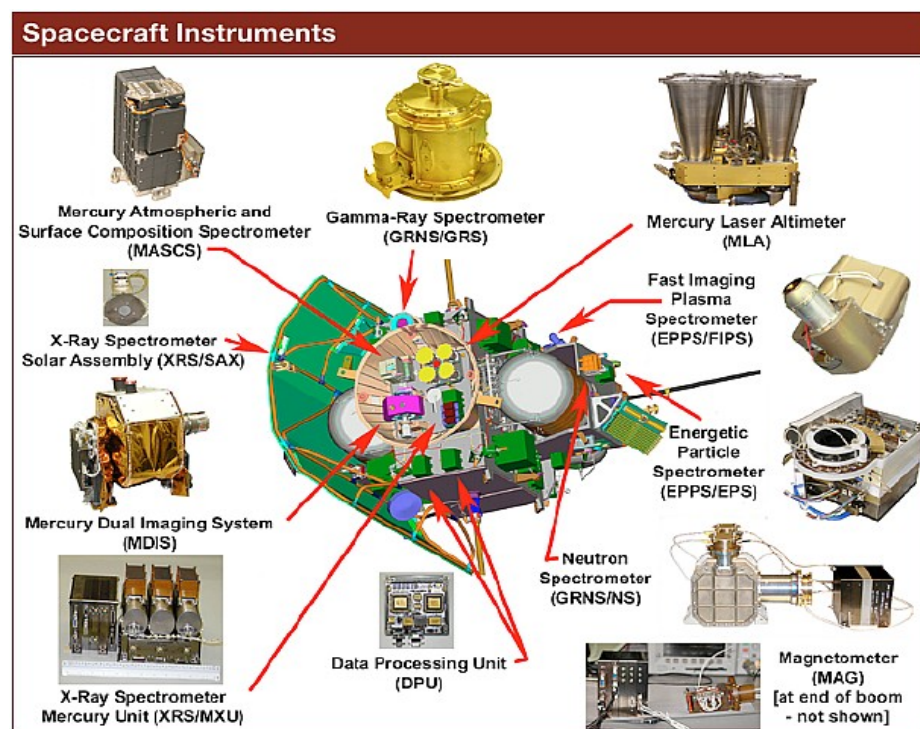
Спектрометар на X-зраци (X-Ray Spectrometer - XRS) кој е наменет за откривање на елементите кои се присутни во горниот милиметар на кората на Меркур.

Магнетометар (MAG) кој за прецизно мерење на магнетното поле во три димензии има триоскен детектор на флукс на магнетно поле.

Ласерски висиномер (алтиметар) (Mercury Laser Altimeter - MLA) – е инфрацрвен ласер емитер/приемник што го мери времето за кое ласерскиот зрак го минува патот од емитерот до даден предмет и назад.

Спектротометар за определување на составот на атмосферата и површината на Меркур (Mercury Atmospheric and Surface Composition Spectrometer - MASCS) кој ги комбинира ултравиолетовите и инфрацрвени спектри за да го определи присуството и количеството на гасови во атмосферата на Меркур, а може да детектира и минерали на површината.

Energetic Particle and Plasma Spectrometer (EPPS) и Fast Imaging Plasma Spectrometer (FIPS) за мерење на својствата на наелектризирани честички кои доаѓаат од површината и атмосферата на Меркур.



Сл. 9 Инструментите на леталото MESSENGER

Компоненти на сондата MESSENGER

Напојувањето на инструментите се врши со фотоволтаични соларни панели со коефициент на искористување од 28%, кои обезбедуваат моќност од двапати по 440 W – 450 W. За складирање на енергијата од која се напојуваат сите уреди, се употребува никел-водородна батерија од 23 Ah.

Сондата е опремена со високо-рефлексивна и термо-резистентна заштита, што е поставена да дава сенка врз целата нејзина површина. Заштитата е изведена со тенок специјален керамички материјал. Ова овозможува собна температура на работа на компонентите на сондата во моментот кога таа се наоѓа најблиску до Сонцето. Но заштитата од Сончевото зрачење не е доволна, бидејќи Меркур е блиску до Сонцето, се загрева и како резултат на тоа оддава топлина која е доволно голема да ги оштети чувствителните мерни инструменти, како и виталните делови на сондата. Заради тоа, постои повеќеслојна заштита на сите површини на вселенското летало. Покрај оваа заштита, дизајнерите на орбитата предвиделе таа да се движи на таков начин, што само 25 минути на 12 часа орбитирање да биде изложена на повратната радијација од Меркур.

Реактивниот погон се употребува за големи маневри и за мали подесувања на траекторијата и поставеноста на сондата. Комуникацискиот систем се состои од специјални антени кои го насочуваат сигналот кон Земјата, без, притоа, да мора да се менува положбата на сондата. Определувањето и контролата на правецот се прави со камери за следење на ѕвездите, дигитални сензори за Сонцето и инерцијална единица за мерење.

Идни мисии кон Меркур

Иако двете Меркурови мисии одблиску ни ја претставија планетата и ни дадоа многу информации за нејзината геологија, настанокот и историјата, сепак, потребни се уште информации за да одговорат на новопоставените прашања. Токму затоа, веќе се во план и други мисии кои за цел ќе ја имаат токму оваа планета. Бепи Колумбо (BepiColombo) е следната мисија која ќе ја истражува планетата Меркур, а ќе ја води Европската вселенска агенција (ESA) во соработка со Јапонија. Планирана е за 2015 година и се очекува да остане една година во орбитата околу Меркур, по нејзиното пристигање во 2022 година. Главни нејзини задачи ќе бидат мерењето на магнетосферата на планетата и определувањето на нејзините хемиски и физички својства, истражувањата поврзани со настанокот и еволуцијата на планетата, како и прецизни мерења на

движењето на Меркур, што би претставувало тест на Ајнштајновата општа теорија на релативност.

Мисијата е наречена по математичарот и инженер Giuseppe (Bepi) Colombo (1920-1984) од универзитетот во Падова, Италија. Честа му е укажана поради неговите идеи за гравитационото „асистирање“ од страна на Венера за „сместување“ на сондата Маринер 10 во Сончевата орбита, со што се овозможило дури трикратно прелетување покрај Меркур.

Користена литература:

1. www.nasa.gov/mission_pages/messenger/
2. www.en.wikipedia.org/wiki/General_relativit
3. Веселин Марковски, семинарска работа по предметот општа астрономија, 2012 година

ВО СЕЌАВАЊЕ: ПАСКАЛ СОТИРОВСКИ (1927 – 2003)

Филип Парталовски

Историјата на македонската наука не е долга. Ова уште повеќе важи кога станува збор за астрономијата и астрофизиката. А сепак, токму во тие дисциплини имаме најмалку еден научник чијашто плодна кариера започнува во Македонија и во текот на четири децении го носи насекаде низ светот. Паскал Сотировски бил соларен астрофизичар, космополит, а сите кои нешто напишале за него го нарекуваат и неофицијален конзул на Македонија во Париз.



На 20 јануари оваа година се навршија 10 години од неговата смрт. Овој текст има за цел да потсети на неговиот живот и во најдобар случај да ги инспирира и охрабри оние кои се двоумат за градење на кариера во областа на астрофизиката.

Д-р Сотировски нема своја официјална биографија, но многу блиску до тоа е буклетот „Паскал Сотировски – Доктор Соларис од Македонија“ од проф. д-р Ферид Мухиќ, кој на 30-тина страни го образложува „крајно сериозното барање на Паскал Сотировски да му се додели почесното звање *Doctor Solaris*“. Подетални информации за неговиот научен фокус има во „Рефератот за избор на д-р Паскал Сотировски за член на МАНУ, надвор од работниот состав“, припремен од академик Милчо Ристов и академик Ѓорѓи Чупона (1991 година) и во пристапното предавање на Сотировски како нов член на МАНУ (1993 година).

Д-р Паскал Сотировски е роден на 23.11.1927 година во Врбен, Гостиварско. Основното образование го завршил во родното место, три класа гимназија (1938/41) во Горни Милановац, еден клас

гимназија, мала матура и учителска школа во Белград (1941/44, 1946/48). Покрај учењето, за време на окупацијата, работел како келнер во Белград, помагајќи го и антиашистичкото движење. По ослободувањето на Белград бил борец на Сремскиот фронт, а одликуван е со медал за храброст.

По демобилизацијата и завршувањето на учителската школа, работел како учител во Бела Црква од каде преминал во Министерството за образование на НР Македонија, каде работел до 1950 година.

