



Македонско астрономско друштво

Астрономски алманах 2018

Скопје, 2018

Редакциски одбор на Астрономски алманах 2018

(број 17):

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://astronomy.pmf.ukim.mk/>

*

*

*

На предниот дел од корицата: Илустрација на вселенското летало Јуно во лет околу јужниот пол на Јупитер. *Извор: NASA*

На задниот дел од корицата: Спектар на квазарот HE0940-1050 (*горна слика*). *Извор: Telescopier-Word press.com*

Учесниците и предавачите на астрономската школа во 2017 година пред влезот на ПМФ (*долна слика*).

*

*

*

Компјутерска подготовка:

Киро Мавроски

*

*

*

Печати:

Дизајн и принт солушн студио „Мавроски“

*

*

*

Тираж:

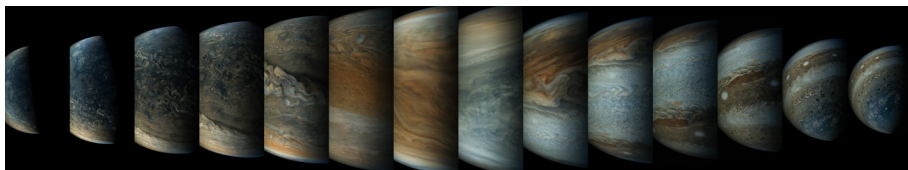
100 примероци

СОДРЖИНА

ЈУПИТЕР И НЕГОВИТЕ САТЕЛИТИ	5
<i>Моника Пешевска</i>	
НЕКОИ ТЕХНОЛОГИИ ОД СУШТИНСКО ЗНАЧЕЊЕ ЗА НАПРЕДОК НА ВСЕЛЕНСКИТЕ ПАТУВАЊА	21
<i>Ристе Попески-Димовски</i>	
ПАРАЛЕЛНИ ВСЕЛЕНИ	27
<i>Наце Стојанов</i>	
КВАЗАРИ	35
<i>Науме Шентевски и Олгица Кузмановска</i>	
НОБЕЛОВАТА НАГРАДА ЗА ФИЗИКА ЗА 2017	47
<i>Кимет Јусуфи</i>	
„СВЕЗДЕНИТЕ ПАТЕКИ“ И ФИЗИКАТА НА 21 ВЕК (II ДЕЛ)	53
<i>Моника Пешевска и Александар Ѓурчиновски</i>	
КОСМОСОТ НА КАРЛ САГАН	65
<i>Александар Ѓурчиновски</i>	
„TEACH ASTRONOMY“	73
<i>Ана Трпковска</i>	
Информации за XIX Зимска школа по астрономија и натпреварот по астрономија во 2018 година	77
Астрономски календар за 2018 година	79
<i>Васил Умленски и Гордана Апостоловска</i>	

ЈУПИТЕР И ГАЛИЛЕЕВИТЕ САТЕЛИТИ

Моника Пешевска



Сл. 1. Фотографија од Јупитер направена од вселенскиот брод Јуно

Тргнувајќи од Сонцето, на околу 778 340 821 km се наоѓа планета од која може да се набљудуваат околу 67 сателити. Од нив, дел настанале заедно со планетата, а други биле случајни “минувачи” кои останале “заробени” во орбита околу оваа планета. Тука бурите му пркосат на времето и траат и над 300 години, при што временските услови и однесувањето на атмосферата не може да се опишат ниту со најсложените диференцијални равенки. На оваа планета температурите се спуштаат и до -148°C и не постои површина на која би слетал вселенски брод. Позната како голем гасовски џин, таа има радиус што е речиси 11 пати поголем од оној на нашата планета Земја. Еден сончев фотон пристигнува до неа за околу 43 минути, додека на вселенскиот брод “Јуно”, лансиран од нашата планета, му беа потребни речиси 5 години. Таа е најсветлиот објект на ноќното небо после Месечината и планетата Венера. Забележана уште од античкиот период, оваа планета го носи името на богот на молњата, римскиот врховен бог Јупитер.

Како се формирала планетата Јупитер?

Сончевиот систем се формирал пред околу 4,5 милијарди години. Пертурбациите поттикнати од експлозија на супернова довеле до прераспределба на материјата (гас и прашина) во пространiot молекуларен облак, по што истата почнала да се акумулира. Сонцето е првиот објект што се формирал, а од досегашните сознанија Јупитер е првата планета што се формирала после формирањето на Сонцето. Според најголем дел од теориите, Јупитер настанал како резултат на акумулација на лед, камења и метали кои биле присутни во Сончевиот систем пред околу 4 милијарди години. Тешки елементи, астероиди и комети под дејство

на гравитација постепено се акумулирале формирајќи ги првите планетезимали. Планетезималите пак, под дејство на гравитација исто така се акумулирале, постепено оформувајќи го јадрото на Јупитер. Со текот на времето јадрото станало толку масивно што ги привлекувало и водородните и хелиумовите јадра со сопствената гравитација. Всушност, од тогаш атмосферата на Јупитер го добива составот кој ние денес го знаеме : околу 75% водород, 24% хелиум и 1% останати хемиски елементи и соединенија: сулфур, кислород, неон, водена пареа, амонијак како и разни јаглехидрати. Хемискиот состав на атмосферата на Јупитер речиси и не се разликува од оној на Сонцето. Затоа постојат и поинакви теории според кои Јупитер и воопшто нема јадро туку е формиран од гасот и прашината што го обиколувале Сонцето набрзо после неговото раѓање. Како што овој гас се ладел и кондензирал, се оформиле одредени погустии делови, при што еден од тие делови бил доволно густ за да почне гравитациски да го привлекува околниот гас. Со текот на времето, оваа акумулација на гас нараснала доволно за да се оформи планета. Сепак, ниту првата ниту втората теорија не се со сигурност потврдени. Последната мисија на НАСА, мисијата “Juno”, односно „Јунона“ во превод, има за главна цел да одговори токму на ова прашање. Од последните податоци кои се добија од овој вселенски брод, преку определување на гравитационата сила со која Јупитер го привлекува “Juno” произлезе дека Јупитер веројатно нема цврсто и компактно јадро. Ако претходно се сметало дека има јасно одделување на слоевите од внатрешноста на Јупитер, сегашните податоци покажуваат дека јадрото на Јупитер е поголемо од досегашното мислење и е слоевито, но има мешање на самите слоеви.

Дали Јупитер има површина?

Јупитер е познат како огромна гасовита планета. Интересно е тоа што определениот дијаметар на Јупитер од околу 142 984 km е всушност растојанието од центарот на планетата до оној слој од атмосферата каде притисокот изнесува 100 kPa. Од досегашните истражувања Јупитер нема површина. Почнувајќи од неговото јадро па движејќи се кон надворешноста се менува и температурата и притисокот, почнувајќи од најголеми вредности во јадрото(околу 35000K и 4000 GPa). Намалувањето на температурата и на притисокот влијае врз хемиските елементи кои се составен дел на Јупитер, но јасно одделени делови нема (на пример, јасно одделување на водородот во течна агрегатна состојба од оној во гасовита). Гасот постепено преминува во цврста состојба.

Какво е магнетното поле на Јупитер?

Според досегашните податоци, во долните слоеви од атмосферата на оваа планета растат и температурата и притисокот, што доведува до претворба на гасовитиот водород во течна состојба. Овој течен водород е толку многу застапен што Јупитер е планета со најголемиот океан од течен водород. Вредностите за притисокот и температурата во овие делови од планетата доведуваат до избивање на електроните од самите водородни атоми, правејќи го овој океан од течен водород масивен електричен спроводник. Овој податок, заедно со податокот дека Јупитер ротира толку брзо што деноноќието трае околу 10 часа, доведуваат до заклучок дека планетата има многу силно магнетно поле. Всушност, Јупитер го има најсилното магнетно поле од сите планети во Сончевиот систем. Се претпоставува дека магнетното поле е резултат на вртложните струи внатре во слојот од течен/метален водород. Од последните податоци што ги даде вселенскиот брод “Juno”, вредностите за магнетната индукција се движат околу 0.8 mT на екваторот. Вредностите од околу 1.4 mT на половите се вредности од претходни истражувања и истите се проверуваат со мисијата “Juno” која што е сè уште во тек. Сателитот Ио (најблискиот Галилеев сателит) има големо влијание врз магнетното поле на оваа планета. Како Ио влијае е опишано во делот за самиот сателит.

Како Јупитер влијае на телата во Сончевиот систем?

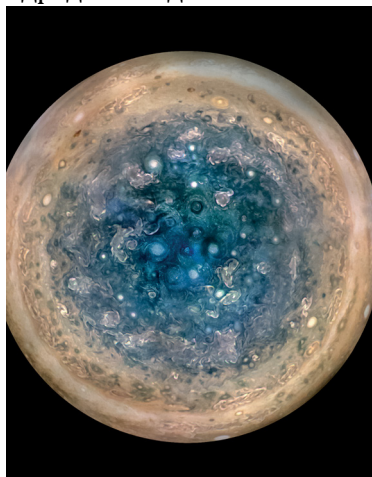
Во други планетарни системи е забележано дека големите планети како што е Јупитер може да мигрираат, доближувајќи се поблиску до ѕвездата околу која орбитааат. При ваква миграција, каменестите планети кои се наоѓаат на патот меѓу џиновската планета и ѕвездата можат или да бидат „проголтани“ од џиновската планета или пак да го напуштат ѕвездениот систем.

Се смета дека во минатото Јупитер се придвижил кон Сонцето при што дошло до судири со постоечките планети меѓу Јупитер и Сонцето, па се формирале нови планети од остатоците. Потоа Јупитер се придвижил кон надворешноста. Оваа хипотеза се нарекува „Grand Tack Hypothesis“. Денес Јупитер веќе долго време се наоѓа на определено растојание од Сонцето, со што станал „чувар“ на внатрешните планети. Неговата масивност влијае врз одржувањето на приближно кружна орбита на внатрешните планети. Доколку внатрешните планети би имале елиптични орбити со значително поголем ексцентрицитет, тогаш револуцијата околу Сонцето би довела до огромни температурни разлики во текот на годината. Во случајот на Земјата, таквите разлики во климатските услови би ја

оневозможиле постепената еволуција на живиот свет и прилагодувањето кон надворешните услови, а со тоа би се оневозможил и развојот на животот. Приближно кружната орбита на внатрешните планети овозможува задржување на одредени климатски услови за подолг временски период.

Освен влијание врз орбитата на внатрешните планети, Јупитер е исто така причината поради која постои Главен астероиден појас меѓу Марс и Јупитер. Доколку Јупитер не бил толку масивен, тогаш веројатно на местото на Главниот астероиден појас би постоела планета.

Влијанието на Јупитер се истакнува и преку менувањето на орбитите на бројни комети и астероиди. Неретко се случува Јупитер со својата гравитација да ги привлече и “проголта” овие вселенски објекти. Оваа планета често и ги пренасочува кометите и астероидите, при што наместо да се движат кон внатрешните планети, тие се придвижуваат кон неговата надворешноста на Сончевиот систем. Така Јупитер всушност ги испраќа на долги патишта, пренасочувајќи ги кон Ортовиот облак. Сепак, во минатото се случувало оваа планета да насочи одреден астероид или комета токму кон внатрешните планети. Овие судири со Земјата веројатно донеле вода на нашата планета, како и предизвикале исчезнување на одредени видови како што се, на пример диносаурсите.



Сл. 2. Јупитеровиот јужен пол.

Комбинација од повеќе фотографии од вселенскиот брод “Juno” на височина од 52 000 km над Јупитер. Оваа мисија има за цел и да истражи зошто се различни јужниот и северниот пол на оваа планета, како и да ги проучи бројните бури во атмосферата.

Каква е атмосферата на Јупитер?

Јупитер ја има најголемата планетарна атмосфера која се протега и над 5000 km во висина. Облаците од кристали на амонијак и најверојатно амониум хидросулфид се наоѓаат во тропопаузата¹ при

¹ Слој помеѓу тропосферата и стратосферата

што се поделени во ленти кои наоѓаат на различни латитуди и кои се нарекуваат тропски региони. Овие региони се поделени во светли зони и темни појаси. Како структури циркулираат околу Јупитер при што во интеракција доаѓаат и структури кои циркулираат во обратни насоки. Токму ваквите интеракции доведуваат до појава на бури.

Под слојот облаци од амонијак можно е да постојат облаци од вода. Оваа идеја доаѓа од детектираните молњи кои биле забележани во атмосферата на Јупитер и за кои се претпоставува дека се и до 1000 пати помоќни од молњите на нашата Земја.

Портокаловата и кафеавата боја кои се забележуваат на планетата Јупитер се должат токму на компонентите во атмосферата кои ја менуваат бојата при изложеност на ултравиолетово зрачење (кое доаѓа од Сонцето). Такви компоненти се фосфорот, сулфурот и најверојатно одредени јаглеводороди.

Кога станува збор за бурите кои можат да се забележат на оваа планета, од сите особено се издвојува бурата наречена Големата црвена дамка/пега. Иако сè уште не се знае точната причина за црвената боја на оваа бура, се претпоставува дека таа се должи на присуството на црвен фосфор или пак на присуството на одредени органски материи. Оваа бура трае 187 години (ако се покаже дека претходните набљудувања на бура на Јупитер се всушност набљудувања на оваа бура, тогаш нејзината старост надминува 350 години). Бурата има овална структура и ротира во насока спротивна од насоката на стрелките на часовникот, со период од околу 6 дена. Набљудувањата на оваа бура покажуваат дека нејзините димензии се намалуваат при што од последните мерења во 2015 година се увидело дека нејзината должина од 41 000km (податок од 1800тите години) се намалила на околу 16 500km(податок од 2015 година). Брзината со која се намалува оваа бура е околу 930 km во тек на една година.

Во 2017 година преку големиот телескоп² во Чиле била откриена нова бура која го добила називот Големата студена дамка/пега поради нејзината температура која била дури 200°C пониска од онаа на нејзината околина.

Атмосферата на Јупитер е препознатлива и по диференцијалната ротација: различни слоеви од самата атмосфера на оваа планета ротираат со различни аголни брзини. Така, кај Јупитер деловите кои се поблизу до половите ротираат со помали брзини споредено со брзините со кои ротираат слоевите кои се близу екваторот. Правилно заклучуваме дека на различни делови од Јупитер деноноќието не трае подеднакво. Деноноќието близу

² Very Large Telescope(VLT)

половите трае околу 9 часа и 55 минути, додека близу екваторот трае околу 9 часа и 50 минути.

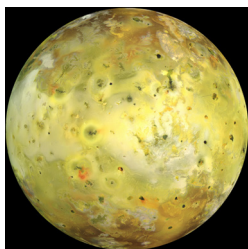
Колку природни сателити има Јупитер?

Досега се откриени 67 Јупитерови сателити од кои 54 се именувани, а останатите 14 сè уште не се именувани. Од нив 53 сателити имаат дијаметар помал од 10 km. Како првооткриени и најголеми се истакнуваат четирите сателити препознатливи како Галилееви сателити:

I. Ио (Јупитер I) е петтиот по големина сателит, а е Галилеев сателит што е најблизу до Јупитер. Овој и уште два Галилееви сателити се именувани по љубовниците на врховниот бог Зевс, грчкиот аналогон на Јупитер. Првично е именуван од Галилео Галилеј во 17 век како Јупитер I затоа што Гаглилеј прв ги набљудувал со првиот телескоп, а Симон Мариус³ го дава името Ио кое се употребува и денес. Сателитот е воглавно главно составен од силикатни карпи и железо, при што постои јасна поделба меѓу кората која е од силикатни карпи и јадрото кое е од железо и железосулфид. Со густина од околу $3,5 \text{ g/cm}^3$, Ио се издвојува како сателит со најголема густина во Сончевиот систем. Исто така Ио е сателит со најмало количество на лед, споредено со останатите сателити кои имаат значајно количество на вода во цврста агрегатна состојба. Освен силикатни карпи и железо, моделирањето на внатрешноста на Ио вклучувало и присуство на Форстерит (Mg_2SiO_4), а проучувањата со вселенското летало „Галилео“ покажале дека 50km под површината на Ио се наоѓа океан од магма. За присуството на океан од магма придонесува и распределеноста на вулканите на овој сателит. Тука вулканската активност е најголема воопшто во целиот Сончев систем при што Ио има над 400 активни вулкани кои се резултат на ослободената енергија во внатрешноста од сателитот. Оваа енергија која се ослободува е последица на гравитационото влијание од Јупитер и сателитите Европа и Ганимед. Влијанието од Европа и Ганимед се должи на поврзаноста меѓу нивното орбитирање: За секоја една ротација на Ганимед околу Јупитер, сателитот Европа прави две полни ротации, а сателитот Ио четири полни ротации. Ваквата поврзаност на нивните орбитални периоди се нарекува орбитална резонанција. Плимните сили доведуваат до активност во внатрешноста на сателитот Ио и исфрлање на сулфур и сулфур диоксид од вулканите на височини и до 200 km над површината со што се формираат млазови во форма на

³ Германски астроном кој веднаш по откривањето на Галилеевите сателити ги предложил имињата кои се употребуваат и ден денес.

чадор и се остава голема количина на материјал околу Јупитер. Токму сулфурот и неговите алотропски модификации се причината за различните бои во кои се гледа Ио: жолта, црна, бела, црвена како и зелена. На површината на Ио се забележливи т.н. патери⁴. Најголема ваква структура е патерата Локи која има дијаметар од 202 km. Овој кратер е исполнет со езеро од лава која повремено се прелева и астрономите тоа го забележуваат преку потоците од лава кои дневно се издолжуваат и за еден километар. Она што е интересно за распределбата на вулканите на Ио е што нивната местоположба не зависи единствено од гравитационото влијание од Јупитер, Европа и Ганимед. Тие се поместени за 30 до 60 степени на исток, што посочува на постоење на океан од стопени карпи под површината. Движењето на магмата во овој океан и триењето на соседните слоеви во магмата (вискозност) доведуваат до ослободување на дополнителна енергија која што би го објаснила поместувањето на предвидената местоположба на вулканите на Ио. Покрај вулкани, Ио има и над 100 планини од кои некои се повисоки и од Монт Еверест.



Сл. 3. Галилеевиот прв сателит Ио.

Фотографијата е направена со вселенското летало „Галилео“. Ио е сателит во Сончевиот систем со најмало количество на вода.

Просечната височина на планините на Ио е околу 6km, додека највисоките врвови се кај Boösaule Montes и тие достигнуваат височина од $17.5\text{km} \pm 1.5\text{km}$.

Ио има многу значајно влијание на магнетното поле на планетата Јупитер. Честичките гас и прашина кои ги исфрла Ио од сопствените вулкани се наелектризирани честички кои се повлечени во магнетосферата на Јупитер, при што се повлекува околу 1 тон материјал за 1 секунда. Овој материјал е главно составен од јонизиран и атомски сулфур, кислород, азот, хлор како и калиум, молекуларен сулфур диоксид и сулфур. Овие честички овозможуваат магнетното подрачје околу Јупитер да биде и до два пати поголемо, при што Ио делува како електричен генератор кој може да развие електрична струја и до 3 милиони ампери.

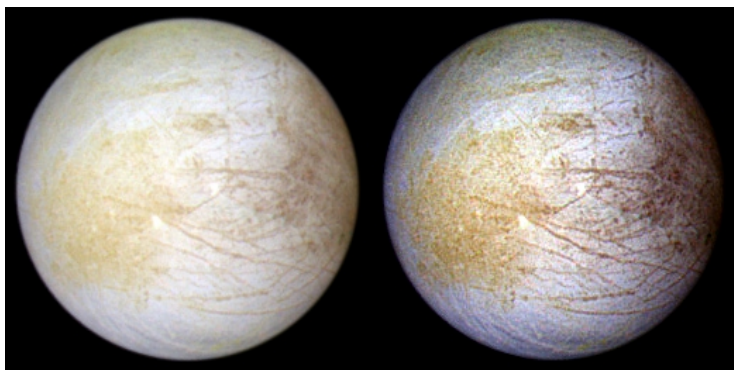
⁴ Патера- многу голем кратер со неправилна форма, најчесто со дијаметар од неколку километри. Овој назив е дел од номенклатурата на различни структури на телата во Вселената.

Тековната мисија “Juno” можеби ќе успее да даде некој дополнителен податок за овој сателит. Во спротивно, најблиската мисија која би дала податоци за Ио е мисијата JUICE (JUperiter ICy moon Explorer) во 2022 година.

Табела 1. Некои податоци за Ио

Ио	
Маса (изразена преку масата на Земјата- M_z)	0,015
Дијаметар на екваторот (km)	3 643,2
Растојание од Јупитер(km)	421 800
Орбитален период (изразен во Земјени денови)	1,769
Средна температура (на површината) ($^{\circ}\text{C}$)	-163,15
Гравитационо забрзување (m/s^2)	1,796
Датум на откривање	8 јануари 1610 година

II. Европа е вториот по близина до Јупитер и најмалиот од четирите Галилееви сателити. Иако сателит и Европа има внатрешен состав кој е многу посличен со оној на внатрешните планети отколку со останати сателити. Длабоко во внатрешноста, Европа е изградена главно од силикатни карпи, додека погоре има надворешен слој од вода кој е со длабочина и до 100 km. Движејќи се од внатрешноста кон надворешноста, прво има вода во течна агрегатна состојба, а потоа водата поминува во цврста агрегатна состојба. Вселенското летало “Галилео” дало податок дека Европа има индуцирано магнетно поле, како резултат на интеракцијата со магнетното поле на Јупитер. За да воопшто биде возможно такво нешто потребно е да постои спроводнички слој, при што најверојатно овој слој е слој од солена вода во течна агрегатна состојба. Она што е особено важно за сателитот Европа е што слојот од течна вода е во директен контакт со силикатните карпи. Ова е многу значаен податок за астробиолозите бидејќи токму овој контакт меѓу водата и силикатните карпи може да придонесе за појава на живот на овој сателит.



Сл. 4. Галилеевиот втор сателит Европа

Фотографијата е направена со вселенското летало “Галилео”, при што на левата страна е прикажан сателитот со неговите вистински бои, додека на десната страна е зголемен контрастот како и интензитетот на бојата.

Температурата на површината е многу ниска (околу – 160 °C), но со самата ротација доаѓа до ослободување на енергија која ја загрева водата. Како резултат на орбиталната резонанција со Ио и Ганимед, како и од влијанието на Јупитер се загрева внатрешноста на овој сателит. Иако досега ниту една мисија не спровела подлабоки истражувања за овој сателит и единствените податоци кои ги имаме се или од мисии кои поминувале покрај Европа или пак од самите набљудувања, сепак постојат различни мислења за постоењето на живот на овој сателит. Животот на овој сателит би можел да постои околу хидротермалните извори на океанското дно или пак дури и под океанското дно, при што како особено значаен пример се ендолитите⁵. Одредени истражувања покажале дека на површината на Европа има огромни количини на водород пероксид. Кога водородниот пероксид стапува во контакт со течна вода, се добива кислород и вода - состојки кои се есенцијални за живот. Но, мисија која би ги потврдила сите овие работи со сигурност сè уште не е спроведена. Научниците ги изведуваат заклучоците од самите структури кои се забележуваат на сателитот, а имаат изглед на линии. Се претпоставува дека овие линии настанале како резултат на придвижување на кората на Европа со што топол мраз од долните слоеви излегол на површината. Бидејќи Јупитер влијае врз Европа и

⁵ Особено интересни организми за астробиолозите се ендолитите(организми како што се бактерии, амеби, габи, агли и др. организми) кои живеат внатре во карпи, корали, школки и други слични места кои долго време се сметале дека немаат услови за живот. Ендолитите биле забележани во карпи дури и 7.5km под океанското дно на нашата планета.

Европа е постојано со иста ориентација кон Јупитер, придвижувањето на кората би требало да биде точно определено, но набљудувањата покажуваат дека само поновите линии се наоѓаат на предвидените места. Колку што се постари линиите, толку повеќе отстапуваат од предвиденото. Објаснувањето за оваа појава е дека површината на Европа ротира со малку поголема брзина од онаа со која ротира внатрешноста, карактеристика која е овозможена со постоењето на внатрешен океан. Доказ за постоење на воден океан на овој сателит пристигнал и од вселенските летала “Galileo” и “Voyager” кои покажале дека Европа има кора од мраз која е аналогна на тектонските плочи на нашата Земја. Во 2012 година направена е фотографија од Хабловиот телескоп на која се забележува обвивка околу јужниот пол која најверојатно настанала со ерупција и се претпоставува дека е обвивка од водена пареа. Обвивката достигнала до височина која е и до 20 пати поголема од височината на Монт Еверест. Повторно, причината за овие ерупции е влијанието од Јупитер. Друг сателит од кој е забележано испарување на водена пареа е сателитот Енцеладус на Сатурн. Доколку оваа обвивка е навистина од водена пареа и ако овие ерупции се периодични, тоа ќе овозможи во иднина летлата и воопшто да немаат потреба да слетуваат на површината туку да соберат материјал на одредена височина до која достигнала обвивката.

Табела 2. Некои податоци за Европа

Европа	
Маса (изразена преку масата на Земјата- M_z)	0,008
Дијаметар на екваторот (km)	3 121,6
Растојание од Јупитер(km)	671 100
Орбитален период (изразен во Земјени денови)	3,551
Средна температура (на површината) ($^{\circ}\text{C}$)	-171,15
Гравитационо забрзување (m/s^2)	1,314
Датум на откривање	8 јануари 1610 година

Атмосферата на Европа е главно сочинета од молекуларен кислород кој нема биолошко потекло. Таа е тенка при што притисокот е 10^{12} пати помал од притисокот во Земјината атмосфера. Во 1997 година леталото Галилео го потврдило постоењето на јоносфера околу овој сателит.

III. Ганимед е најголемиот сателит на Јупитер и воопшто најголемиот сателит во Сончевиот систем (поголем и од планетата Меркур). Своеето име го добил по митското момче Ганимед кое било толку убаво што дури и самиот Зевс му се восхитувал на неговата убавина. Сателитот најверојатно се формирал со акреција на гасот и пращината што го обиколувале Јупитер по неговото формирање. Внатрешноста на Ганимед е составена од лед и карпи. Јадрото е составено од железо во цврста агрегатна состојба, а над ова се наоѓа железо и железо сулфид во течна агрегатна состојба. Наредниот слој е од карпи, а над овој слој има друг слој од вода каде се претпоставува дека има повеќе вода (во цврста и течна агрегатна состојба) отколку што има во сите Земјени океани заедно. Токму присуството на железо во внатрешноста доведува до постоење на магнетно поле што го прави Ганимед единствениот сателит кој има сопствено магнетно поле. Се претпоставува дека најверојатно магнетното поле е резултат на движењето на материјалот во конвективниот слој во внатрешноста од сателитот, но сепак одредени истражувања покажуваат дека поради малата големина на сателитот движењето во внатрешноста не би требало да се оддржи (температурите би требало да се пониски и да нема течни слоеви), а со тоа и не би требало да постои магнетното поле. Затоа не се исклучува можноста и токму плимните сили од околните сателити и Јупитер да играат клучна улога во опстојувањето на течен слој од железо во внатрешноста на овој сателит. Важно е да се посочи на податокот дека магнетосферата на Ганимед е вклопена во магнетосферата на Јупитер. Магнетосферата на Ганимед има регион на затворени силиви линии (на ширини помали од 30°) каде наелектризираните честички (електрони и јони, најчесто јони од кислород) формираат радијативна зона. На ширина поголема од 30° магнетните силиви линии се отворени па доаѓа до поврзување на јоносферите на Јупитер и Ганимед. Во овие делови се забележани големи количества на јони и електрони, при што се претпоставува дека токму овие честички ја создаваат аурората околу половите на Ганимед.

Кога ќе се види овој сателит на слика се забележува дека неговата површина како да светка. Причината за тоа се кратери кои настанале на самата површина од удари од други тела и тие се забележуваат како потемни делови, додека, пак, посветлите делови се

бразди. Секако, на одредени делови светлата боја се должи и на присуството на лед на површината од сателитот. Она што е интересно за површината на Ганимед е што темните делови (кратерите) се постари и тие опфаќаат околу една третина од површината, додека пак посветлите делови (браздите) се помлади. Појавата на браздите е резултат на ослободена енергија во внатрешноста на сателитот, но потеклото на оваа енергија е предмет на истражување. Можеби е енергија која е резултат на плимните сили, а можеби е енергија ослободена при радиоактивни процеси.



Сл. 5. Фотографија од Јупитеровиот сателит Ганимед направена од вселенското летало „Војаџер 2“

Табела 3. Некои податоци за Ганимед

Ганимед	
Маса(изразена преку масата на Земјата- Мз)	0,025
Дијаметар на екваторот (km)	5 262,4
Растојание од Јупитер(km)	1 070 400
Орбитален период (изразен во Земјени денови)	7, 154
Средна температура (на површината) (°C)	-163,15
Гравитационо забрзување (m/s ²)	1,42
Датум на откривање	7 јануари 1610 година

Податоците за атмосферата на овој сателит потекнуваат од телескопот Хабл при што се добиени податоци дека во атмосферата има количини на молекуларен кислород. Потеклото на овој кислород не е биолошко. Овој кислород најверојатно потекнува од ледот кој

под дејство на радиоактивни зраци се распаѓа на водород и кислород, при што водородот (поради малата атомска маса) многу брзо се губи.

Како идна мисија која би можела да го истражи Ганимед (како и Европа и Калисто) е мисијата JUICE (Jupiter ICy moons Explorer) која ESA⁶ планира да ја спроведе во 2022 година. Леталото би требало до 2033 година да влезе во орбита околу Ганимед при што целта ќе биде да се проучат сателитите и да се проверат какви се условите на овие сателити и дали истите се погодни за живеење.

IV. Калисто е последниот Галилеев сателит кој не е во орбитална резонанција со останатите три споменати сателити. Тој е втор по големина сателит на Јупитер (после Ганимед) и е препознатлив по својата светкава површина која се должи на големиот број на кратери кои ги има овој сателит. Името на сателитот е добиено по нимфата Калисто која исто така била љубовница на Зевс. Според митот, неговата жена Хера ја претворила Калисто во мечка, за потоа Зевс да ја претвори во ѕвезда на небото и ја смести во соѕвездието Големата мечка. Соѕвездието Мала мечка, пак, се сметало дека е дете на Зевс и Калисто.