Во учебната 1950/51 година, Сотировски станал редовен студент на групата по физика при Филозофскиот факултет во Скопје, каде дипломирал во 1956 година. За време на студиите, а и по дипломирањето, работел како наставник по физика. Во 1960 година бил избран за асистент по астрофизика на Природно-математичкиот факултет во Скопје.

Во 1961 година тој бил испратен да специјализира астрофизика во Париз, со цел да ја организира астрофизичката опсерваторија во објект на Зајчев рид во Скопје. Овој објект, а со тоа и самата идеја, се срушени од земјотресот во 1963 година. Поради недостиг на средства, Универзитетот бил принуден да се откаже од градење на нов објект, со што се изгубила потребата од стручен астрофизичар во Скопје, па Сотировски го продолжил својот престој во Париз.

Во 1964 година дипломирал астрофизика на Сорбона, а во 1971 година ја одбрал докторската десертација (државен докторат) од областа на физиката на Сонцето, со најдобра можна оцена. По стекнувањето на втората факултетска диплома, Сотировски станал член на CNRS (францускиот Национален центар за научни истражувања).

Поради неговите достигнувања д-р Паскал Сотировски е избран за член на Македонската академија на науките и уметностите, надвор од работниот состав, на 7 мај 1991 година.

Научната активност на д-р Сотировски е од областа на спектроскопијата на Сончевите пеги и ерупции. Резултатите од своите истражувања тој ги презентирал на научната јавност преку учество на бројни меѓународни симпозиуми и одржување предавања на семинари во Париз и други научни центри во светот. Научните трудови му се објавени во реномирани меѓународни списанија и предизвикувале интерес кај научниците кои се занимаваат со проблемите од спектроскопијата и физиката на Сонцето. За ова сведочат големиот број цитати во трудови на други автори.

Првите неколку труда на Сотировски се однесуваат на откривање на молекуларни спектри кои се јавуваат кај сончевите пеги, како, на пример, спектрите на водород и магнезиум оксид. Се

задржувал и на проблемот на откривање на молекули, при што извршил анализа на огромен број спектрални линии и од нив идентификувал повеќе соединенија кои се јавуваат кај пегите. Во некои од следните негови трудови се дадени табlici на спектрите на двоатомните молекули најдени кај сончевите пегии, плод на долготрајни мерења, пресметки и споредби со стандарди, поради што се користат од голем број истражувачи на Сонцето. Овие трудови претставуваат еден од највредните придонеси на д-р Сотировски.

Тој соработувал и со научници од повеќе водечки светски опсерватории на истражувања на ерупциите на сончевата површина, при што преку емисионите спектри ги проверувал постојните модели за појавата на ерупции. Работел и на модели за фузија на водородот во хелиум и на истражувања на неутрината, елементарни честички кои тешко се детектираат и се еден од производите во процесот на фузија.

Научната активност на д-р Паскал Сотировски најмногу се одвивала во Париската опсерваторија Медон, опремена со моќни телескопи и спектроскопски уреди. За испитувања во подрачјето на видливиот и инфрацрвениот спектар тој користел и снимки направени во опсерваторијата Пик ду Миди. Проширувајќи го дијапазонот на истражувања на Сончевите ерупции во ултравиолетовиот и рентгенскиот дел од спектарот, тој се користел и со спектри снимени со помош на американските сателити (ваквите зрачења во најголем дел се апсорбирани од Земјината атмосфера, па за нивно истражување е потребно да се испратат телескопи во орбита околу Земјата).

Благодарейќи на динамичноста и способноста за комуникација, д-р Сотировски бил активен на редовните семинари и колоквиуми во Франција, Југославија, САД, Русија и други држави. Со ова тој станал истакнат и меѓународно признат астрофизичар.

Но, и покрај сè, тој не ја изгубил врската со Македонија: секоја година бил присутен во јавноста со предавања за студентите по физика, за слушателите на радио, гледачите на телевизија и читателите на весници. Неретко ги помагал македонските научни и културни творци и граѓаните кои поради било која причина животот ги однел во Париз.

Десет години откако почина, д-р Паскал Сотировски сè уште ја нема добиено заслужената почесна титула. Педесет години откако заминал за Париз, Македонија сè уште нема астрофизичка опсерваторија. Една недела откако д-р Сотировски бил погребан во Париз, нашиот писател Божин Павловски за него ќе запише:

„Иако сме народ со проблематично и кратко паметење, мислам дека нема да заборавиме дека тој наш човек најмногу им се доближи на Сонцето и на ѕвездите.“

Како и многу пати до сега со нас, очигледно е дека и во овој случај краткото паметење надвладеало.

Информации за 14-та Зимска школа по астрономија и за Републичкиот натпревар по астрономија во 2012 година

На 2 и 3 март 2012 година на Институтот за физика при Природно-математичкиот факултет се одржа „XIV-та Зимска школа по астрономија“. Пријавувањето на учесниците беше по електронски пат. На Школата присуствуваа 110 ученици и 5 професори од средни училишта од повеќе градови од државата.

Предавања на XIV-та Зимска школа по астрономија

1. *Темната страна на материјата* – д-р Наце Стојанов, вон. професор на ИФ, ПМФ
2. *Дали неутрината се движат со брзина поголема од c ?* – д-р Александар Ѓурчиновски, доцент на ИФ, ПМФ
3. *Забрзано ширење на вселената* – д-р Гордана Апостоловска, вон. проф. на ИФ, ПМФ
4. *Мисијата Кеплер* – Павлинка Ѓорѓиева, дип. проф. по физика и математика
5. *Историја на астрономијата*, Ванчо Стојкоски, предавач во Планетариумот при МКЦ, Скопје
6. *Добредојдовте во иднината* – Елена Вчкова, м-р по астрономија
7. *Транзитот на Венера во 2012-* Ирена Саздова, проф. по физика во Петта приватна гимназија во Скопје.

На 3 март се одржа Републички натпревар по астрономија. На него учествуваа 68 натпреварувачи, а најуспешните добија дипломи од Македонското астрономско друштво и Институтот за физика – ПМФ Скопје. Во техничката организација на натпреварот активно беа вклучени членовите на Скопското астрономско друштво. Во прилог е табелата со наградените и пофалените натпреварувачи.

1.	Мимоза Насеска	СОУГ „Мирче Ацев“, Прилеп	I место
2.	Филип Симески	ПСУ „Јахја Кемал“, Скопје	II место
3.	Георги Витанов	СОУ „Јане Сандански“, Струмица	II место
4.	Љупчо Петров	СОУ „Добри Даскалов“, Кавадарци	II место
5.	Никола Николовски	СОУ „Кочо Рацин“, Велес	II место
6.	Томе Кириази	СОТУ „Ѓорѓи Наумов“, Битола	III место
7.	Кристијан Неданоски	СУГС „Р.Ј.Корчагин“, Скопје	III место
8.	Елена Маркова	ДУМУГС „Др. П. Караѓозов“, Скопје	пофалница
9.	Златко Ристовски	СОУ „Ј. Сандански“, Струмица	пофалница

Гордана Апостоловска
Претседател на МАД



Астрономски календар за 2013 година

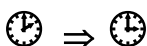
Васил Умленски* и Гордана Апостоловска

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).

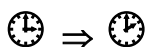
Нашата држава преку зимскиот период го користи Централното европско време (CET), а преку летниот период Централното европско летно време (CEST). Во зимскиот период официјалното време во државата ќе биде поголемо од Средното Гриничкото време (GMT) за еден час, а во летниот период за два часа. Наместо *Средно Гриничко време* (GMT) 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 2013 г. *летното мерење* на времето во Македонија ќе започне на **31 март** во **02:00** часот официјално време (кога ќе се додаде еден час).



Зимското мерење на времето ќе започне на **27 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/>

* Васил Умленски е пензиониран доцент од Институтот за астрономија, Бугарска академија на науките, Софија

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 2013 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 2013 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 центарот на сончевиот диск 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 центарот на сончевиот диск не се спушти подлабоко од 18° под хоризонтот, настапува *вистинската ноќ*.

V. Основни фази на Месечината во 2013 година

VI. Календар на моментите на перигеј и апогеј и на планетарните конфигурации во 2013 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).

Вредностите на најголемата елонгација за Меркур се движат меѓу 18° и 28° , а за Венера меѓу 45° и 47° . Оваа вредност варира поради тоа што орбитите на планетите се елиптични и поради тоа што рамнината во која лежи орбитата за секоја планета по малку се разликува во вредноста на наклонот (аголот на инклинација) во однос на еклиптиката.