Вселенското летало „Галилео“ преку спектрите во ултравиолетовиот и инфрацрвениот дел покажало дека површината на овој сателит е главно составена од силикатни карпи и лед при што застапеноста на ледот и силикатните карпи е речиси подеднаква. Исто така, застапен е и јаглерод диоксид, сулфур диоксид, како и најверојатно амонијак во цврста агрегатна состојба. Под површината од лед и силикатни карпи се смета дека има океан од солена вода чија длабочина е од 150 до 200 km. Ваквите заклучоци потекнуваат од проучувањето на Калисто и како овој сателит реагира на магнетното поле на Јупитер. Бидејќи магнетното поле на Јупитер нема дејство врз внатрешната на Калисто, заклучокот е дека Калисто има слој што е спроводник и има дебелина од минимум 10 km. Под овој најверојатно постоечки океан се наоѓа јадрото кое е во главно составено од карпи и лед, при што со доближување кон центарот, застапеноста на карпите расте. Густината во центарот се движи од 3,1 до 3,6 g/cm³ (за споредба, густината во центарот на Земјата се движи од околу 12,8 до 13,1 g/cm³).

Она што е впечатливо за Калисто е тоа што нема слоевито одделување на карпите и ледот. Од друга страна, пак, на површината не може да се забележат вулкански кратери и повисоки планини, но затоа има огромен број на кратери кои се остатоци од удари. Овие удари оставаат бројни траги, при што брзо се губат трагите од

⁶ European Space Agency

претходните удари бидејќи има постојани нови удари. На површината можат да се забележат и повеќе концентрични прстени. Причината за појава на овие концентрични прстени е концентрична поделба во литосферата на самиот сателит. Овој дел од литосферата лежи врз мек или течен материјал, најверојатно океан. Најголемата ваква структура се вика Валхала, при што таа има централен светол дел со дијаметар од околу 600 km додека со прстените дијаметарот достигнува вредност од околу 1800 km. Освен концентрични прстени, на површината на Калисто се забележуваат и ланци од кратери, самостојни кратери, гребени како и други структури.



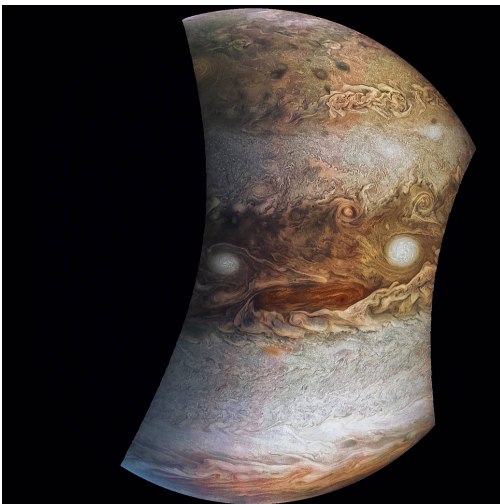
Сл. 6. Фотографија од Јупитеровиот сателит Калисто направена од вселенското летало „Галилео“

Се сметало дека тенката атмосфера на Калисто е составена од јаглерод диоксид, па пресметките покажале дека би требало да се изгуби (расее во вселенскиот простор) за 4 дена. Бидејќи не доаѓа до такво нешто, најверојатно атмосферата се надополнува со сублимација на јаглеродниот диоксид од кората на сателитот. Јоносферата на Калисто се издвојува по големата густина на електрони при што присуството само на јаглерод диоксид не може да ја објасни големата густина на електроните. Затоа се претпоставува дека во атмосферата на Калисто има молекуларен кислород кој е од 10 до 100 пати позастапен од јаглеродниот диоксид. Интересен податок за Калисто е тоа што во 2003 година, на истражување спроведено од NASA наречено HOPE (Human Outer Planets Exploration) бил посочен токму овој сателит како потенцијална база за надополнување на ракетно гориво за понатамошно проучување на Сончевиот систем. Предноста се состои во тоа што Калисто е доволно далеку од Јупитер за да радијативното зрачење е ниско, а и исто така од овој сателит ќе може да се искористи гравитационото влијание од Јупитер за понатамошно патување во Сончевиот систем. Сепак, најавената емисија за проучување на Калисто од страна на NASA е предвидена за 2040тите години.

Табела 4. Некои податоци за Калисто

Калисто	
Маса(изразена преку масата на Земјата- M_z)	0,018
Дијаметар на екваторот (km)	4 820,60
Растојание од Јупитер(km)	1 882 700
Орбитален период (изразен во Земјени денови)	16,7
Средна температура (на површината) ($^{\circ}\text{C}$)	-139,15
Гравитационо забрзување (m/s^2)	1,253
Датум на откривање	7 јануари 1610 година

И покрај бројните непотврдени податоци за Јупитер и Галилеевите сателити, сепак допрва треба да се проучува овој историски наречен „мини Сончев систем“. Мисијата „Juno“ е мисија која официјално започна да го проучува Јупитер во јули 2016 година и треба да трае до февруари 2018 година. Досега овој вселенски брод даде податоци за магнетното поле како и за внатрешната структура на Јупитер. Она што е сигурно за оваа планета е нејзината огромна улога во унапредувањето на погледот кон вселената и воопшто, науката преку потврдувањето на хелиоцентричниот систем, мерењето на брзината на светлината како и бројни други научни откритија.



Сл. 7. На 30 јуни 2017 година објавена е фотографија од Јупитер наречена „ликот на Јупитер“. На фотографијата се забележуваат три бури со овална форма кои оставаат впечаток на лице со очи и нос.

e-mail: monika.pesevska@gmail.com

Извори

- [1].<https://www.missionjuno.swri.edu/>
- [2].<https://www.nasa.gov/jupiter/>
- [3].<https://en.wikipedia.org/wiki/Jupiter>
- [4].[https://en.wikipedia.org/wiki/Io_\(moon\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Io_(moon))
- [5].[https://en.wikipedia.org/wiki/Europa_\(moon\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Europa_(moon))
- [6].[https://en.wikipedia.org/wiki/Ganymede_\(moon\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ganymede_(moon))
- [7].[https://en.wikipedia.org/wiki/Callisto_\(moon\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Callisto_(moon))
- [8].<https://theplanets.org/callisto/>
- [9].<https://www.sciencedaily.com/releases/2017/05/170510132017.htm>
- [10]. https://en.wikipedia.org/wiki/Great_Red_Spot
- [11].<http://www.americaspace.com/2017/05/07/first-science-results-from-juno-show-surprises-in-jupiters-atmosphere-and-interior/>
- [12]. <https://solarsystem.nasa.gov/planets/ganymede/indepth>

НЕКОИ ТЕХНОЛОГИИ ОД СУШТИНСКО ЗНАЧЕЊЕ ЗА НАПРЕДОК НА ВСЕЛЕНСКИТЕ ПАТУВАЊА

Ристе Попески-Димовски

Патувања низ длабоката вселена, после желбата за летање можеби е најголемата неостварена желба на човештвото. Но исто како и со развојот на авионите, со мали чекори, но сигурно, човештвото ќе успее да се вивне низ длабочината на космосот. Развојот на вселенските летала, некогаш бил поттикнат од студената војна, а денес е поттикнат од приватниот сектор и жедта за нови научни сознанија. Со развојот на компјутерите и значајното намалување на нивните димензии може да се инсталира се повеќе процесорска моќ по килограм маса, имајќи во предвид дека масата е главната компонента при лансирањето на вселенските летала од Земјата. Во овој текст ќе се задржиме на четири аспекти кои се значајни за вселенските патувања, ракети кои можат повторно да се искористат, електричен погон, напредок на соларни ќелии и пронаоѓање на течна вода надвор од населивата зона (habitable zone) на Сончевиот систем.

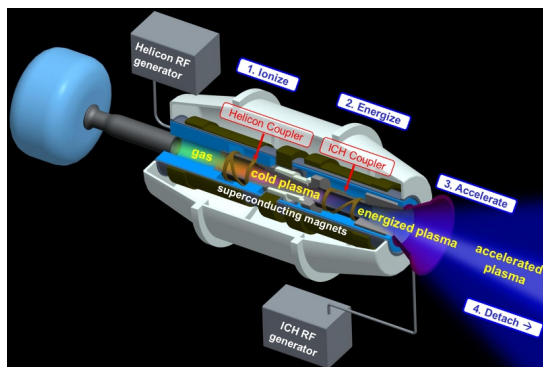
I. Најголемата промена во вселенската игра на последната деценија се ракетите кои можат повторно да се користат. Компании како SpaceX, Blue Origin и некои други, работат и покажуваат дека ракети со можност за повеќекратно користење („реискористливост“) можат да се користат за лансирање сателити и товар во Земјината орбита. Во еден од своите говори Илон Маск (Elon Musk) рече дека цената на ракетата Falcon 9 е околу 61 000 000 долари, додека цената за горивото е 200000 долари. Тоа е скоро 300 пати намалена цена. Ова директно ни кажува дека доколку се успее да се спаси ракетата цената да се стигне до Земјината орбита драстично ќе се намали. Ракетата Falcon 9 е досега најсофистицираната ракета од овој вид. Со 11 успешни слетувања на првиот стадиум (бустерот) на ракетата и повторно искористување на истата, Falcon 9 веќе создава историја. Оваа ракета е висока 70 метри, има дијаметар од 3,7 метри и може да носи товар од 22 800 kg до ниската Земјина орбита (орбита од 200 до 2000 km од површината на Земјата). Доколку се изврши мала промена, со товар од 4020 kg Фалкон 9 може да стигне и до Марс. Она што е интересно за почетокот на 2018 година е најавата дека SpaceX планираат да извршат тест лансирање на својата Falcon Heavy ракета која ќе може да носи товар од 63 800 kg во ниската Земјина орбита

или 16 800kg до Марс. Покрај ова, на 29 септември 2017 година на Интернационалниот астронаутичен конгрес во Аделиде, Австралија, Илон Маск најави една новост; лансирање на сосема нова ракета со ознака BFR, која ќе биде посилна од Saturn V и ќе може да испорача 150 тони во ниската Земјина орбита. Ако се земе во предвид „реискористливоста“, оваа ракета ќе биде поевтина за лансирање и од Falcon 1, првата ракета на Space X. Покрај планот за вселенски бази на Месечината и на Марс, Маск ја заврши својата презентација со предлог BFR да се користи за транспорт на Земјата со ракета, наместо со авион. Така, летот од Њујорк до Париз, наместо 7 часа и 20 мин ќе трае само 30 мин, а летот од Лондон до Хонг Конг, на растојание од 9648 km, наместо 11 часа и 50 мин би траел само 34 минути.



Сл. 1. Уметнички приказ на BFR како дел од база на Месечината

II. Некои компании, како што е Ад Астра (Ad Astra), работат на дизајн на ракетни мотори чиј погон работи на електрична енергија. Иако овие мотори се премногу слаби за да ја напуштат Земјината гравитација, еднаш штом се лансираат во вселената тие се многу поефикасни. Принципот на електромагнетно забрзување на јонско гориво дозволува постигнување на многу големи брзини со трошење на многу помалку гориво. Според компанијата Ад Астра, ракета која го користи нивниот мотор може да стигне до Марс за 39 дена, што е шест пати пократко време од моменталните ракети на кои им требаат 6 месеци. Слично на ова, мисијата New Horizons, на која и беа потребни 10 години да стигне до Плутон, користејќи ваков мотор би стигнала за две години. Во моторот на Ад Астра, наречен VASIMR (Variable Specific Impulse Magnetoplasma Rocket), гас како аргон, ксенон или водород се вметнува во цевка која е опкружена со неколку радиобранови греачи кои ладниот гас го претвораат во суперзагреана плазма, чија термална енергија преку магнетни насочувачи се претвора во насочен сноп кој се користи како погон.

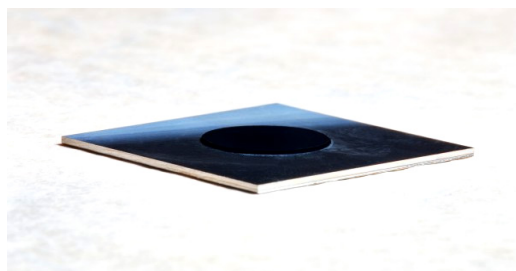


Сл. 2. Компјутерски модел на VASIMR вселенскиот мотор

Првиот спирален РФ генератор го јонизира гасот (ослободува по еден електрон од секој атом на гасот). Тој јонизиран гас потоа се протуркува во форма на спирални бранови. Оваа т.н. „ладна плазма“ (иако има температура од 5800 K) потоа со магнетни стапици се заробува и се пренасочува кон вториот греач кој е Ion Cyclotron heating систем (Јонски циклотронски греач). Овој систем се користи во фузиони експерименти за плазмата да се загрее до температура од 10 милиони степени. Оваа, сега „жешка плазма“ која во магнетната стапица има кружно движење, со магнетен исправувач се насочува да се движи линеарно низ излезот на моторот. Вака забрзаните јони можат да добијат брзини и до 180 000 km/h. Иако секој јон има многу мала маса, нивниот голем број и огромната брзина која ја имаат, според законот за запазување на импулс предизвикуваат голема промена на брзината на вселенското летало. Единствениот недостаток на овој мотор е големата потрошувачка на енергија која ефективно може да се задоволи или со многу соларни ќелии (погодни за мисии кои се во близина на Сонцето) или со нуклеарни електрични реактори (како најефикасни по килограм маса) за мисии кон надворешниот дел на Сончевиот систем (Марс и другите планети)

III. Зголемувањето на ефикасноста на соларните ќелии е можеби и најзначајниот фактор за интерпланетарните патувања. Имајќи во предвид дека нуклеарните горива се ризични за екипажот и вселенското летало, соларните ќелии се најпрактичен начин за напојување на електрониката и инструментите за вселенските летала во внатрешниот дел на Сончевиот систем. Дизајнот на соларни ќелии кои можат да се виткаат, и отвораат и затвораат по потреба, дава прилики за модификации и зголемување на можноста на уредите кои се користат. Од друга страна со намалување на потрошувачката на

електрична енергија на новите процесори и компјутерски компоненти се овозможува леталото да има многу повеќе способности на сметка на единица Вати електрична енергија. Во последните години најзначајни откритија од оваа област се дизајнот и усовршувањето на соларни ќелии од перовскити¹, кои се многу поевтини од силициумските и имаат голема ефикасност, како и дизајнот на таканаречени термофотоволтаици од страна на научниците на МИТ. Главниот недостаток на соларните ќелии е фактот дека не го апсорбираат спектар на светлината кој доаѓа до нив. Со цел да се справат со овој проблем, истражувачите од МИТ произвеле тенок слој од јаглородни наноцевки кои делуваат како апсорбер-емитер. Тие го апсорбираат целото сончево зрачење и го претвораат во топлина, а потоа таа топлина ја емитираат во светлинско зрачење кое има фиксен појас на бранови должини кои одговараат на апсорбционата зона на соларните ќелии. Иако нивниот прототип моментално работи со ефикасност од 6.8%, нивните теоретски очекувања се дека овој уред ќе има ефикасност од скоро 60% што е два пати поголем од теорискиот лимит на силициумските соларни ќелии од 32%.



Сл. 3. Прототип на супер-црн апсорбер рефлектор

IV. Иако не е научно откритие кое води до развој на нова технологија, откривањето на течна вода надвор од населивата зона на Сончевиот систем е огромен мотиватор за вселенските истражувања. Она што досега го знаеме е дека течна вода има на Марс, сателитот на Јупитер Европа и сателитот на Сатурн Енцеладус. Ова е значајно бидејќи доколку една вселенска мисија има можност да се снабди со нова вода во текот на своето патување, тоа е огромен

¹ *Перовскитите се материјали кои имаат иста кристална структура како калциум титаниум оксид CaTiO_3 . Општата форма на перовскитите е ABX_3 каде А и В се катјони со значително различна големина, а X е анјон кој ги поврзува. Името го носат по рускиот научник Лев Перовски кој првпат ги открил во 1839 година.

фактор за зголемување на времетраењето на некоја мисија, како и за можностите за воспоставување на трајни бази на дадена локација.

Покрај откривањето на течна вода, практично секојдневното откривање на планети во планетарни системи околу други ѕвезди, вклучувајќи и некои кои се наоѓаат во населивата зона на нивната матична ѕвезда, како што се трите планети во системот Трапист 1 може да се поврзе со зголемување на шансата за пронаоѓање на други форми на живот.

Самата помисла на оваа идеја е уште еден двигател за развој и напредок на вселенските патувања.

Интересно е да се размислува каде ќе не однесат следните дваесеттина години од аспект на развојот на нови вселенски технологии. Дали ќе имаме приватни вселенски хотели во орбита околу Земјата, или ќе се развиваат првите колонии на Марс? Можеби ќе ја имаме и првата мисија со човечки екипаж кон сателитите на Јупитер. Така, детската желба и фантазија како инспирација за образование и истражување од секогаш биле голем двигател во технолошкиот развој на човештвото.

e-mail: ristepd@gmail.com

Извори

[1] <http://www.spacex.com>

[2] <http://web.mit.edu>

[3] <http://www.adastrarocket.com/aarc/VASIMR>

ПАРАЛЕЛНИ ВСЕЛЕНИ

Наце Стојанов

Вообичаено, космолозите се на мислење дека постои само една Вселена, но изгледа дека некои истражувања во последните триесетина години укажуваат дека тоа и не мора да биде точно, уште повеќе дека нашето разбирање за Вселената е погрешно. Тоа значи и дека веројатноста да приказот на слика 1 е точен, може да се зголеμουва!



Сл. 1. Претстава за структурата на Вселената според сознанијата кон крајот на 19 век.

Нашата вселена не е единствена туку припаѓа во **мултивселена** во која може да има многу, ама навистина многу повеќе вселени затоа што тие постојано се „раѓаат“! Ова значи дека има веројатност некаде во мултивселената да постои некоја друга вселена во која има барем една планета идентична на нашата во вистинската смисла на зборот. Тоа значи дека во овој момент, на пример, на таа планета-близнак се случуваат предавања на Школата по астрономија која е копија на оваа од планетата Земја. Ова тврдење е навистина неверојатно, но тоа е така затоа што идејата за паралелни вселени едноставно не се вклопува во нашата сегашна перспектива за структурата на

вселената, но за неколку десетици години или повеќе, таа можеби ќе биде основа на нашите разбирања за космологијата.

Идејата за паралелни вселени настанала како резултат на неколку заклучоци што се добиени при теориски истражувања за постанокот и структурата на нашата вселена со посебен осврт на Големата експлозија. Истражувањата покажале дека таа се случила пред нешто помалку од 14 милијарди години, или поточно 13,8 милијарди години. Тој извонредно невообичаен настан се смета за почеток на нашиот просторно-временски континуум. Најголемата загатка е во тоа што Големата експлозија не ни дава никакви научни информации за тоа зошто се случила. Токму барањата одговор на ова прашање довеле до идејата за мултивселена односно паралелни вселени.

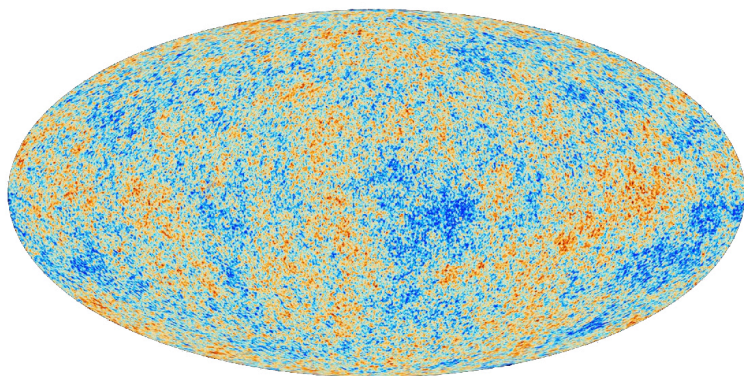
Пионерите во космологијата Алан Гут и Хенри Тај, кон крајот на седумдесетите години од минатиот век ја разработувале идејата за постанокот на честичките во „рамна“ вселена преку определување на брзината на ширење на вселената. Како резултат на пресметувања на физички законитости, Алан Гут дошол до неверојатен заклучок според кој многу брзо по Големата експлозија постоеле услови за „позитивна“ гравитација која што не била привлечна сила, туку напротив, одбивна сила која што го забрзувала ширењето на Вселената.

Ако зборуваме за интензитетот на оваа одбивна сила, тоа е екстремно големо, односно ако вселената во даден момент после големата експлозија била со големина на молекула, значи приближно 10^{-10}m , тогаш позитивната гравитација за време од приближно 10^{-30}s ја зголемило Вселената до димензии на една галаксија! Овој краток временски интервал во еволуцијата на вселената е наречен **инфлација**. По истекот на инфлацијата, нашата Вселена продолжила да се шири значително побавно а со тоа и да се лади, што го иницирало процесот на постанокот на материјата.

Оваа хипотеза предвидувала дека како резултат на инфлацијата, Вселената треба да биде исполната со радијациона енергија или позадинско зрачење односно фон, кое што не е хомогено, туку има соодветна температурна распределба, прикажана на слика 2. За проверка на оваа хипотеза во 1989 година НАСА го испратила сателитот COBE (COsmic Background Explorer) кој што ја потврдил температурната варијација на позадинското зрачење.

За уточнување на оваа хипотеза биле испратени уште два сателити кои во периодот од 2001 до 2013 година направиле уште поточно мапирање на температурните варијации на позадинското зрачење, со што 100% било потврдено предвидувањето на теоријата за инфлација.

Секако дека ова претставува огромен успех затоа што од теоријата за инфлација навидум биле отстранети сите сомнежи. Сепак, подеталната анализа од страна на двајца руски научници покажала дека равенките на инфлација кријат голема тајна, според која нашата Вселена можеби и не е единствена!



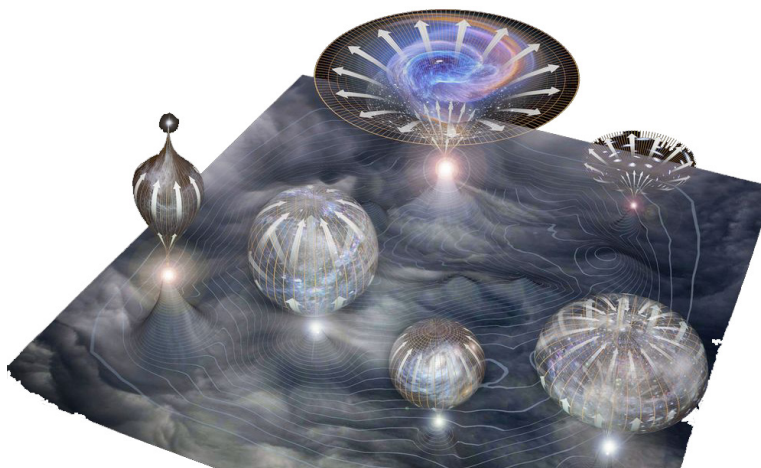
Сл. 2. Температурна варијација на микробрановото зрачење според инфлационата теорија.

Имено, анализите на физичарите Андреј Линде и Алекс Виленкин дале свој допринос во развојот на теоријата на инфлација. Кога станува збор за Виленкин, неговиот зголемен интерес за инфлацијата започнал откако ислушал едно предавање на Алан Гут, а потоа едноставно бил опседнат од таа идеја.

Работејќи на тој проблем, Виленкин си го поставил прашање: ако позитивната гравитација е толку силна, тогаш што може да го намали степенот на ширење на Вселената, односно што може да доведе до тоа просторот да престане да се шири? Дошол до заклучок дека ширењето на Вселената не запира истовремено насекаде, односно голбално, туку се случува локално. Тоа значело дека ако во еден дел од просторот Вселената престане да се шири, тогаш во друг дел од просторот таа сèуште се шири. Тоа го навело на заклучок дека Големата експлозија не е единствена, туку може да се случува постојано во мултивселената. Оваа идеја предизвикала вистински шок во космологијата затоа што нудела нови, речиси невозможни настани и начини на гледање на Вселената.

Линде и Виленкин претпоставиле дека мултивселената се шири бесконечно, а во неа постојано и непредвидливо се случуваат Големи експлозии, па затоа нивната хипотеза била наречена **теорија за хаотична инфлација**. Причина за „експлозиите“ е флукуацијата на енергијата која што се случува локално, односно во една „мала“ област на мултивселената која што се шири неограничено (слика 3).

Интересно е да се напомене дека теоријата за хаотична инфлација Виленкин најпрво сакал да му ја изложи на постариот колега Алан Гут за кој сметал дека е авторитет во оваа област. За жал, Гут воопшто не бил заинтересиран за идејата на Виленкин, а по него слично се однесувала и речиси целата научна фела. Како резултат на игнорантскиот однос на колегите, Виленкин престанал на работи на хаотичната инфлација.



Сл. 3. Сливовит приказ на мултивселена, во која локално се случуваат големи експлозии.

Во меѓувреме, неговиот сонародник Андреј Линде бил поупорен и направил сопствена верзија за хаотичната инфлација, но и таа наишла на ладен однос од фелата. Ситуацијата била речиси безизлезна, што значело дека теоријата за хаотичната инфлација би завршила во архива како и многу други теории, но, ненадејно се појавиле две нови идеји кои и дале целосна подршка. Едната од нив е теоријата за струни која опишува како функционира вселената на атомско ниво. Другата ја чинат астрономски набљудувања кои се поврзани со степенот на ширење на нашата Вселена. Податоците од набљудувањата покажале дека нашата Вселена не го забавува своето ширење, туку напротив, постојано го забрзува. Ова нешто можело да се случи само ако некоја „чудна и непозната“ сила делува одбивно врз галаксиите и со тоа ги забрзува и оддалечува меѓусебно. Се претпоставило дека причината за постоењето на таа „чудна“ сила е некаква енергија која зафаќа дури 70% од нашата Вселена, но која, за жал, не можеме да ја детектираме и затоа е наречена **темна енергија**.

Иако темната енергија пополнува најголем дел од просторот на нашата Вселена, силата која произлегува од неа била многу мала, што навистина бил неверојатен факт. Податоците добиени при мерењето

на ширењето на нашата вселена укажувале дека количеството енергија што е потребна да се оствари такво забрзување на просторот е незамисливо мало или 10^{-122} помало од теориските предвидувања на квантната теорија!

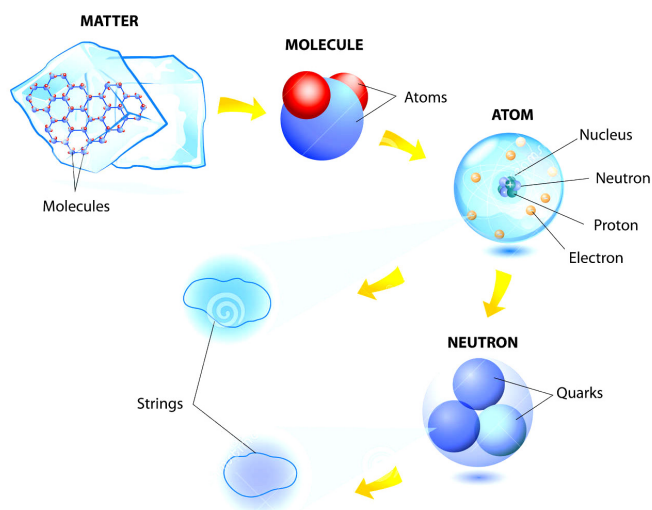
Малата вредност на „темната енергија“ не можела да се објасни ако нашата вселена е единствена што значи дека била во огромно несогласување со теориските предвидувања. Ова навело на нови размислувања и проверки на основите на квантната механика но и на теоријата за гравитација. Овие обиди довеле до еден интересен заклучок, според кој ако темната енергија биде само малку поголема, на пример 10^{-118} , во тој случај силата на одбивната гравитација во моментите на инфлација би била многу поголема. Како резултат на ова, материјата која што ќе настане после инфлацијата ќе биде неверојатно „топла“ што значи и брза, така што процесот на нуклеосинтеза воопшто нема да се случи, или кажано појасно, причината за нашето постоење ќе исчезне!

Но, малата вредност на темната енергија можела да се објасни лесно ако ние сме дел од мултивселена. Имено, во мултивселената подеднакво е веројатно да некоја вселена има поголемо количество темна енергија, а друга помало, така да сосема е разбирливо некоја од нив, на пример нашата, да има токму толкаво количество енергија колку што и е измерено. Во вселените каде количеството темна енергија е помало од нашето, се случува гравитационен колапс кој може да заврши со црна јама, но ако темната енергија е поголема од нашата, тогаш не може да се формира живот каков што ние го знаеме. Значи, ако хаотична инфлација е можна во услови на количество темна енергија од 10^{-122} , тогаш нуклеосинтезата е можна, а со тоа ние можеме да бидеме тука, односно да постоиме!

Сепак не е се така јасно. На пример, како можеме да бидеме сигурни дека има други вселени кои имаат поразлични количества на темна енергија од нашата? Одговорот на ова прашање понудила една теориска претпоставка која ја изучува вселената на атомско ниво, а тоа е **хипотезата за струни (жици)**. Имено, се знае дека атомите содржат електрони, протони и неутрони, а неутроните и протоните се создадени од кваркови. Хипотезата за струни покажува дека кварковите и електроните се создадени од уште поелементарни осцилирачки објекти наречени струни (слика 4). Накратко, струните може да имаат различни енергии, а со тоа да осцилираат на различни начини, така да секој мод/начин на осцилации може да соодествува на некоја честичка.

Значи, со една хипотеза и систем од равенки може да се опише сè во вселената! Би рекле дека струните се магично стапче за решавање на сите проблеми со материјата, но тоа не дошло без

дополнителен кредит. Имено, за да важи оваа теорија, било потребно во светот на елементарните честички струните да осцилираат во девет димензии, па веднаш се поставило прашање зошто не ги „гледаме“ овие дополнителни шест димензии? Следел елегантен одговор, според кој дополнителните димензии постојат само во непосредна околина на просторните јазли и за да се видат треба да „погледнеме“ подлабоко во светот чии димензии се помали од 10^{-15}m .



Сл. 4. Структура на материјата според теоријата на струни.

Покрај ова, уште поголем проблем бил фактот дека теоријата за струни нудела 10^{500} можни решенија за формите на струните, што укажувало дека нешто можеби навистина не е во ред со оваа теорија.

Но за некои физичари, како што е Леонард Сускид, оваа бројка била она што го барале космолозите, а тоа е речиси неограничен број на можности, односно форми на струни, а со тоа и на честички. Иако познатата материја во нашата вселена може да се „состави“ со само 18 различни елементарни честички, очигледно е дека за мултивселената ќе бидат потребни значително, значително повеќе, можеби 10^{500} ! Значи, теоријата на струни на некој начин ни дозволува да погледнеме и во составот на другите вселени (слика 1), кои сигурно се многу поразлични од нашата.

Од она што би го виделе најверојатно ќе бидеме многу изненадени, затоа што е најголема веројатноста структурата на вселените да биде целосно поразлична од нашата. Тоа значи и постоење на други честички, а со тоа и форми на живот, или, пак, тој воопшто нема да постои затоа што нема ѕвезди и планети. Но, иако со мала веројатност, сепак постои можност некоја вселена да биде

дупликат на нашата што значи дека таму би можело да постојат „клонови“ на се што знаеме!