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 аголното растојание меѓу планетите во моментот на конјункција.

VII. Видливост на планетите во 2013 г.

VIII. Затемнување на Сонцето и Месечината во 2013 година

IX. Стеснет календар за метеорските роеви во 2013 година

Во табелата се дадени поголемите метеорски роеви, нивната активност и времето на максимумот на активност. *Зенитална брзина на час* (zenital hour rate) 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>

Х. Изгреви и залези на планетите во 2013 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.

І. ИЗГРЕВИ И ЗАЛЕЗИ НА СОНЦЕТО И МЕСЕЧИНАТА**ЈАНУАРИ 2013**

	С О Н Ц Е						МЕСЕЧИНА							
Датум	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	20	30	2	19	9	2
2	7	3	11	38	16	14	9	11	21	33	3	5	9	30
3	7	3	11	39	16	15	9	12	22	38	3	50	9	59
4	7	3	11	39	16	16	9	13	23	44	4	37	10	28
5	7	3	11	40	16	17	9	14	**	**	5	26	10	59
6	7	3	11	40	16	18	9	15	0	52	6	17	11	35
7	7	3	11	40	16	19	9	16	2	3	7	12	12	16
8	7	2	11	41	16	20	9	18	3	13	8	11	13	5
9	7	2	11	41	16	21	9	19	4	21	9	12	14	3
10	7	2	11	42	16	22	9	20	5	23	10	15	15	8
11	7	2	11	42	16	23	9	21	6	18	11	17	16	20
12	7	1	11	42	16	24	9	23	7	5	12	16	17	33
13	7	1	11	43	16	25	9	24	7	45	13	12	18	46
14	7	1	11	43	16	26	9	25	8	20	14	4	19	56
15	7	0	11	43	16	27	9	27	8	51	14	53	21	4
16	7	0	11	44	16	29	9	29	9	21	15	40	22	8
17	6	59	11	44	16	30	9	31	9	49	16	26	23	11
18	6	59	11	44	16	31	9	32	10	19	17	11	**	**
19	6	58	11	45	16	32	9	34	10	50	17	57	0	12
20	6	57	11	45	16	33	9	36	11	24	18	43	1	11
21	6	57	11	46	16	35	9	38	12	2	19	30	2	8
22	6	56	11	46	16	36	9	40	12	45	20	18	3	2
23	6	55	11	46	16	37	9	42	13	32	21	6	3	53
24	6	55	11	46	16	38	9	43	14	24	21	55	4	39
25	6	54	11	47	16	40	9	46	15	20	22	43	5	21
26	6	53	11	47	16	41	9	48	16	19	23	30	5	59
27	6	52	11	47	16	42	9	50	17	20	**	**	6	34
28	6	51	11	47	16	44	9	53	18	23	0	17	7	5
29	6	50	11	47	16	45	9	55	19	26	1	3	7	35
30	6	49	11	47	16	46	9	57	20	30	1	49	8	3
31	6	48	11	47	16	48	10	0	21	36	2	36	8	33

ФЕВРУАРИ 2013

	С О Н Ц Е				МЕСЕЧИНА			
Датум	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 47	11 48	16 49	10 2	22 43	3 24	9 03	
2	6 46	11 48	16 50	10 4	23 51	4 14	9 37	
3	6 45	11 48	16 51	10 6	** **	5 6	10 15	
4	6 44	11 49	16 53	10 9	1 0	6 2	11 0	
5	6 43	11 49	16 54	10 11	2 6	7 0	11 52	
6	6 42	11 49	16 55	10 13	3 9	8 0	12 51	
7	6 41	11 49	16 57	10 16	4 5	9 0	13 58	
8	6 39	11 49	16 58	10 19	4 55	9 59	15 9	
9	6 38	11 49	16 59	10 21	5 37	10 56	16 21	
10	6 37	11 49	17 1	10 24	6 15	11 49	17 32	
11	6 36	11 49	17 2	10 26	6 48	12 40	18 42	
12	6 34	11 49	17 3	10 29	7 19	13 29	19 49	
13	6 33	11 49	17 4	10 31	7 49	14 17	20 54	
14	6 32	11 49	17 5	10 33	8 19	15 3	21 57	
15	6 30	11 49	17 7	10 37	8 50	15 50	22 58	
16	6 29	11 49	17 8	10 39	9 23	16 37	23 56	
17	6 27	11 49	17 9	10 42	10 00	17 24	** **	
18	6 26	11 49	17 10	10 44	10 41	18 11	0 52	
19	6 25	11 48	17 12	10 47	11 26	19 0	1 44	
20	6 23	11 48	17 13	10 50	12 16	19 48	2 33	
21	6 23	11 48	17 14	10 51	13 10	20 36	3 16	
22	6 21	11 48	17 15	10 54	14 8	21 23	3 56	
23	6 20	11 48	17 17	10 57	15 8	22 11	4 32	
24	6 18	11 48	17 18	11 0	16 10	22 58	5 5	
25	6 17	11 48	17 19	11 2	17 14	23 44	5 36	
26	6 15	11 47	17 20	11 5	18 19	** **	6 6	
27	6 13	11 47	17 22	11 9	19 26	0 32	6 35	
28	6 12	11 47	17 23	11 11	20 34	1 20	7 6	

МАРТ 2013

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

АПРИЛ 2013

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

МАЈ 2013

	С О Н Ц Е						МЕСЕЧИНА							
Датум	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	31	12	32	19	33	14	2	0	30	5	36	10	47
2	5	30	12	32	19	34	14	4	1	12	6	31	11	56
3	5	29	12	31	19	35	14	6	1	48	7	22	13	4
4	5	27	12	31	19	36	14	9	2	21	8	11	14	10
5	5	26	12	31	19	38	14	12	2	51	8	58	15	14
6	5	25	12	31	19	39	14	14	3	20	9	44	16	17
7	5	24	12	31	19	40	14	16	3	50	10	30	17	19
8	5	22	12	31	19	41	14	19	4	21	11	16	18	20
9	5	21	12	31	19	42	14	21	4	54	12	3	19	19
10	5	20	12	31	19	43	14	23	5	31	12	51	20	16
11	5	19	12	31	19	44	14	25	6	11	13	39	21	10
12	5	18	12	31	19	45	14	27	6	56	14	27	21	59
13	5	17	12	31	19	46	14	29	7	45	15	15	22	43
14	5	16	12	31	19	47	14	31	8	37	16	3	23	23
15	5	15	12	31	19	48	14	33	9	33	16	49	23	59
16	5	14	12	31	19	49	14	35	10	30	17	34	**	**
17	5	13	12	31	19	50	14	37	11	29	18	19	0	31
18	5	12	12	31	19	51	14	39	12	29	19	4	1	1
19	5	11	12	31	19	52	14	41	13	31	19	50	1	31
20	5	10	12	31	19	53	14	43	14	36	20	37	2	0
21	5	9	12	31	19	54	14	45	15	43	21	27	2	30
22	5	8	12	31	19	55	14	47	16	53	22	20	3	3
23	5	7	12	31	19	56	14	49	18	5	23	17	3	40
24	5	6	12	31	19	57	14	51	19	17	**	**	4	23
25	5	6	12	32	19	58	14	52	20	26	0	17	5	14
26	5	5	12	32	19	59	14	54	21	28	1	20	6	14
27	5	4	12	32	19	59	14	55	22	23	2	23	7	20
28	5	4	12	32	20	0	14	56	23	9	3	24	8	31
29	5	3	12	32	20	1	14	58	23	48	4	23	9	43
30	5	2	12	32	20	2	15	0	**	**	5	17	10	53
31	5	2	12	32	20	3	15	1	0	23	6	8	12	1