После сето кажано, а би додал и замислено, постепено станува појасно зошто идејата за хаотична мултивселена за многумина од научната фела сèуште е, а ќе биде и во иднина, писмо на хартија и ништо повеќе. Останува иднината да покаже кој бил во право, но што мислите вие?

e-mail: nacestoj@pmf.ukim.mk

Литература

- [1] M. Tegmark, Parallel Universes, Scientific American 288 (5), pp.41-51 (2003).
- [2] B. Carr, Universe or Multiverse, Cambridge university press, 2007.
- [3] https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_particles

КВАЗАРИ

Науме Шентевски и Олгица Кузмановска

Сјаејќи толку силно што ги затемнуваат прастарите галаксии во кои се наоѓаат, квазарите се далечни објекти кои добиваат енергија од супермасивни црни јами со маса од редот на милијарди Сончеви маси.



Сл. 1. Уметничка претстава на квазар

Овие моќни објекти ги фасцинирале астрономите уште од нивното откривање пред половина век. Нивниот назив е кратенка од терминот “quasi-stellar radio source” бидејќи изгледаат како ѕвезди на небото. Набљудувањата направени со Хабловиот телескоп укажуваат дека истите се наоѓаат во центарот на галаксиите и дека обично тоа се галаксии кои се во некаква интеракција или во судир со друга галаксија. Квазарите се состојат од супермасивна црна јама опкружена од акреционен диск кој подетално ќе го опишеме во понатамошниот текст. Со оглед на тоа дека ниту светлината не може да побегне од црната јама, зрачењето на квазарите потекнува од акрециониот диск и може да припаѓа на било кој дел од интервалот помеѓу радио и X делот на спектарот. Квазарите се во можност да зрачат 100 до 1000 пати повеќе од вкупното зрачење на нормалните галаксии. Најмоќните квазари имаат луминозност од 10^{41} W, што е

илјада пати повеќе од луминозноста на Млечниот Пат. Точниот механизам преку кој супермасивните црни јами се формираат и еволуираат во раниот универзум е мистерија за космологијата.

Растојанијата на кои се детектираат овие објекти варираат во широки граници (имаат црвено поместување z од 0,1 до 7) што укажува на тоа дека квазарите се стари објекти. Поголемите црвени поместувања (кон поголеми бранови должини – кон црвено) на линиите на спектарот на еден објект значи и поголема оддалеченост од нас, но и поголема старост на објектот. Црвените поместувања на повеќето квазари се околу $z=2$.

Историја на набљудување

Во 1930 година физичарот Карл Јански (Karl Jansky) открил статичка интерференција во трансатлантските телефонски линии која доаѓа од Млечниот Пат. Ова откритие било почеток на радиоастрономијата, со што се отворила нова перспектива од која може да се гледа вселената.

Откритието на квазарите е заеднички успех на радио и оптичката астрономија. Со подобрувањето на резолуцијата на радиотелескопите се откриле голем број на радио-извори, а каталозите како што е 3C (трет каталог составен во Кембриџ) се наполниле со радио-извори на кои не им одговара оптичко тело. Првите вакви извори биле 3C 48 и 3C 273, откриени во доцните 1950ти. Овие објекти немале соодветен оптички извор, а имале мали аголни големини.

Во 1960 година, астрономите Алан Сендиџ (Alan Sandage) и Томас Метјуз (Thomas A. Matthews), успеале со помош на 5-метарски телескоп да детектираат слаба сина ѕвезда на местото на 3C 48, со привидна магнитуда 16. (Привидната магнитуда го дефинира сјајот на ѕвездата набљудувана на небото од Земјата, при што помала магнитуда укажува на поголем сјај). Нејзиниот спектар бил составен од непознати и „чудни“ емисиони линии.

Во 1962 година следува нов успех со откритието на оптички извор на местото на 3C 273 со магнитуда од 13 и променлив сјај. Во спектарот на овој извор повторно се откриени чудни емисиони линии. Овие аномалии се објаснети со спектралните линии на водород кои имале црвено поместување кон поголеми бранови должини (кон црвено) од 15,8 проценти. Ова откритие довело до заклучок дека 3C 273 се движи со брзина од 47 000 km/s, а сината боја е резултат од UV зрачењето кое „трпи“ црвено поместување. Ако се примени Хабловиот закон се добива дека овој објект е оддалечен 480 Мрс (мегапарсеци; еден парсек одговара на 3,26 светлосни години) и

одговара на апсолутна магнитуда од -25,5. Апсолутна магнитуда е сјајот кој објектот би го имал на константно растојание од 10 парсеци од Земјата (и за неа важи дека помала магнитуда одговара на поголем сјај). Тоа значи дека доколку би се наоѓал на растојание од 10 парсеци (околу 33 светлосни години) гледано од Земјата 3C 273 би светел колку нашето Сонце.

Терминот „квazar“ (quasi-stellar radio source) првпат бил употребен од астрофизичарот Хонг Чи (Hong-Yee Chiu) во 1964 година. Подоцна е откриено е дека само мал процент од квазарите зрачат во радио-делот на спектарот, т.е. се радио-гласни (околу 10 %) па затоа им е доделена кратенката “QSO” (quasi-stellar objects) со цел да се именува и радио-тивката класа на квазари.

Една од големите дилеми околу квазарите во шеесетите години на минатиот век била дали овие објекти се наоѓаат на големи далечини како што сугерира нивното црвено поместување. Дебатата настанала поради фактот што црвеното поместување на квазарите може да има не-Доплерово потекло (поради оддалечување), туку да настанува поради т.н. гравитационо црвено поместување. Ова поместување потекнува од намалувањето на енергијата на фотоните која се троши да се собори моќната гравитација на квазарите. Доколку е тоа случај, квазарите би биле релативно блиски објекти кои не емитираат толку големо количество на енергија. Но оваа идеја не можела да се одбрани од две причини:

- Присуството на вакви масивни релативистички тела во близина на Земјата би предизвикало промена во движењето на блиските галаксии.
- Поради големата гравитација овие тела не би можеле да имаат гасовити обвивки од кои потекнуваат емисионите линии.

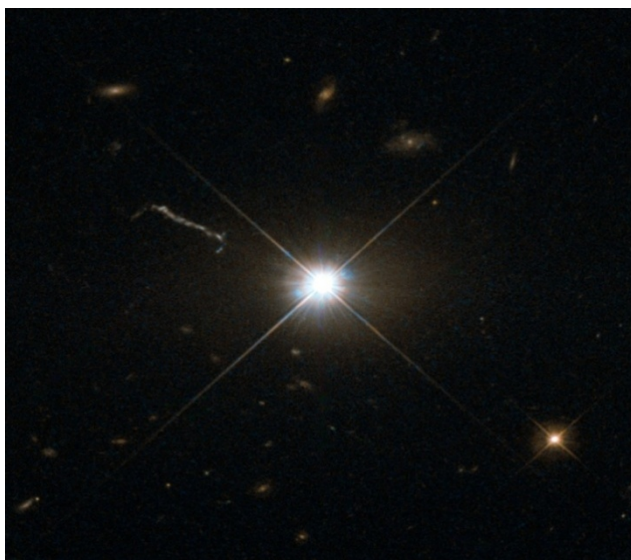
Проблемот со далечните квазари била неможноста да се објасни моќниот извор на нивната енергија со познатите процеси, вклучувајќи ја и нуклеарната фузија. Според други претпоставки квазарите се егзотични објекти составени од антиматерија и можеби се „бели јами“. Во 1970те бил разработен моделот на акрециониот диск (диск на материја која ротира околу тело со силна гравитација и зрачи упаѓајќи во него) и тој до ден денес претставува најверојатен кандидат за извор на големите енергии на квазарите. Во 1979 година биле докажани Ајнштајновите гравитациони леќи со откритието на двојниот квазар 0957+561. Во 1980те се развиле модели во кои квазарите се класифицирани како типови на активни галаксии, т.е. аголот под кој овие тела зрачат на Земјата одредува која тип на активна галаксија ќе биде (блазар, радио галаксија, итн.).

Општи карактеристики

Со оглед на тоа дека квазарите се далечни објекти, светлината која стига до Земјата „трпи“ црвено поместување поради ширењето на вселената. Квазарите лежат во центрите на активни, млади галаксии и се едни од најмоќните, најлуминозните и најенергетските објекти во познатиот универзум. Зрачат низ целиот спектар, а најмногу во ултравиолетовиот домен. Некои квазари се силни извори на радио и гама зраци.

Најважни карактеристики на квазарите се:

- Нетермално зрачење засилено во IC, X, оптички и радио области со широки емисиони и кратки апсорпциони линии (постои и термална компонента)
- Променлив и голем флукс на зрачење
- Далечни (космолошки) објекти
- Нивната маса одговара на галаксија од средна големина
- Мали димензии (компактни објекти).



Сл. 2. Еден од најсветлите квазари на нашето небо 3C 273

Квазарот 3C 273 се наоѓа во гигантска елиптична галаксија во соѕвездието Девица. Светлината која доаѓа од него е стара 2,5 милијарди години, покрај оваа далечина тој сепак е еден од најблиските квазари до Земјата. Има средна привидна магнитуда од 12,8 (доволно светол за да се види со аматерски телескоп), а апсолутна од -26,7. Масата на неговата црна јама изнесува 886 ± 187

милиони Сончеви маси. Овој квазар поседува многу голем видлив астрофизички млаз со димензии од 60 Крс. Астрофизички млаз е млаз на јонизирана материја кој се исфрла долж оската на ротација на вселенски објект. Ако материјата се движи со брзини блиски до брзината на светлината, астрофизичките млазеви се нарекуваат релативистички затоа што кај нив се значајни ефектите на специјалната теорија на релативност. 3C 273 е радио-гласен квазар и исто така е еден од првите извори на X зраци надвор од нашата галаксија. Механизмот со кој се произведуваат овие зраци е непознат. Неговата луминозност се менува во секој дел од спектарот од радио до гама доменот на временска скала од неколку дена до неколку декади. Овој објект може да се набљудува од двете хемисфери со помош на аматерски телескоп.

Друг познат квазар е APM 08279+5255, познат како хиперлуминозен квазар со апсолутна магнитуда од -32,2. Интересен е фактот што сјајот на овој квазар е зголемен за 4 пати поради ефектот на гравитациони леќи предизвикани од спирална галаксија. Ефектот на гравитациони леќи е закривување на зрачењето на далечен извор од страна на гравитационото поле на масивен објект кој се наоѓа помеѓу изворот и набљудувачот. И без зголемувањето, тој е многу луминозен објект, со сјај кој е 10^{14} до 10^{15} пати поголем од оној на Сонцето. APM 08279+5255 е гигантска, елиптична активна галаксија која содржи големи количества на гас и материја. Истиот е радиотивок квазар без релативистички млаз. Моќта ја добива од најмасивната црна јама позната за астрономите која содржи 23 милиони Сончеви маси, има акреционен диск од неколку парсеци и торус од прашина со радиус од 100 парсеци.

Емисијата на квазарите е од големо зрачење за астрофизиката затоа што ни дава информации за крајот на ерата на рејонизација која настапила 300 000 години по Големата Експлозија и траела до времето кога вселената била стара милијарда години. Ерата на рејонизација е важен дел од историјата на раната вселена во текот на која најголем дел од неутралниот водород бил рејонизиран, односно повеќекратно јонизиран од зрачењето на првите масивни ѕвезди. Емисијата од најстарите квазари (со црвено поместување $z=6$) ни покажува дека во тој период интергалактичкиот гас бил неутрален гас. Во спектарот на помладите квазари не постојат апсорциони региони што укажува дека интергалактичкиот гас се рејонизирал во плазма, а неутралниот гас постои само во мали региони (погледни го спектарот на квазарот на задната корица).

Поради фактот што квазарите покажуваат промена на сјајот на сите бранови должини во кратки временски интервали (неколку месеци), дојдено е до заклучок дека истите се релативно компактни

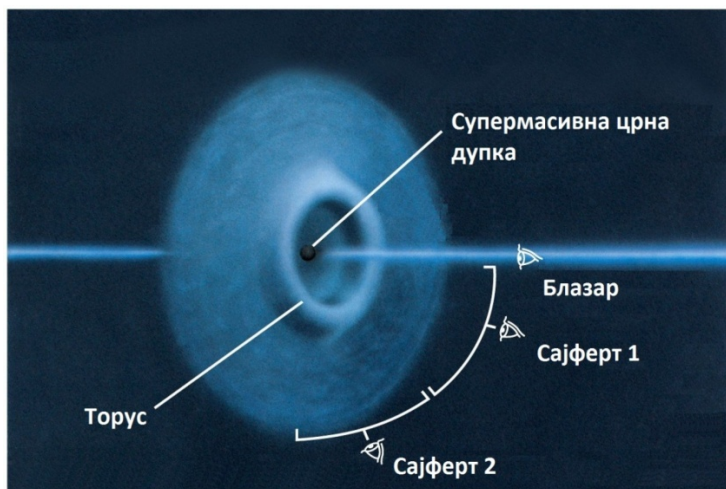
објекти со големина од редот на нашиот Сончев систем, поради тоа што периодот на промена на сјајот на некој објект не може да биде подолг од времето кое и е потребно на светлината да премине од едниот на другиот крај.

Табела 1. Споредба на сјајот на галаксија и квазар во различни делови од спектарот

Зрачење	Радио галаксија 3C 120	Квазар 3C 273
Х	/	$700 \times 10^{36} \text{ W}$
Оптичко	$40 \times 10^{36} \text{ W}$	$10 \times 10^{36} \text{ W}$
ИС	$10^3 \times 10^{36} \text{ W}$	$10^5 \times 10^{36} \text{ W}$
Радио	$0.5 \times 10^{36} \text{ W}$	$300 \times 10^{36} \text{ W}$

Ако се споредат особините на квазарите и активните галактички јадра може да се забележи голема сличност (Табела 1). Од тука потекнува идејата дека квазарите се компактни јадра на активни галаксии (AGN). Постои мислење дека квазарите кои зрачат посилно во инфрацрвеното и оптичкото подрачје се Сајфертови галаксии (галаксии со сјајни масивни јадра кои емитираат јаки емисиони линии), а оние кои зрачат посилно во радио подрачјето се јадра на радио галаксиите.

Сите активни галаксии може да се опишат со еден модел. Дали тие ќе се манифестираат како блазари, квазари, Сајфертова или радио галаксија зависи само од нејзината ориентација во однос на набљудувачот.



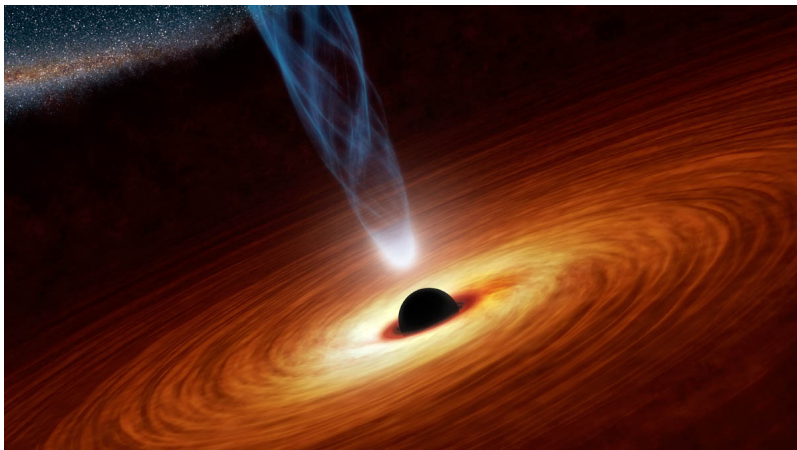
Сл. 3. Класификација на квазарите во зависност од аголот под кој се набљудува

- Ако ја набљудуваме галаксијата низ самиот млаз од наелектризирани честички под агол не поголем од 10 степени – гледаме блазар. Поради тоа што ги гледаме директно тие изгледаат како суперлуминозни објекти. Набљудуваната луминозност на блазарите е значајно зголемена од релативистичките млазеви кои се движат со брзини од 95% до 99% од брзината на светлината. На пример ако аголот под кој е видлив млазот е 5 степени тогаш луминозноста е зголемена за 70 пати од емитираната, но ако аголот е нула тогаш емисијата се зголемува за фактор од 600 пати. Во минатото, блазарите биле идентификувани како неправилно променливи ѕвезди во нашата галаксија, но со зголемување на резолуцијата на радио телескопите се дознало дека истите се активни галактички јадра.
- Под поголем агол гледаме квазар кој е слаб радио-емитер или Сајфертова галаксија. Овие активни галаксии сочинуваат 10% од познатите галаксии. Имаат јадро кое наликува на квазар со голема луминозност во чиј спектар среќаваме силни јонизирачки емисиони линии, но за разлика од квазарите можеме да ја детектираме галаксијата-домаќин. Гледано во оптичкото подрачје изгледаат како нормални галаксии, но под други бранови должини и се забележуваат големи луминозности кои не се среќаваат кај обичните галаксии.
- На крај, ако аголот ни е уште поголем, се гледа радио зрачење т.е радио-галаксија. Овие галаксии се супер сјајни во радио доменот - 10^{39} W помеѓу 10 MHz и 100 GHz фреквенции на зрачењето. Зрачењето потекнува од синхротронски процеси. Од двете страни на квазарот излегуваат два релативистички млазеви и станува збор за тек на јонизирана материја во правец на оската на ротација. Начинот на формирање и моќта на млазевите не е целосно разјаснета, но се верува дека тие потекнуваат од динамички интеракции во внатрешноста на акрециониот диск.

Механизам на создавање на енергија кај квазарите

Енергијата на квазарите потекнува од супермасивна црна јама за која се верува дека се наоѓа во центарот на квазарот. Ова е единствениот модел кој донекаде ги објаснува квазарите, т.е акрецијата на материја околу мала, ама многу масивна црна јама. Поради огромната гравитација од црната јама се привлекуваат огромни количества на материја и се формира акреционен диск кој ротира многу брзо во близината на црната јама. Се верува дека

типичниот квазар “јаде” 10 ѕвезди годишно, а најсветлиот конзумира 1000 Сончеви маси материјал годишно, што е еквивалентно на материја на 600 планети Земји на минута.



Сл. 5. Уметничка претстава на акреционен диск

Акрециониот диск е структура формирана од дифузен материјал кој е во орбита околу масивно централно тело. Во него дејствуваат гравитациони сили и сили на триење кои ја креваат температурата на дискот и предизвикуваат емисија на електромагнетно зрачење кое варира од X до IC зраци. Материјалот во акрециониот диск е во нестабилна орбита и на крајот завршува во црната јама. Поради големата сила на триење во турбулентниот тек на честичките на материја, се зголемува температурата при што се зрачи енергија, а се намалува аголниот момент на материјата. Поради губитокот на аголен момент честичките заземаат се пониска и пониска орбита се додека не паднат во црната јама. Губитокот на аголен момент се манифестира како намалување на брзината. Како што се паѓа во пониска орбита така се ослободува потенцијална гравитациона енергија од која дел се троши на зголемување на брзината на честичката, значи како што честичките доаѓаат поблиску до црната јама така побргу се движат загревајќи се и зрачејќи на се поголеми енергии.

Големо влијание врз акрециониот диск има и екстерното магнетно поле на меѓусвездената средина. Овие полиња се прилично слаби, но тие може да се „закачат“ за материјата во дискот поради неговата силна електрична спроводливост и да се насочат кон центарот на дискот. Овој процес може да концентрира магнетен флукс во центарот и генерирање на силни магнетни полиња. Силното

магнетно поле во внатрешноста на дискот е есенцијално за создавањето на астрофизичките млазеви на јонизирана материја по оската на ротација.

Можни се два процеси преку кои може да се создаде силно магнетно поле во центарот на дискот:

- Да биде “извлечено” од меѓусвездената средина
- Да биде создадено од внатрешно магнетно динамо во дискот.

Магнетните полиња мора да бидат доста силни за да се овозможи процес на магнетно-центрифугален механизам кој ги исфрла млазевите јонизирана материја од квазарот. Проблем за овој модел е што магнетно поле кое е залепено за материјата врши акреција со мала брзина, а од друга страна плазмата не е совршен спроводник па секогаш ќе има дисипативен процес во кој магнетното поле се губи побргу од стапката со која се движи кон центарот.

Едноставно решение на овој проблем е ако се претпостави дека вискозност на дискот е многу поголема од магнетната дифузност на дискот, но нумеричките и теориските модели укажуваат дека овие параметри се од ист ред на големина. Постои можност дека некои други фактори влијаат врз овие параметри.

Акрецијата е многу ефикасен механизам за создавање на енергија и може да биде извор на нетермално зрачење. При овој процес можно е 10% од материјата да се претвори во енергија за разлика од термонуклеарните процеси кои доминираат во јадрата на ѕвездите, со ефикасност од само 0,7%.

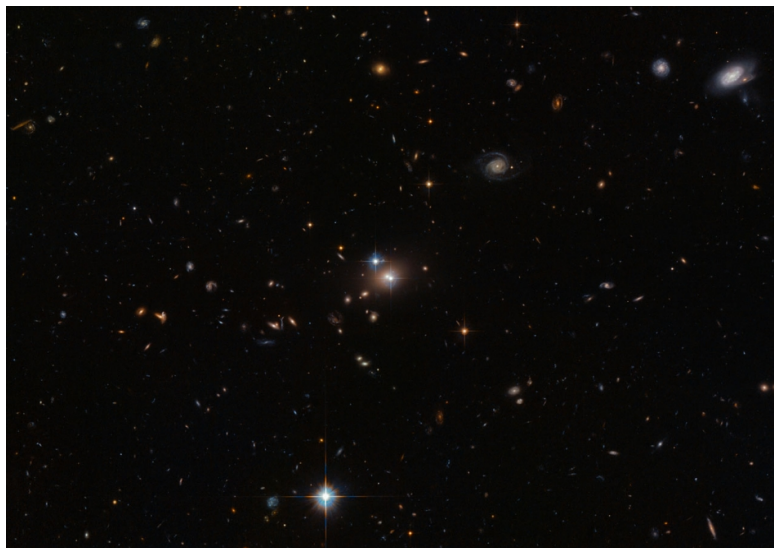
Систем од повеќе квазари

Поради ефектот на гравитациони леќи квазарите најчесто ги гледаме како двојни, тројни или четирикратни ликови на еден квазар. Првиот тип на вакви квазари е двојниот квазар Q0957+561 откриен во 1979 година за кој на почетокот се сметало дека се состои од два различни објекти, но наскоро астрономите сфатиле дека станува збор за многу слични објекти. Причината за нивната сличност е дека тие се ликови на еден квазар. Овој објект се наоѓа на оддалеченост од 14 милијарди светлосни години. Помеѓу нас и квазарот на 4 милијарди светлосни години се наоѓа џиновската галаксија YGKOW G1. На оваа галаксија за прв пат биле набљудувани гравитационите леќи. Овој феномен ни овозможува да детектираме многу далечни објекти.

Група од повеќе квазари може да се набљудува поради случајна поставеност, физичка приближност, вистинска меѓусебна интеракција или, како што е објаснето погоре, поради ефектот на гравитациони леќи.

Бидејќи квазарите се ретки објекти, веројатноста да се најдат во повеќекратна формација е многу мала. За прв пат ова било детектирано во 2007 година од страна на опсерваторијата Мануа Кеа, Хаваи. Тоа бил тројниот квазар LBQS 1429-008 кој се наоѓа на оддалеченост од 10,5 милијарди светлосни години, а неговите компоненти се на растојание од 30 до 50 Крс, што е типично растојание за галаксии кои се во меѓусебна интеракција.

Првиот четирикратен квазар бил откриен во 2015 година.



Сл. 6. Двојниот квазар Q0957+561

Значењето на квазарите за астрофизиката

Покрај тоа што квазарите самите по себе се фасцинантни објекти, тие претставуваат моќни алатки за истражување на раниот универзум, ни обезбедуваат податоци за ерата на рејонизација, раната структура на универзумот и неговиот хемиски состав. Ова е најточно за квазарите со најголеми црвени поместувања. Секој квазар на различно црвено поместување ни раскажува своја приказна за состојбата на универзумот која одговара на тој момент. На пример, квазарите со црвено поместување од 5,5 ни даваат важни информации за еволуцијата на интергалактичкиот медиум на крајот

на ерата на рејонизација. Квазарите со $z = 6$ ни укажуваат на висок степен на хемиска еволуција во галаксиите во кои се наоѓаат. Сите овие набљудувања се користат за да се формираат теориски модели чија точност ќе се зголемува ако се откриваат квазари на поголеми црвени поместувања.

Квазарите се употребуваат за откривање на историјата на експанзијата на вселената, затоа што истите се многу светли и далечни објекти и претставуваат одлични кандидати за мерење на Хабловата константа во раната вселена со голема точност, поголема и од онаа што ја имаме за моменталната вредност ($z = 0$) на оваа константа.

Формацијата, раната еволуција на галаксиите и црните јами кои преминуваат во квазари, нивната ко-еволуција и интеракција со интергалактичкиот медиум се најжешките теми во денешната космологија. Овие теми допираат до неколку фундаментални прашања за историјата на нашиот универзум. Постои можност и да се откријат нови астрофизички феномени поврзани со раѓањето и смртта на супермасивните црни јами.

Овие теми на истражување се прошируваат со голема брзина преку дотур на нови набљудувачки и теориски податоци. Затоа сигурно ќе ги прошират домените на истражување за идните генерации на астрофизичари кои ќе се служат со помоќни телескопи и ќе вршат подетални истражувања низ целиот спектар на електромагнетно зрачење.

e-mail: sentevskinaume@gmail.com, olgicakuzmanovska@gmail.com

Извори:

- [1] <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0803/0803.2862.pdf>
- [2] <https://phys.org/news/2011-06-astronomers-universe-distant-quasar.html>
- [3] <https://phys.org/news/2012-11-scientists-quasars-probe-dark-energy.html>
- [4] <https://phys.org/news/2017-04-astronomers-dozens-quasars-galaxies.html>
- [5] <https://www.nasa.gov/content/goddard/nasas-hubble-gets-the-best-image-of-bright-quasar-3c-273/#.WWU0vBWGPIU>
- [6] https://en.wikipedia.org/wiki/Accretion_disk
- [7] <https://en.wikipedia.org/wiki/Quasar>
- [8] <https://www.space.com/17262-quasar-definition.html>

НОБЕЛОВАТА НАГРАДА ЗА ФИЗИКА ЗА 2017

- LIGO детекторот и откривањето на гравитационите бранови

Кимет Јусуфи

Општа теорија на релативноста е модерна теорија на гравитација според која гравитационата сила се опишува со помош на простор-временскиот континуум. Во 1915 година Ајнштајн успеа да најде тензорска равенка со кој може да се опише движењето на телата во гравитационо поле:

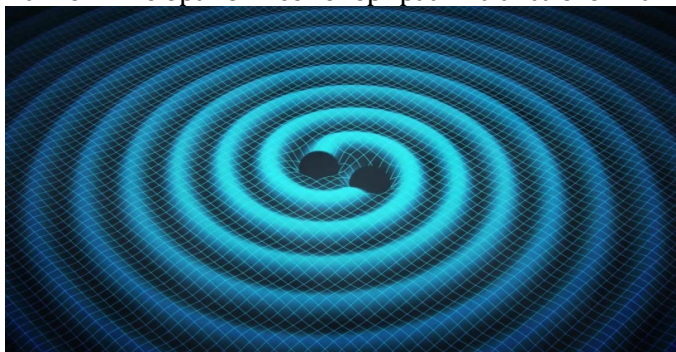
$$R_{ab} - \frac{1}{2}g_{ab}R = \frac{8\pi G}{c^4}T_{ab}.$$

Математичките симболи во равенката не се значајни за ова излагање, но треба да се истакне дека левата страна ја опишува геометријата која е закривена поради присуството на маса или енергија што се опишува со десната страна. Ваквиот тип на равенки се познати како Ајнштајнови равенки на поле, а геометријата на простор-времето математички претставува четири димензионален Риманов простор. Според Ајнштајн, одредено масивно тело (на пример Сонцето) го закривува простор-времето, а другите тела (на пример Земјата), се движат по геодезиски линии во овој простор-временски континуум. Математички, дадена геометрија може да се опише со помош на метричкиот тензор. Со други зборови, може да се каже дека гравитационото поле со карактеризира со одредена вредност од метричкиот тензор g_{ab} во секоја точка од простор-времето.

Да истакнеме дека во Њутновиот закон за гравитација телата заемнодејствуваат со сила која се пренесува со бесконечна брзина. Од друга страна, пак, еден од основните постулати во специјалната теорија на релативност е конечната брзина на светлината. Ајнштајн прв најде интересна физичка интерпретација со решавање на равенките на поле според кои на големо растојание од некое тело гравитационата сила се пренесува со помош на гравитациони бранови кои што се движат со брзина на светлината. Гравитационите бранови се осцилии на самиот простор-време, а се карактеризираат со многу мала амплитуда. Имено, многу далеку од изворот метричкиот тензор може да се линеаризира како:

$$g_{ab} = \eta_{ab} + \varepsilon h_{ab}.$$

За генерирање на гравитациони бранови потребно е тело со голема маса што забрзано осцилира. Читателот може да се потсети дека електромагнетните бранови се генерираат на аналоген начин.

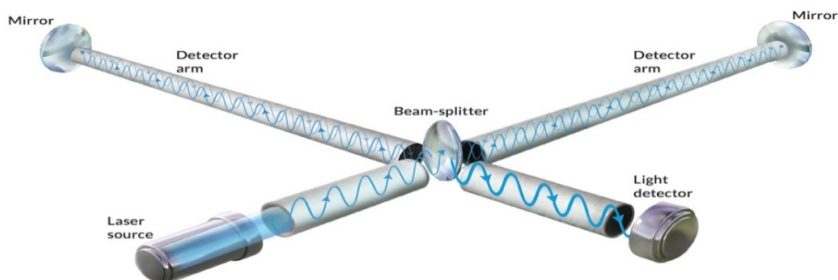


Сл.1. Бинарен систем од две црни јами кои ротираат.