ЈУНИ 2013

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

ЈУЛИ 2013

	С О Н Ц Е						МЕСЕЧИНА							
Датум	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	0	27	7	13	14	7
2	5	3	12	38	20	14	15	11	0	59	7	59	15	7
3	5	3	12	38	20	14	15	11	1	33	8	46	16	5
4	5	4	12	38	20	14	15	10	2	10	9	33	17	0
5	5	4	12	39	20	13	15	9	2	51	10	21	17	52
6	5	5	12	39	20	13	15	8	3	37	11	9	18	40
7	5	5	12	39	20	13	15	8	4	27	11	57	19	23
8	5	6	12	39	20	12	15	6	5	21	12	44	20	1
9	5	7	12	39	20	12	15	5	6	17	13	30	20	36
10	5	8	12	39	20	11	15	3	7	14	14	15	21	8
11	5	8	12	39	20	11	15	3	8	13	14	59	21	37
12	5	9	12	39	20	11	15	2	9	13	15	43	22	6
13	5	10	12	39	20	10	15	00	10	14	16	28	22	34
14	5	11	12	40	20	9	14	58	11	16	17	13	23	3
15	5	11	12	40	20	9	14	58	12	19	18	1	23	35
16	5	12	12	40	20	8	14	56	13	25	18	51	**	**
17	5	13	12	40	20	8	14	55	14	33	19	45	0	10
18	5	14	12	40	20	7	14	53	15	41	20	42	0	51
19	5	15	12	40	20	6	14	51	16	48	21	42	1	39
20	5	16	12	40	20	5	14	49	17	50	22	45	2	36
21	5	17	12	40	20	5	14	48	18	45	23	47	3	41
22	5	18	12	40	20	4	14	46	19	34	**	**	4	53
23	5	18	12	40	20	3	14	45	20	15	0	47	6	7
24	5	19	12	40	20	2	14	43	20	52	1	44	7	21
25	5	20	12	40	20	1	14	41	21	26	2	39	8	34
26	5	21	12	40	20	0	14	39	21	57	3	30	9	44
27	5	22	12	40	19	59	14	37	22	28	4	19	10	51
28	5	23	12	40	19	58	14	35	23	0	5	07	11	55
29	5	24	12	40	19	57	14	33	23	34	5	55	12	57
30	5	25	12	40	19	56	14	31	**	**	6	42	13	57
31	5	26	12	40	19	55	14	29	0	10	7	30	14	54

АВГУСТ 2013

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
1	5 27	12 40	19 54	14 27		0 51	8 17	15 47		
2	5 28	12 41	19 53	14 25		1 35	9 05	16 36		
3	5 29	12 41	19 52	14 23		2 23	9 53	17 21		
4	5 30	12 41	19 51	14 21		3 15	10 40	18 1		
5	5 31	12 41	19 49	14 18		4 10	11 27	18 38		
6	5 32	12 40	19 48	14 16		5 8	12 13	19 11		
7	5 33	12 40	19 47	14 14		6 6	12 58	19 41		
8	5 34	12 40	19 46	14 12		7 6	13 43	20 10		
9	5 35	12 40	19 44	14 9		8 7	14 27	20 39		
10	5 36	12 40	19 43	14 7		9 9	15 12	21 8		
11	5 38	12 40	19 42	14 4		10 12	15 59	21 38		
12	5 39	12 40	19 40	14 1		11 17	16 48	22 12		
13	5 40	12 39	19 39	13 59		12 22	17 39	22 50		
14	5 41	12 39	19 37	13 56		13 28	18 33	23 34		
15	5 42	12 39	19 36	13 54		14 34	19 31	** **		
16	5 43	12 39	19 35	13 52		15 36	20 30	0 26		
17	5 44	12 38	19 33	13 49		16 32	21 30	1 25		
18	5 45	12 38	19 32	13 47		17 23	22 30	2 32		
19	5 46	12 38	19 30	13 44		18 7	23 28	3 43		
20	5 47	12 38	19 29	13 42		18 46	** **	4 56		
21	5 48	12 37	19 27	13 39		19 21	0 23	6 09		
22	5 49	12 37	19 26	13 37		19 55	1 17	7 21		
23	5 50	12 37	19 24	13 34		20 27	2 8	8 30		
24	5 51	12 37	19 22	13 31		20 59	2 58	9 37		
25	5 52	12 36	19 21	13 29		21 33	3 46	10 42		
26	5 53	12 36	19 19	13 26		22 09	4 35	11 44		
27	5 54	12 36	19 18	13 24		22 48	5 23	12 43		
28	5 55	12 35	19 16	13 21		23 31	6 12	13 39		
29	5 56	12 35	19 14	13 18		** **	7 0	14 30		
30	5 57	12 35	19 12	13 15		0 18	7 48	15 16		
31	5 58	12 34	19 11	13 13		1 9	8 35	15 58		

СЕПТЕМВРИ 2013

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

ОКТОМВРИ 2013

	С О Н Ц Е				МЕСЕЧИНА			
Датум	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 17	11 46	2 45	9 33	16 12	
2	6 32	12 24	18 15	11 43	3 45	10 18	16 42	
3	6 33	12 23	18 13	11 40	4 47	11 3	17 11	
4	6 34	12 23	18 12	11 38	5 51	11 50	17 42	
5	6 35	12 22	18 10	11 35	6 56	12 39	18 15	
6	6 36	12 22	18 8	11 32	8 3	13 30	18 51	
7	6 37	12 22	18 7	11 30	9 11	14 24	19 33	
8	6 38	12 22	18 5	11 27	10 18	15 20	20 20	
9	6 39	12 21	18 3	11 24	11 21	16 18	21 14	
10	6 40	12 21	18 2	11 22	12 20	17 17	22 14	
11	6 42	12 21	18 0	11 18	13 13	18 15	23 20	
12	6 43	12 21	17 59	11 16	13 59	19 11	** **	
13	6 44	12 20	17 57	11 13	14 40	20 5	0 28	
14	6 45	12 20	17 55	11 10	15 16	20 57	1 37	
15	6 46	12 20	17 54	11 8	15 50	21 48	2 46	
16	6 47	12 20	17 52	11 5	16 22	22 37	3 54	
17	6 49	12 20	17 51	11 2	16 54	23 26	5 1	
18	6 50	12 20	17 49	10 59	17 27	** **	6 7	
19	6 51	12 19	17 48	10 57	18 1	0 15	7 12	
20	6 52	12 19	17 46	10 54	18 39	1 4	8 14	
21	6 53	12 19	17 45	10 52	19 20	1 54	9 14	
22	6 54	12 19	17 43	10 49	20 4	2 43	10 10	
23	6 56	12 18	17 42	10 46	20 53	3 32	11 1	
24	6 57	12 19	17 40	10 43	21 44	4 21	11 48	
25	6 58	12 18	17 38	10 40	22 38	5 9	12 29	
26	6 59	12 18	17 37	10 38	23 34	5 55	13 6	
27	6 0	11 18	16 36	10 36	23 32	5 40	12 40	
28	6 2	11 18	16 34	10 32	** **	6 25	13 11	
29	6 3	11 18	16 33	10 30	0 31	7 9	13 40	
30	6 4	11 18	16 31	10 27	1 31	7 54	14 9	
31	6 5	11 18	16 30	10 25	2 33	8 40	14 39	

НОЕМВРИ 2013

	С О Н Ц Е						МЕСЕЧИНА							
Датум	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	6	11	18	16	29	10	23	3	38	9	28	15	11
2	6	8	11	18	16	27	10	19	4	44	10	19	15	46
3	6	9	11	18	16	26	10	17	5	53	11	12	16	26
4	6	10	11	18	16	25	10	15	7	2	12	9	17	12
5	6	11	11	18	16	24	10	13	8	9	13	8	18	5
6	6	13	11	18	16	23	10	10	9	12	14	9	19	5
7	6	14	11	18	16	21	10	7	10	09	15	8	20	11
8	6	15	11	18	16	20	10	5	10	58	16	6	21	19
9	6	16	11	18	16	19	10	3	11	41	17	2	22	29
10	6	17	11	18	16	18	10	1	12	18	17	54	23	37
11	6	19	11	18	16	17	9	58	12	52	18	45	**	**
12	6	20	11	18	16	16	9	56	13	24	19	33	0	45
13	6	21	11	18	16	15	9	54	13	55	20	21	1	51
14	6	22	11	18	16	14	9	52	14	27	21	9	2	56
15	6	24	11	18	16	13	9	49	15	0	21	57	4	0
16	6	25	11	18	16	13	9	48	15	36	22	46	5	2
17	6	26	11	19	16	12	9	46	16	15	23	35	6	3
18	6	27	11	19	16	11	9	44	16	58	**	**	7	0
19	6	29	11	19	16	10	9	41	17	45	0	25	7	54
20	6	30	11	20	16	9	9	39	18	35	1	14	8	42
21	6	31	11	20	16	9	9	38	19	29	2	2	9	26
22	6	32	11	20	16	8	9	36	20	24	2	49	10	4
23	6	33	11	20	16	7	9	34	21	20	3	35	10	39
24	6	34	11	20	16	7	9	33	22	18	4	19	11	11
25	6	36	11	21	16	6	9	30	23	16	5	3	11	40
26	6	37	11	21	16	6	9	29	**	**	5	47	12	9
27	6	38	11	21	16	5	9	27	0	16	6	31	12	38
28	6	39	11	22	16	5	9	26	1	18	7	17	13	8
29	6	40	11	22	16	4	9	24	2	23	8	5	13	40
30	6	41	11	22	16	4	9	23	3	29	8	56	14	17