Во последниот пример се потребни наелектриризирани честички кои забрзано се движат. За среќа, постојат интересни извори на гравитациони бранови како што се ротирачки црни јами, ротирачки неутронски ѕвезди, супернови и така натаму. Кога две црни јами ротираат системот губи енергија дадена со изразот:

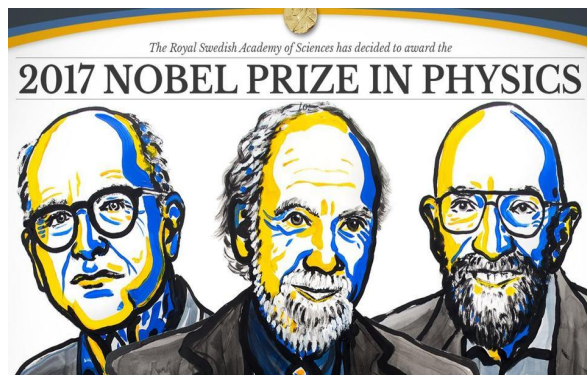
$$\frac{dE}{dt} = - \frac{32 G^4 (m_1 m_2)^2 (m_1 + m_2)}{5 c^5 r^5}$$

Горната равенка покажува дека системот од две ротирачки црни јами со маси m_1 и m_2 губи енергија во единица време. Оваа енергија не е ништо друго туку енергија на гравитационите бранови. Но најголемиот предизвик била самата детекција на гравитационите бранови.



Сл.2. Ласерски интерферометар составен од два крака, ласерски извор, делач на светлина, две огледала и фотодетектор.

Токму за детекцијата на гравитационите бранови беше доделена и Нобеловата Награда за физика во 2017 на тројца физичари Rainer Weiss, Kip Thorne и Barry Barish.



Сл.3. Добитници на Нобелова Награда за физика во 2017 година, Rainer Weiss, Kip Thorne и Barry Barish.

Нивната генијалност се содржела во идејата дека еден голем ласерски интерферометер може да се користи како детектор на гравитациони бранови. Од ласерот се пушта светлина која потоа се дели со помош на делител на зраци, па откако светлината ќе се рефлектира ќе настане интерференција. Во отсуство на гравитациони бранови ќе настане деструктивна интерференција, па како резултат на тоа фотодетекторот нема да регистрира светлина. Од друга страна, кога низ нашата планета ќе поминат гравитационите бранови ќе настане деформација на телата, така што едниот крак ќе се скрати, а другиот малку ќе се издолжи. Во овој случај ќе има промена на патот во кој би настанала интерференција и како резултат би се детектирала светлина на фотодетекторот. Амплитудата со кое ќе осцилира светлината овозможува да се детектираат гравитационите бранови. Во САД е изграден најголемиот ласерски интерферометар познат како LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory), прикажан на слика 4.

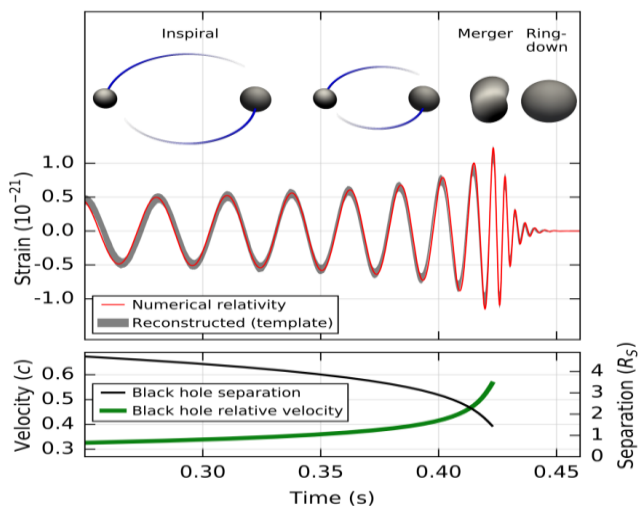
Како што истакнавме, гравитационите бранови може да се генерираат од бинарниот систем кој се состои од две црни јами. При овој процес се разликуваат три фази. Во првата фаза која трае подолг временски период, бинарниот систем се карактеризира со ротација на црните јами. Во втората фаза ќе настане судир на црните јами. Во моментот на судирот кој се случува за кратко време се ослободува голема енергија во вид на гравитациони бранови и токму овие гравитациони бранови може да се детектираат. И на крајот настанува формирање на една поголема црна јама. Гравитационите бранови се

движат со брзина на светлината и, што е карактеристично за сите бранови, тие носат енергија.



Сл.4. Ласерски интерферометар познат како LIGO којшто има должина на краците од 4 km.

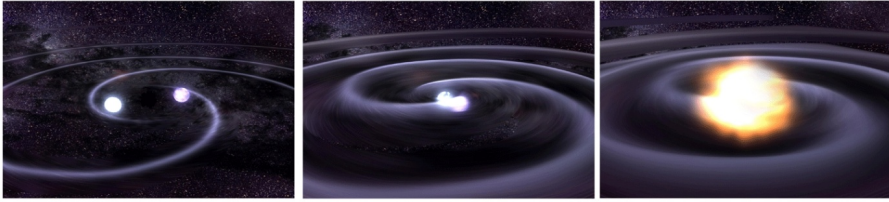
Во 2016 година LIGO детектирало гравитационен сигнал при судир на две црни јами со амплитуда од $h \approx 10^{-18}$ m со времетраење од 0,25 секунди [1]. На слика 5 може да се забележи пикот на сигналот регистриран заедно со нумеричките пресметки.



Сл.5 Сигналот кој беше регистриран од LIGO. Како што може да се забележи нумеричкиот резултат на импресивен начин се поклопува со експерименталниот резултат.

За кратко време стана јасно дека гравитационите бранови отвараат нов прозорец за истражување на Универзумот. Имено, во

2017 година беше детектиран нов гравитационен сигнал создаден при судир на неутронски звезди [2].



Сл.6 Систем од ротирачки неутронски звезди

Во наредниот период се очекува гравитационите бранови да се користат за детекција на други егзотични објекти, како на пример космичките струни. Се спекулира дека гравитационите бранови се создале во првите мигови по Големата Експлозија (позната уште како Биг-Банг) при процесот на инфлација. Секако останува да се види дали е можна детекција на гравитациони бранови при процесот на инфлација на нашата вселена.

e-mail: jusufi.kimet@gmail.com

Литература

- [1] B. P. Abbott *et al.* (LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration) Phys. Rev. Lett. 116, 061102
- [2] B. P. Abbott *et al.* (LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration) Phys. Rev. Lett. 119, 161101
- [3] <https://physics.aps.org/articles/v10/114>
- [4] <https://www.ligo.caltech.edu/news/ligo20170927>
- [5] S. M. Carroll, "Lecture Notes on General Relativity," gr-qc/9712019

„СВЕЗДЕНИТЕ ПАТЕКИ“ И ФИЗИКАТА НА XXI ВЕК (II дел)

Моника Пешевска и Александар Ѓурчиновски

Captain's log, April 5th, 2063.

The voyage of the Phoenix was success...again.

The alien ship detected the warp signature and is on it's way to rendezvous with history.

Captain Jean-Luc Picard, *Star Trek: First contact*

Напомена. Текстот е продолжение на оној објавен во Астрономски алманах 2017.

Телепортација (грчки *tele*-далечно; латински *portare*-пренесува)

Според Лоренс Краус (Lawrence Krauss), теориски физичар од САД и професор на државниот универзитет во Аризона, бројот на луѓе во САД кои никогаш не ја слушнале фразата “Beam me up, Scotty” е број споредлив со бројот на луѓето кои никогаш не слушнале за зборот „кечап“. Нејзината препознатливост е дотолку голема што истата се поврзува со разни приказни од секојдневниот живот на многу луѓе ширум светот. И секако, истата е препознатлива кај самите научници кои, во најголем број фанови на *Star Trek*, преку продлабочените истражувања во полето на квантната механика, теоријата на релативност, атомската физика, како и теоријата на информации, денес се обидуваат да се доближат до реалното остварување на овој процес. Според описот даден во делото „Star Trek: The Next Generation Technical Manual“, процесот на телепортација се одвива на следниот начин: телото се поставува во транспортерот (уред за телепортирање) при што започнува процесот на негово скенирање. На овој начин добиваме информации за атомите кои се составен дел на самото тело односно за положбата на атомите во телото, за нивните енергетски состојби, за нивната сврзаност во молекули и многу други пропратни податоци. По снимањето на овие

информации, отпочнува процесот на дематеријализација на телото, по што снопот од материја од меѓумеморијата се испраќа на посакуваната локација каде се случува обратниот процес, односно се врши материјализација на снопот од материја, по што повторно ја имаме индивидуата во нејзината првична состојба, само што овој пат таа е целосно поместена од нејзината првична положба. Така, ние имаме транспорт на материја без воопшто реално да биде изминат просторот меѓу локацијата на тргнување и локацијата на пристигнување.

Овој начин на патување не само што им заштедува голем дел од времето на екипажот, туку овозможува и умешно одбегнување на сите технички моменти на слетување на вселенскиот брод на дадена локација (на пр. планета) и негово повторно полетување. Во реалноста ова би ни овозможило многу поолесното истражување на универзумот. Замислете да можете да телепортирате ровер на Марс без притоа да се грижите за горивото кое треба да се потроши за таа цел, за масата на роверот, како и за неговото безбедно спуштање на површината на Марс. Или, пак, уште поамбициозно, замислете да телепортирате ровери во други Галаксии, да телепортирате вселенски брод кој ќе истражува многу подалеку од она што ние можеме да го видиме со нашите телескопи. Секако, тука веќе доаѓа до израз телепортацијата во простор-времето за која останува прашањето дали ќе ни биде од помош или не.

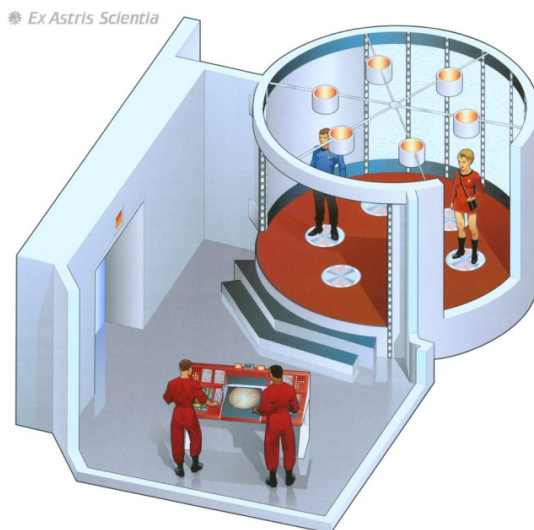
Иако самото телепортирање би ни било од голема корист и е опишано доста едноставно со неколку реченици, сепак сите денешни истражувања покажуваат дека се уште сме далеку од реалното телепортирање. Причината за тоа е слична како и причината кај ворп-погонот: експериментално немаме начин како истото да го изведеме. Процесот на телепортација на тело вклучува паралелен процес на пренос на информација и на материја. Доколку ја пренесете само материјата, односно само атомите, тоа би било како да го телепортирате човекот, но при тој процес она што би го добиле на местото на телепортација се збир од атоми кои не се поврзани во молекули и кои се расфрлани, без никаков распоред. Би се изгубила информацијата за состојбата на материјата, па и самиот човек кој вака е телепортиран е само дел од тоа што некогаш бил. Од друга страна пак, процесот на пренос на информација ни е доста близок бидејќи денес луѓето се доста успешни во тоа. Денес преносот на информација се случува секојдневно, низ речиси целиот свет. Но, кога станува збор за пренос на луѓе, како би можеле да ја „извлечеме“ информацијата која треба да ја пренесеме? И како воопшто би можеле да извршиме дематеријализација за да го добиеме тој сноп од материја кој треба да се пренесе? Што всушност вклучува процесот на дематеријализација?

Луѓето се изградени од атоми, и тоа од околу 10^{28} атоми. При процесот на телепортација ние би требало сите овие атоми да ги пренесеме од едно место до друго. Значи она што следи е дематеријализацијата. За таа цел атомите се делат на нивните составни делови (протони, неутрони, електрони). Иако поголемиот дел од самиот атом е празен, сепак телата составени од атоми не може меѓу себе едноставно да си се разминуваат, да пенетрираат меѓу себе бидејќи постојат сили меѓу честичките. Кога седнувате на столче вие не пропаѓате токму поради електромагнетните взаемнодејства помеѓу честичките. Така, кога ќе се делат атомите на нивните составни честички, потребно е да се совладаа електромагнетното взаемнодејство кое го држи атомот како целина. Овој процес денес е лесно остварлив. Но, после делењето на атомот, следи делењето на протоните и неутроните кои се составени од елементарните честички наречени кваркови. Процесот на делење на протоните и неутроните вклучува совладување на силите кои постојат меѓу кварковите. Тие сили се милиони пати посилни од силите кои го држат атомот како целина.

Според пресметките кои биле извршени за да се открие колкава енергија би била потребна за овој процес на собна температура, се добило дека бројките се огромни, на некој начин, би ни било потребно бесконечно голема енергија за вакво нешто. Но доколку на некој начин научниците успеат да го загреат атомот на околу 1000 милијарди Целзиусови степени (околу милион пати повисока температура од температурата во центарот на Сонцето) не само што ќе се совладаат силите кои постојат меѓу кварковите, туку материјата целосно би се претворила во радијација, односно би станала чиста енергија. На овој начин ќе се изврши дематеријализацијата; навидум едноставен проблем кој ако денес не е остварлив, сигурно би бил за 30-40 години. Проблемот што се јавува е следен. Доколку се успее во овој процес и се изврши дематеријализација на човек кој има околу 50kg, ќе се добие енергија која би ја ослободила 100-мегатонска водороденска бомба. Овој процес би наишол на огромна неприфатеност од општеството, и би бил огромна опасност за сите. Затоа логичното алтернативно решение би било наместо да се врши дематеријализација до ниво на енергија, да се врши дематеријализација до ниво на протони, неутрони и електрони, евентуално на ниво на атоми. Кога би се извршил овој процес, секако би требало да се транспортираат овие честички и тоа со големи брзини, брзини кои се близу до брзината на светлината. И според сите пресметки направени за да се види колкава енергија треба да се донесе за да се забрзаат истите, се добило дека таа енергија е уште поголема од онаа која би се употребила за претходно споменатиот

процес на делење на атомот на кваркови и негова целосна претворба во енергија. Како што беше споменато погоре, забрзувањето на честичка која има маса е процес кој бара огромно количество на енергија, бидејќи како што честичката има поголема брзина, така нејзината маса се зголемува. А колку што телото има поголема маса, толку повеќе енергија треба да се донесе за да истото се придвижи со поголема брзина од онаа која веќе ја има.

Овие резултати укажуваат дека и двата процеси се многу тешко остварливи за развојниот степен на кој се наоѓа денешната наука и технологија. Би било разбирливо зошто научниците не би се ниту обиделе да направат нешто повеќе во врска со ова бидејќи сме свесни дека и да пробаме, нема да успееме. Но, еден научник не би останал достоин на себе и на својата љубопитнос доколку се потчини на “невозможното”. Токму затоа бил и изграден акцелераторот како што е Теватрон во склоп на Ферми лабораторијата, САД. Во оваа лабораторија научниците успеале да забрзаат протони со брзини кои се 99,9% од брзината на светлината. За успехот на ова ниво не само што биле потребни огромни средства на пари, туку исто така и голем ентузијазам за отпочнување на ваков проект. Денес Теватронот не е во употреба поради употребата на Големиот Хадронски Судирач (Large Hadron Collider) која е најголемата машина и најмоќниот акцелератор воопшто изграден од човекот.