ДЕКЕМВРИ 2013

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 42	11 23	16 3	9 21	4 38	9 52	15 0		
2	6 43	11 24	16 3	9 20	5 48	10 50	15 50		
3	6 45	11 24	16 3	9 18	6 55	11 52	16 48		
4	6 46	11 24	16 3	9 17	7 56	12 54	17 53		
5	6 47	11 24	16 3	9 16	8 51	13 55	19 4		
6	6 48	11 25	16 3	9 15	9 38	14 54	20 15		
7	6 49	11 25	16 3	9 14	10 19	15 49	21 27		
8	6 49	11 26	16 2	9 13	10 55	16 42	22 36		
9	6 50	11 26	16 2	9 12	11 28	17 31	23 44		
10	6 51	11 27	16 3	9 12	11 59	18 20	** **		
11	6 52	11 28	16 3	9 11	12 30	19 7	0 49		
12	6 53	11 28	16 3	9 10	13 3	19 55	1 53		
13	6 54	11 29	16 3	9 9	13 37	20 43	2 55		
14	6 55	11 29	16 3	9 8	14 14	21 31	3 55		
15	6 55	11 29	16 3	9 8	14 55	22 20	4 53		
16	6 56	11 30	16 3	9 7	15 40	23 9	5 48		
17	6 57	11 30	16 4	9 7	16 29	23 57	6 38		
18	6 57	11 31	16 4	9 7	17 21	** **	7 23		
19	6 58	11 32	16 4	9 6	18 16	0 45	8 04		
20	6 59	11 32	16 5	9 6	19 12	1 31	8 40		
21	6 59	11 33	16 6	9 7	20 9	2 16	9 13		
22	7 0	11 33	16 7	9 7	21 6	3 0	9 43		
23	7 0	11 34	16 7	9 7	22 5	3 43	10 11		
24	7 1	11 34	16 8	9 7	23 4	4 26	10 39		
25	7 1	11 35	16 8	9 7	** **	5 10	11 8		
26	7 1	11 35	16 8	9 7	0 6	5 56	11 38		
27	7 2	11 35	16 9	9 7	1 9	6 44	12 11		
28	7 2	11 36	16 9	9 7	2 15	7 35	12 50		
29	7 2	11 36	16 10	9 8	3 23	8 31	13 34		
30	7 3	11 36	16 11	9 8	4 30	9 30	14 27		
31	7 3	11 37	16 12	9 9	5 35	10 32	15 29		

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/SelectTown.aspx>

и по изборот на државата Македонија напишете го името на населеното место.

III. Сезони, летно време, перихел и афел - 2013 г.

Настан	Месец	Ден	h	m
Почеток на пролетта	март	20 ^d	12 ^h	2 ^m
Почеток на летното време	март	31 ^d	2 ^h	0 ^m
Почеток на летото	јуни	21 ^d	7 ^h	4 ^m
Почеток на есента	септември	22 ^d	22 ^h	44 ^m
Крај на летното време	октомври	27 ^d	3 ^h	0 ^m
Почеток на зимата	декември	21 ^d	18 ^h	11 ^m
Земјата е во перихел	јануари	2 ^d	6 ^h	
Земјата е во афел	јули	5 ^d	17 ^h	

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

2013	Последна четврт d h m	Новолуние d h m	Прва четврт d h m	Полна месечина d h m	Последна четврт d h m
Јануари	5 4 58	11 20 44	19 0 45	27 5 38	-
Февруари	3 14 56	10 8 20	17 21 31	25 21 26	-
Март	4 22 53	11 20 51	19 18 27	27 10 27	-
Април	3 6 36	10 11 35	18 14 31	25 21 57	-
Мај	2 13 14	10 2 28	18 6 34	25 6 25	31 20 58
Јуни	-	8 17 56	16 19 24	23 13 32	30 6 53
Јули	-	8 9 14	16 5 18	22 20 15	29 19 43
Август	-	6 23 51	14 12 56	21 3 45	28 11 35
Септември	-	5 13 36	12 19 08	19 13 13	27 5 55
Октомври	-	5 2 34	12 1 02	19 1 38	27 1 40
Ноември	-	3 13 50	10 6 57	17 16 16	25 20 28
Декември	-	3 1 22	9 16 12	17 10 28	25 14 48

VI. Календар на моментите на перигеј и апогеј и на планетарните конфигурации во 2013 година

Јануари

- 7 2 Сатурн е на 3,7 северно од Месечината
- 10 11 Месечината е во перигеј (360048 km)
- 10 13 Венера е на 2,8° јужно од Месечината
- 18 10 Меркур е во горна конјункција
- 22 4 Јупитер е на 0,5° северно од Месечината.
- 22 12 Месечината е во апогеј (405313 km)

Февруари

- 3^d 11^h Сатурн е на 3,5° северно од Месечината
- 4 17 Марс е на 0,4° јужно од Нептун
- 6 22 Меркур е на 0,5° јужно од Нептун
- 7 13 Месечината е во перигеј (365314 km)
- 8 17 Меркур е на 0,3° северно од Марс
- 18 13 Јупитер е на 0,9° северно од Месечината.
- 19 7 Месечината е во апогеј (404475 km)
- 21 8 Нептун е во конјункција со Сонцето
- 28 9 Венера е на 0,8° јужно од Нептун

Март

- 2^d 16^h Сатурн е на 3,3° северно од Месечината
- 4 14 Меркур е во долна конјункција
- 6 0 Месечината е во перигеј (369954 km)
- 6 8 Меркур е на 5,3° северно од Венера
- 18 2 Јупитер е на 1,5° северно од Месечината
- 19 4 Месечината е во апогеј (404262 km)
- 22 19 Марс е на 0,0° северно од Уран
- 28 18 Венера е во горна конјункција
- 28 18 Венера е на 0,7° јужно од Уран
- 29 1 Уран е во конјункција со Сонцето
- 29 21 Сатурн е на 3,3° северно од Месечината
- 31 6 Месечината е во перигеј (367494 km)
- 31 24 Меркур е во максимална западна елонгација (28°)

Април

- 6^d 18^h Венера е на 0,7° јужно од Марс
- 14 20 Јупитер е на 2,1° северно од Месечината
- 16 0 Месечината е во апогеј (404865 km)
- 18 2 Марс е во конјункција со Сонцето
- 19 23 Меркур е на 2° јужно од Уран
- 26 4 Сатурн е на 3,5° северно од Месечината
- 27 22 Месечината е во перигеј (362268 km)
- 28 10 Сатурн е во опозиција

Мај

- 8^d 0^h Меркур е на 0,4° јужно од Марс
- 11 23 Меркур е во горна конјункција
- 12 15 Јупитер е на 2,6° северно од Месечината
- 13 16 Месечината е во апогеј (405827 km)
- 23 12 Сатурн е на 3,7° северно од Месечината
- 25 6 Меркур е на 1,4° северно од Венера
- 26 2 Месечината е во перигеј (358375 km)
- 27 8 Меркур е на 2,4° северно од Јупитер
- 28 23 Венера е на 1° северно од Јупитер

Јуни

- 9^d 24^h Месечината е во апогеј (406487 km)
- 10 13 Венера е на 5,3° северно од Месечината
- 12 19 Меркур е во максимална источна елонгација (24°)
- 19 17 Јупитер е во конјункција со Сонцето
- 19 20 Сатурн е на 3,6° северно од Месечината
- 20 9 Меркур е на 1,9° јужно од Венера
- 23 13 Месечината е во перигеј (358482 km)

Јули

- 7 3 Месечината е во апогеј (406493 km)
- 9 21 Меркур е во долна конјункција
- 17 3 Сатурн е на 3,3° северно од Месечината
- 21 22 Месечината е во перигеј (358402 km)
- 22 8 Марс е на 0,8° северно од Јупитер
- 30 11 Меркур е во максимална западна елонгација (26°)

Август

3 ^d	11 ^h	Месечината е во апогеј (405834 km)
4	0	Јупитер е на 4,0° северно од Месечината
10	4	Венера е на 5,1° северно од Месечината
13	11	Сатурн е на 2,8° северно од Месечината
19	3	Месечината е во перигеј (362256 km)
24	23	Меркур е во горна конјункција
27	2	Нептун е во опозиција
31	2	Месечината е во апогеј (404883 km)
31	19	Јупитер е на 4,5° северно од Месечината

Септември

8 ^d	23 ^h	Венера е на 0,4° северно од Месечината
9	19	Сатурн е на 2,3° северно од Месечината
15	19	Месечината е во перигеј (367388 km)
20	2	Венера е на 3,7° јужно од Сатурн
27	20	Месечината е во апогеј (404309 km)

Октомври

3 ^d	15 ^h	Уран е во опозиција
7	0	Меркур е на 2,8° јужно од Месечината
7	6	Сатурн е на 1,9° северно од Месечината
8	14	Венера е на 4,7° јужно од Месечината
8	15	Меркур е на 5,0° северно од Сатурн
9	12	Меркур е во максимална источна елонгација (25°)
11	1	Месечината е во перигеј (369813 km)
25	16	Месечината е во апогеј (404561 km)
28	22	Меркур е на 4,0° северно од Сатурн

Ноември

1 ^d	10 ^h	Венера е во максимална источна елонгација (47°)
1	21	Меркур е во долна конјункција
6	10	Месечината е во перигеј (365362 km)
6	12	Сатурн е во конјункција со Сонцето
18	3	Меркур е во максимална западна елонгација (20°)
22	11	Месечината е во апогеј (405446 km)
26	6	Меркур е на 0,3° јужно од Сатурн

Декември

1 ^d 11 ^h	Сатурн е на 1,2° северно од Месечината
4 11	Месечината е во перигеј (360065 km)
20 1	Месечината е во апогеј (406269 km)
26 4	Марс е на 4,6° северно од Месечината
29 3	Сатурн е на 0,9° северно од Месечината
29 7	Меркур е во горна конјункција

VII. Видливост на планетите во 2013 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 дати: 31 март во 24 h на 28° (изгрев), 12 јуни во 19 h на 24° (залез), 30 јули во 11 h на 26° (изгрев), 9 октомври во 12 h на 25° (залез) и на 18 ноември во 3 h на 19° (изгрев). 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 кадешто 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“.

Во почетокот на годината Венера се уште се гледа кон исток пред изгрејсонце, а времетраењето на нејзината видливост се намалува, и околу 28 март кога е во конјункција со Сонцето веќе не може да се набљудува. После тоа се појавува на запад како свезда „свезда Вечерница“, при што нејзината вечерна видливост расте до 1 ноември кога Венера е во максимална источна елонгација. После овој фатум нејзината видливост се намалува, но сепак Венера е видлива на западното небо до крајот на годината.

Марс

Во почетокот на годината Марс се гледа краток период на запад после залезот на Сонцето. Периодот на видливост му се намалува и во текот на април и голем дел од месец мај Марс не се гледа затоа што изгрева и заоѓа со Сонцето (во конјункција е на 18 април). После тоа „црвената планета“ почнува да се појавува на исток пред изгрејсонце. Таа изгрева се порано и кон крајот на годината се гледа во текот на втората половина на ноќта.

Јупитер 4

Во почетокот на годината Јупитер е достапен за набљудување до кај 4 h после полноќ. Потоа тој заоѓа се порано и во почетокот на март е видлив само во првата половина на ноќта. Во текот на јуни не може да се набљудува (конјункцијата со Сонцето е на 19 јуни). По тој датум планетата се појавува наутро на исток при што периодот на нејзината видливост се зголемува и кон крајот на годината е видлив речиси во текот на целата ноќ).

Сатурн 5

Во почетокот на годината планетата изгрева околу два часа после полноќ. Подоцна изгревот настапува се порано и во текот на април и мај планетата е видлива речиси целата ноќ (опозицијата е на 28 април). Потоа периодот на видливост намалува и кон крајот на јуни Сатурн се гледа само во текот на првата половина на ноќта. Кон крајот на октомври и во текот на првата половина на ноември изгрева и заоѓа речиси едновременно со Сонцето (конјункцијата е на 6 ноември) и е достапен за набљудување. По овој период настапува утринска видливост на Сатурн која поради пораното неговото изгревање се зголемува и кон крајот на годината тој се гледа после 3 часот.

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 до околу 22 ч. Околу конјункцијата на 29 март 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 3 октомври кога е видлив во текот на целата ноќ. По

опозицијата, оваа планета заоѓа се порано и кон крајот на годината е видлива само до кај 23 часот.

Нептун ♆

Оваа планета може да се види со користење на мал оптички телескоп. Во почетокот на годината се гледа кратко време по залезот на Сонцето. По конјункцијата со Сонцето на 21 февруари, настапува период на утринска видливост. Во јуни Нептун е видлив во втората половина на ноќта, а околу опозицијата на 27 август е видлив речиси преку целата ноќ. Потоа планетата заоѓа се порано и кон крајот на годината е видлива во временски интервал од околу четири часа по залезот на Сонцето.

VIII. Затемнувања во текот на 2013 г.

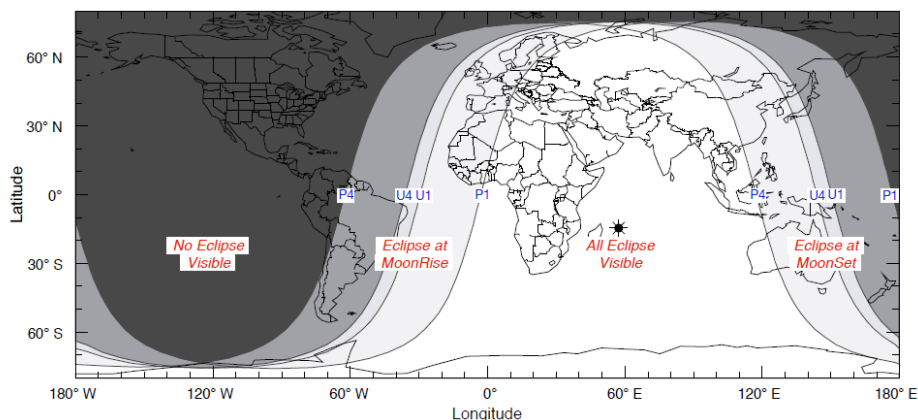
Во текот на 2013 година ќе има пет затемнувања (еклипси): две сончеви и три месечеви (<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html>). Сите моменти се дадени по официјалното време во државата.

1. Делумно затемнување на Месечината на 25 април 2013 г.

Затемнувањето спаѓа кон сарос 112. (Циклусот на сарос е временски период од околу 18 години, 11 денови и 8 часа или приближно $6585\frac{1}{3}$ денови, по кој се повторува взаемната геометрија на Сонцето, Месечината и Земјата. Се користи за определувањето на времето на настапување на идентични еклипси). Видливо е од Австралија, Азија (без крајниот источен дел), Европа, Африка, островот Мадагаскар, Индискиот Океан и Атлантскиот Океан без крајниот западен дел.

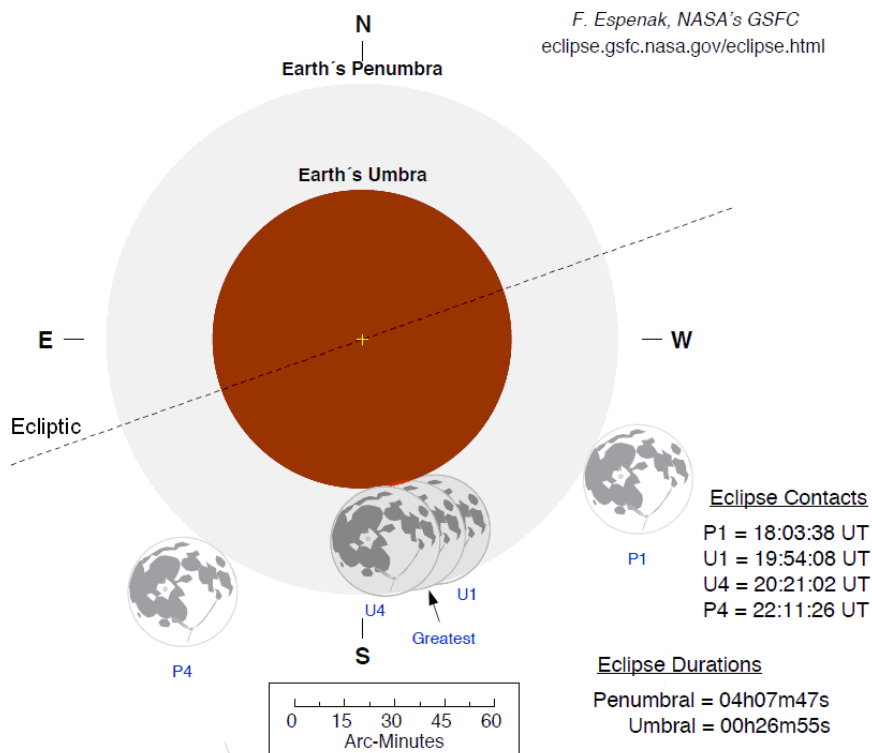
Карактеристичните моменти на затемнувањето се:

- прв контакт на Месечината со полусенката на Земјата: 20^h03^m38^s;
- почеток на парцијалното затемнување: 21^h54^m8^s;
- максимална фаза (0,015): 22^h7^m30^s;
- крај на парцијалното затемнување: 22^h21^m2^s;
- последен контакт на Месечината со Земјината полусенка: 0^h11^m26^s на 26 април.



Сл. 1. Мапа на областите опфатени со делумната еклипса на Месечината на 25.04.2013 година

Partial Lunar Eclipse of 2013 Apr 25



Сл. 2. Скица на карактеристичните контакти при делумната еклипса на Месечината на 25.04.2013

Од територијата на Македонија ова затемнување ќе може да се набљудува од почетокот до крајот, но максималната фаза на парцијалното затемнување е многу мала. Фазата на полусенчестото затемнување е 0,987, но промената во осветленоста на Месечината ќе може да се регистрира само со инструменти.

2. Прстенесто затемнување на Сонцето на 9/10 мај 2013

Ова затемнување припаѓа на сарос 138. Линијата на централното затемнување поминува преку Тихиот Океан и Австралија. Като парцијално може да се набљудува од Австралија (без западниот брег), Нова Гвинеја, најсеверниот дел на Нов Зеланд, Индонезија, Филипините и поголемиот дел од Тихиот Океан. Геоцентричната конјункција на Месечината и Сонцето е во $2^{\text{h}}19^{\text{m}}40,6^{\text{s}}$ на 10 мај. Максималната фаза (0,954) е во $2^{\text{h}}25^{\text{m}}13,0^{\text{s}}$ при $\alpha_{\odot} = 3^{\text{h}}08^{\text{m}}17,4^{\text{s}}$ и $\delta_{\odot} = 17^{\circ}36'34,3''$ и $\alpha_{\zeta} = 3^{\text{h}}08^{\text{m}}28,1^{\text{s}}$ и $\delta_{\zeta} = 17^{\circ}22'6,0''$.

Почетокот на делумното затемнување е во $23^{\text{h}}25^{\text{m}}10^{\text{s}}$ на 9 мај по официјално време. Централното затемнување почнува во $0^{\text{h}}30^{\text{m}}34,3^{\text{s}}$ на 10 мај и завршува во $4^{\text{h}}19^{\text{m}}57,8^{\text{s}}$. Крајот на делумното затемнување е во $5^{\text{h}}25^{\text{m}}22,6^{\text{s}}$ на 10 мај.

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

3. Полусенчесто затемнување на Месечината на 25 мај 2013 г.

Затемнувањето спаѓа кон сарос 150. Видливо е од Африка (без крајниот источен дел), Атлантскиот Океан, Северна Америка (без крајниот западен дел), Јужна Америка, Пиринејскиот полуостров, источниот дел на Тихиот Океан, Ирска, крајниот јужен дел на Гренланд и атлантското крајбрежје на Антарктикот.

Карактеристичните моменти на затемнувањето се:

- прв контакт на Месечината со полусенката на Земјата: $5^{\text{h}}53^{\text{m}}11^{\text{s}}$;
- максимална фаза (0,016) $6^{\text{h}}10^{\text{m}}0^{\text{s}}$;
- последен контакт на Месечината со Земјината полусенка: $6^{\text{h}}26^{\text{m}}56^{\text{s}}$.

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

4. Полусенчесто затемнување на Месечината на 18/19 октомври 2013 г.

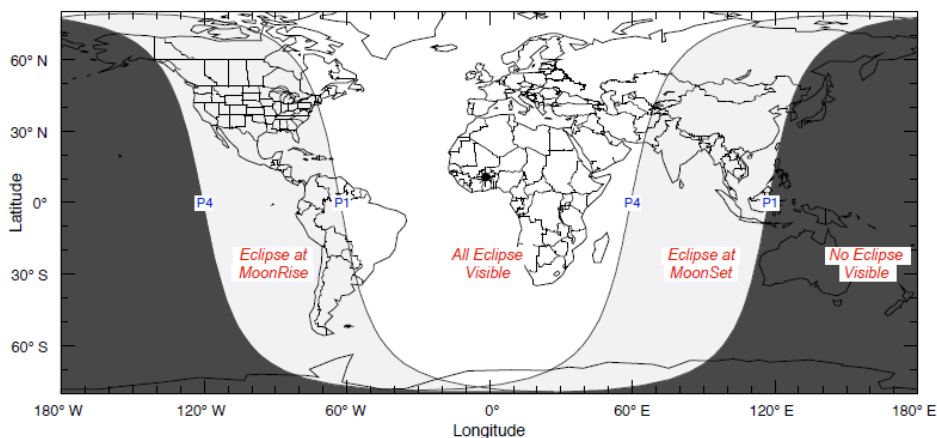
Затемнувањето припаѓа кон сарос 117 и е видно од Европа, Африка, островот Мадагаскар, Азија (без крајниот источен дел), Северна Америка (без крајниот западен дел), Јужна Америка, јужниот дел на островот Гренланд, Атлантскиот Океан и Индискиот Океан.

Геоцентричната опозиција на Сонцето и Месечината е во $1^{\text{h}}37^{\text{m}}39,6^{\text{s}}$ на 19 октомври. Во моментот на максимална фаза координатите се соодветно: $\alpha_{\odot} = 13^{\text{h}}35^{\text{m}}31,9^{\text{s}}$, $\delta_{\odot} = -9^{\circ}57'15,0''$ и $\alpha_{\text{c}} = 1^{\text{h}}34^{\text{m}}19,6^{\text{s}}$, $\delta_{\text{c}} = 11^{\circ}0'12,2''$.

Карактеристичните моменти на затемнувањето се:

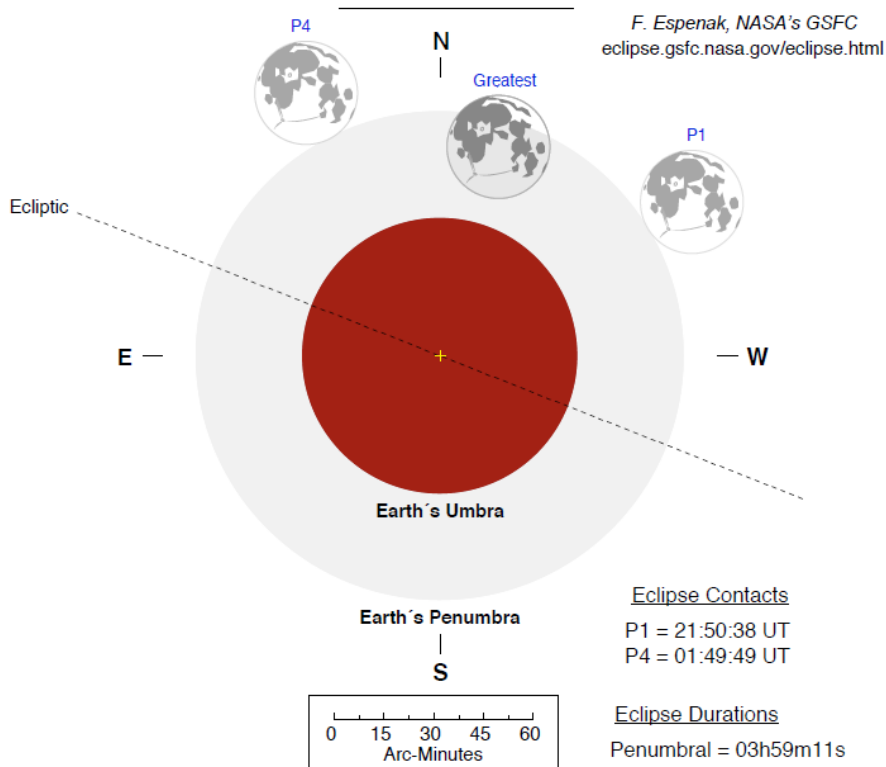
- прв контакт на Месечината со полусенката на Земјата: $23^{\text{h}}50^{\text{m}}38^{\text{s}}$ на 18 октомври;
- максимална фаза (0,765) $1^{\text{h}}50^{\text{m}}17^{\text{s}}$ на 19 октомври;
- последен контакт на Месечината со Земјината полусенка: $3^{\text{h}}49^{\text{m}}49^{\text{s}}$ на 19 октомври.

Од Македонија затемнувањето може да се набљудува од почетокот до крајот, но промената на сјајот на Месечината при полусенчестите затемнувања може да се регистрира само со инструменти.



Сл. 3. Мапа на областите опфатени со полусенчестата еклипса на Месечината на 18.10.2013

Penumbral Lunar Eclipse of 2013 Oct 18



Сл. 4. Скица на карактеристичните контакти при полусенчестата еклипса на Месечината на 18.10.2013

5. Хибридно затемнување на Сонцето на 3 ноември 2013 г.

Hybrid Solar Eclipse of 2013 Nov 03

Geocentric Conjunction = 12:38:46.1 U

Greatest Eclipse = 12:46:28.3 U

Eclipse Magnitude = 1.0159

External/Internal Contacts of Penumbra

P1 = 10:04:33.7 UT

P2 = 12:13:10.6 UT

P3 = 13:19:59.2 UT

P4 = 15:28:21.0 UT

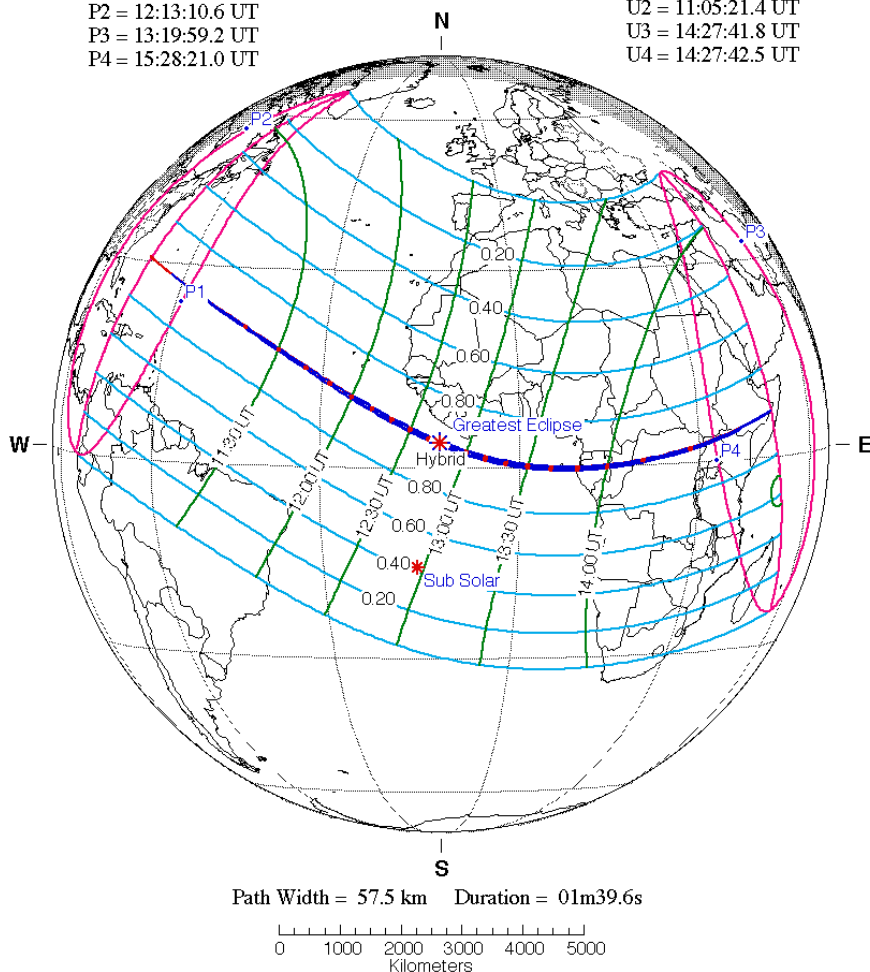
External/Internal Contacts of Umbra

U1 = 11:05:17.2 UT

U2 = 11:05:21.4 UT

U3 = 14:27:41.8 UT

U4 = 14:27:42.5 UT



Сл. 5. Патека на хибридно затемнување на Сонцето на 3 ноември 2013

Затемнувањето припаѓа на сарос 143. Ова затемнување во почетокот е прстенесто, а кон крајот станува полно затемнување. Централната линија започнува од Саргасовото море недалеку од

канадскиот брег, го пресекува Атлантскиот Океан и Африка и завршува на западниот дел на полуостровот Сомалија. Како парцијално затемнување е видливо од крајните северни области на Јужна Америка, источниот дел на полуостровот Лабрадор, поголемиот дел од Атлантскиот Океан, Африка (без источниот дел на Сомалискиот полуостров), Пиринејскиот полуостров, јужниот дел на Апенинскиот полуостров, островот Сицилија, Средоземното море, јужниот дел на Балканскиот полуостров, Црвеното море и западниот дел на Мала Азија.

Геоцентричната конјункција на Сонцето и месечината е во $13^{\text{h}}38^{\text{m}}46,1^{\text{s}}$ официјално (зимско) време. Максималната фаза (1,016) е во $13^{\text{h}}46^{\text{m}}28,3^{\text{s}}$ при $\alpha_{\odot} = 14^{\text{h}}35^{\text{m}}19,8$, $\delta_{\odot} = -15^{\circ}12'22,3''$ и $\alpha_{\zeta} = 14^{\text{h}}35^{\text{m}}37,0^{\text{s}}$, $\delta_{\zeta} = -14^{\circ}53'29,8''$.

Почетокот на делумното затемнување е во $11^{\text{h}}4^{\text{m}}33,7^{\text{s}}$. Централното затемнување започнува во $12^{\text{h}}5^{\text{m}}17,2^{\text{s}}$ и завршува во $15^{\text{h}}27^{\text{m}}42,5^{\text{s}}$. Крајот на делумното затемнување е во $16^{\text{h}}28^{\text{m}}21,0^{\text{s}}$.

Од Македонија затемнувањето може да се набљудува само од најјужните области како делумно (парцијално) со многу мала фаза. За Охрид на пример тоа почнува во $14^{\text{h}}16^{\text{m}}45^{\text{s}}$ и завршува во $14^{\text{h}}38^{\text{m}}14^{\text{s}}$. Максималната фаза (0,009) е во $14^{\text{h}}27^{\text{m}}33^{\text{s}}$.

IX. Стеснет календар на метеорските роеви во 2013 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 - 2013 г.

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

		Јупитер		Сатурн	
месец	ден	изгрев	залез	изгрев	залез
I	1	13 49	4 39	2 5	12 38
	11	13 7	3 56	1 29	12 1
	21	12 26	3 14	0 53	11 23
	31	11 46	2 35	0 16	10 45
II	10	11 07	1 56	23 34	10 7
	20	10 29	1 20	22 54	9 28
III	2	9 52	0 45	22 14	8 48
	12	9 17	0 11	21 33	8 8
	22	8 42	23 35	20 52	7 28
IV	1	9 8	0 6	21 10	7 47
	11	8 35	23 33	20 27	7 6
	21	8 03	23 2	19 44	6 25
V	1	7 31	22 33	19 1	5 44
	11	7 0	22 3	18 18	5 2
	21	6 29	21 34	17 35	4 21
	31	5 59	21 5	16 53	3 40
VI	10	5 29	20 36	16 11	2 59
	20	5 0	20 7	15 30	2 19
	30	4 30	19 38	14 49	1 39
VII	10	4 1	19 8	14 10	0 59
	20	3 31	18 38	13 31	0 20
	30	3 2	18 8	12 54	23 37
VIII	9	2 32	17 37	12 17	22 59
	19	2 1	17 2	11 40	22 21
	29	1 31	16 33	11 5	21 43
IX	8	1 0	16 1	10 30	21 6
	18	0 28	15 27	9 55	20 29
	28	23 51	14 52	9 21	19 52
	8	23 17	14 17	8 47	19 16
X	18	22 42	13 41	8 14	18 39
	28	21 4	12 3	6 41	17 3
	7	20 26	11 24	6 07	16 27
XI	17	19 45	10 45	5 34	15 51
	27	19 3	10 4	5 1	15 15
XII	7	18 20	9 22	4 27	14 39
	17	17 35	8 39	3 53	14 3
	27	16 50	7 55	3 19	13 27

vasil@astro.bas.bg
gordanaa@pmf.ukim.mk