Сл. 1. Шематски приказ на просторијата од каде се врши телепортацијата во сериите *Star Trek* (Извор: www.ex-astris-scientia.org)

Уште еден значаен ефект кој треба да се земе предвид при евентуалната изградба на телепортер е постоењето на чудната

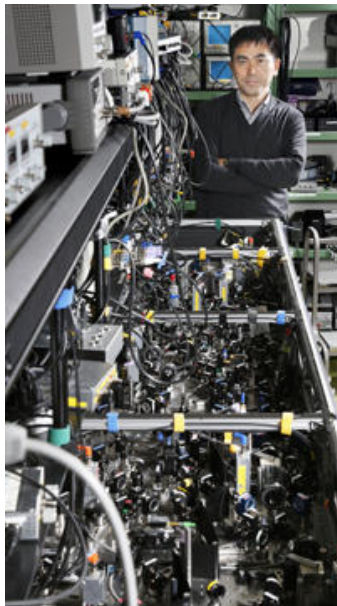
поврзаност кај т.н. квантно-поврзани честички (quantum entanglement). На пример, ако имаме две честички, кои се создадени од претходна честичка со спин нула што се распаднала на две, така што нивниот вкупен спин долж една од оските (на пример, долж x -оската) е еднаков на нула. Со мерење утврдувате дека честичката А има спин $+1$, додека пак другата честичка Б има спин -1 (ова следува од законот за запазување на спинот - вкупниот спин долж x -оската е еднаков на нула, како што и бил на честичката од која настанале честичките А и Б). После мерењата вие ги одвојувате овие две честички, на пример честичката А останува во вашата лабораторија, а честичката Б ја носите во лабораторија на друг континент. Честичката А која останала во вашата лабораторија сега почнувате да ја анализирате. Сте измериле дека нејзиниот спин долж x -оската е $+1$, но сега сакате да го измерите нејзиниот спин долж y -оската. Бидејќи спинот на честичката А долж x -оската е комплементарна величина¹ со спинот на честичката А долж y -оската, следи дека со вашето мерење на спинот долж y -оската вие влијаете врз спинот на честичката долж x -оската при што сега веќе тој спин веќе не е $+1$ со сигурност (претходно бевме сигурни бидејќи измеривме). За да видиме дали некако сме влијаеле врз спинот на честичката А долж x -оската, ние повторно вршиме мерење на спинот на честичката А долж оваа оска и сега утврдуваме дека тој се променил и дека сега тој е -1 . Значи, во процесот на мерење, ние сме го промениле спинот на честичката А долж x -оската од $+1$ на -1 . Во меѓувреме, честичката Б се наоѓа во лабораторијата на другиот континент и на неа не се вршени никакви анализи, никој не вршел било какви мерења кај оваа честичка па интуитивно мислиме дека честичката би се наоѓала во истата онаа состојба во која сме ја оставиле. За честичката Б од првичното мерење ние утврдиле дека таа има спин -1 долж x -оската. Некако би помислиле дека сега, после промената на спинот на честичката А од $+1$ на -1 , честичката А и честичката Б би требало да имаат ист спин долж x -оската. Сепак, ниту еден експеримент го нема покажано овој резултат. Сите експерименти покажуваат дека иако никој на ниту еден начин не и влијаел на честичката Б, сепак нејзиниот спин долж x -оската, после промената на спинот долж x -оската кај честичката А, исто така се менува. Така, ако сега ние решиме да провериме каков е спинот на честичката Б долж x -оската

¹ За две величини се вели дека се комплементарни доколку нивната вредност не може да се одреди истовремено. Пример за комплементарни величини се положбата и импулсот. На пример, колку што подобро ја одредувате положбата на електронот, толку ви се намалува точноста на мерењето на импулсот на истата таа честичка. Ова е математички опишано преку принципот на Хајзенберг.

ќе измериме дека тој сега е +1. Иако овие две честички се разделени на растојание кое ниту светлината не би можела да го помине за толку кратко време за да ја пренесе информацијата дека спинот на едната честичка е променет, сепак таа информација се пренесува. Всушност преносот на информацијата е моментален, во истиот момент кога ќе се промени спинот на честичката А, се менува и спинот на честичката Б на тој начин што вкупниот спин на двете честички останува нула. Токму поради овој чуден резултат кој некако посочува дека можеби сепак постои нешто што ја пренесува таа информација, и дефинитивно тоа нешто е побрзо од брзината на светлината, оваа појава била наречена морничаво дејство на далечина (*spooky action at a distance*). Иако секој експеримент кој бил изведен за проверка на математиката која го предвидува ова дејство, сепак теоретското објаснување наидува на потешкотии бидејќи не се знае што ги поврзува овие две честички на таков начин што промената кај едната честичка веднаш доведува до промена кај другата честичка.

Научниците сфатиле како би можеле да ја искористат оваа квантна врска. Знаејќи дека промената кај една честичка од парот квантно-поврзани честички ќе доведе до моментална промена кај другата честичка од парот, научниците Чарлс Бенет (Charles Henry Bennett, компјутерски инженер и физичар), Жил Брасар (Gilles Brassard, компјутерски инженер), Круд Крепу (Claude Crépeau, компјутерски инженер), Вилијам Вутерс (William Wootters, теоретски физичар), Ричард Џоза (Richard Jozsa, математичар) и Ашер Перес (Asher Peres, физичар) биле првите кои ја рашириле идејата за т.н. квантно телепортирање. Идејата сега опфаќа три честички: две честички кои се квантно поврзани и трета честичка која ќе ја наречеме честичка Ц. Честичките А и Б (тоа ни се квантно поврзаните честички од претходното објаснување) ги одвојуваме во две различни лаборатории. Кај едната од честичките, на пример кај честичката А ја носиме третата честичка, честичката Ц. Третата честичка е таа честичка која сакаме да ја телепортираме. Оваа честичка взаемно си дејствува со честичката А и доведува до промени во квантната состојба на честичката А. Ваквите промени во квантната состојба на честичката А се случуваат моментално и кај честичката Б, при што всушност квантната состојба на честичката Б сега станува идентична со квантната состојба на честичката Ц. Иако реално ние не сме извршиле пренос на честичката Ц, ние имаме идентична таква честичка во втората лабораторија. Тоа е причината поради која овој процес се нарекува квантно телепортирање. Иако првично делува многу поразлично од телепортирањето во *Star Trek*, сепак суштината е дека се пренесува информацијата за квантните состојби на честичките. Називот за единица информација е бит, но бидејќи тука

се вклучуваат и квантните карактеристики на честичките кои ја пренесуваат информацијата, сега незивот е квантен бит или кјубит (qbit). До денешен ден извршена е успешна телепортација на елементарни честички како што се, на пример, фотоните и електроните, но телепортацијата на луѓе или предмети, идеја за која можеби некогаш некој ќе најде соодветен, алтернативен начин за нејзино реализирање, останува само дел од неостварените предвидувања на научната фантастика.

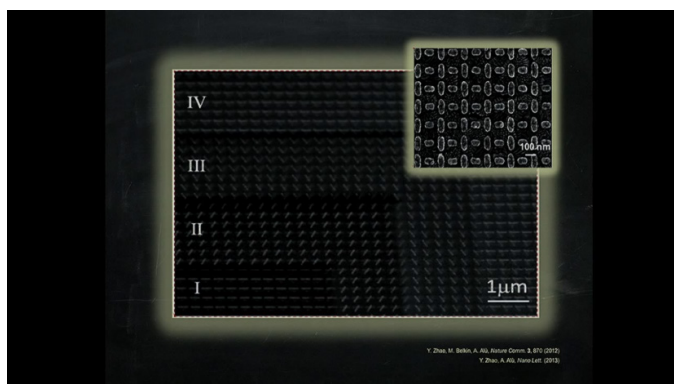


Сл. 2. Акира Фурусава (Akira Furusawa), професор на катедрата за применета физика на Универзитетот во Токио, успеал да изгради опрема која содржи над 300 леќи и уреди за изолирање на фотони со која овозможил квантно телепортирање. Неговата идеја се проширува на телепортирање на информацијата што би овозможило исфрлање на каблите од употреба (Извор: www.asia.nikkei.com)

Уреди за невидливост (Cloaking device)

Во „Свездените патеки“ уредот за невидливост е уред кој овозможува одреден вселенски брод да стане невидлив за секоја оној што се наоѓа надвор од бродот. Принципот на работа на таквиот уред е да направи електромагнетните бранови едноставно да го заобиколат самиот вселенски брод на сличен начин на кој течностите ги заобиколуваат пречките на кои наидуваат и продолжуваат да течат. Во серијалот уредот за невидливост за прв пат бил употребен од Ромуланците, кои иако се далечни роднини на Вулканците, се разликуваат од нив по нивните претензии за надвладајување над останатите видови. Токму поради самиот чин на невидливост, ова се смета за подло дејствување, дејствување со задна намера. Доближувањето до некој вселенски брод, без претходно истото да се најави или пак да биде видено кој доаѓа, би можело да се толкува како

обид за напад. Затоа и невидливоста, колку и да можеби понекогаш би била многу корисна, на пример да се избегне контакт со видот Борг, е забранета од самата Свездена флота. Она што е интересно е дека во реалноста навистина луѓето уште од самите почетоци сакале да го контролираат текот на светлината. Токму Римјаните (Ромуланците имаат многу сличности со Римјаните) се едни од првите народи кои оставиле материјален доказ за нивните познавања од полето на оптиката. Познат е т.н. пехар на Ликург (лик од грчката митологија), направен од стакло кое содржи многу мали делови од злато и сребро кои биле топени заедно со стаклото. Доколку се погледне ова стакло под микроскоп, истите ќе може јасно да се забележат. Токму овие примеси од благородни метали овозможуваат оптички ефект на кој Римјаните се восхитувале. Доколку пехарот стои пред вас и истиот е осветлуван од неговата задна страна, вие ќе го гледате пехарот како да е црвен, изграден од црвено стакло. Но доколку, наместо од задната страна, го осветлите пехарот од предната страна (тоа е страната која ја гледате) вие ќе го гледате пехарот како зелен, како да е изграден од зелено стакло.



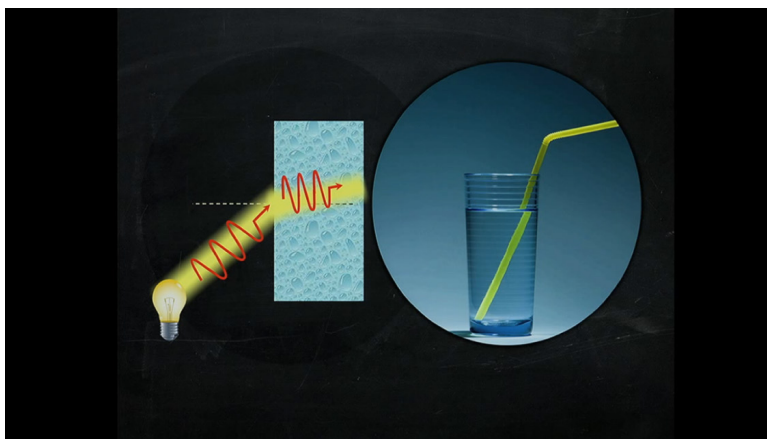
Сл. 3. Микроскопски приказ на стакло во кое се внесени многу мали честички од злато. Оваа слика е направена во лабораторијата во која работи Андреа со неговите колеги (Извор: www.ted.com)

Денес, со развојот на нанотехнологијата научниците може точно да ја одредат позицијата, геометријата, големината, ориентацијата како и други карактеристики на нано-честичките кои се внесуваат во стаклото. Овие нано-честички кои се внесуваат во стаклото овозможуваат поинаква интеракција со светлината со материјата, што ќе резултира со поинаков ефект кој ние ќе го забележимо, како во случајот со пехарот на Ликург. Еден од научниците кои го проучуваат ова поле е Андреа Алу (Andrea Alù),

професор на Универзитетот во Тексас кој има дадено значаен придонес во полето на проучување на својствата на материјалите.

Токму внесувањето на честички во стаклото и менувањето на оптичките карактеристики на материјалите било поставување на темелите на нова област во физиката: областа на метаматеријалите. Она што ги прави “мета” (напредно, вон) овие материјали се токму нивните физички карактеристики кои се разликуваат од карактеристиките на природните материјали: тие може да ги блокираат, апсорбираат, засилат или пак да ги закриват електромагнетните бранови. Освен за електромагнетни бранови, денес се работи и на развивање на метаматеријали за звучни и сеизмички бранови.

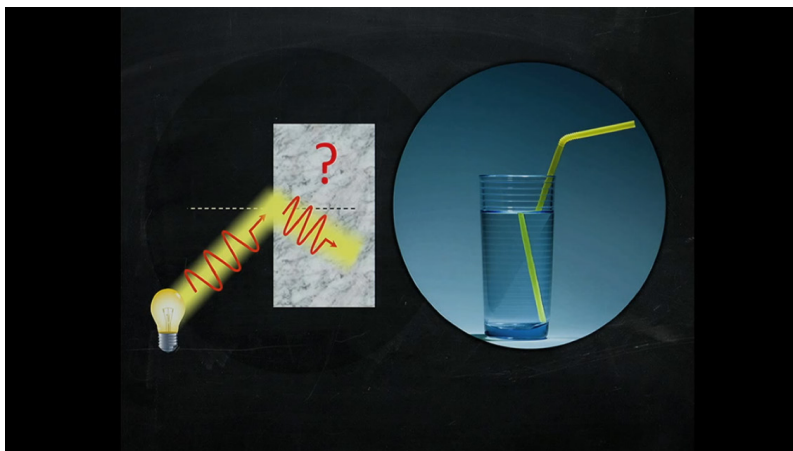
Пред да се прикаже какви се карактеристиките на метаматеријалите, ќе прикажеме еден доста позната појава во областа на оптиката: појавата на прекршување на светлината. Прекршувањето се случува кога светлината поминува од една средина во друга, при што поради интеракцијата меѓу молекулите на средината (на пример, молекулите на вода) и фотоните, доаѓа до промена на правецот по кој што се движеле фотоните за одреден агол. Величината со која се опишува оваа промена на правецот се нарекува индекс на прекршување.



Сл. 4. Прекршување на светлината: кога светлината минува од средина 1 во средина 2, доаѓа до промена на правецот на светлината по кој таа се движела. Причина за тоа е взаемното дејство со молекулите кои се градбени единици на средината 2. Токму ова взаемно дејство е и причината за појавата на привидно прекршување на цевка кога е ставена во чаша со вода. (Извор: www.ted.com)

Појавата на прекршување на светлината е позната уште од многу одамна. Она што, како теориска замисла, е основа на денешната

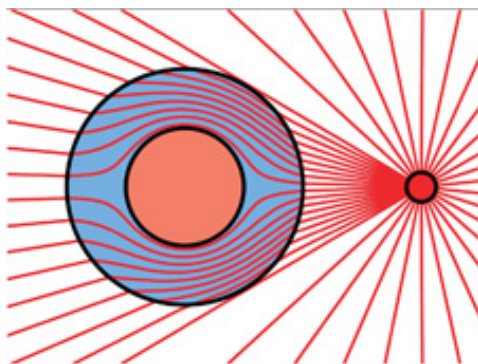
невидливост е т.н. негативен индекс на прекршување. Рускиот научник Виктор Веселаго (Victor Veselago) бил првиот физичар кој се запрашал: што ќе се случи со светлината ако материјалот е со таква градба што има негативен индекс на прекршување? Ние знаеме дека индексот на прекршување за воздухот е 1, а за останатите материјали е поголем од 1, но во сите случаи тој секако е со позитивна вредност. Негативниот индекс на прекршување значи дека светлината ќе помине во средината 2, но овој пат патот на светлината ќе биде од другата страна на нормалата на граничната линија меѓу двете средини (прикажана со испрекинати линии).



Сл. 5. Негативниот индекс на прекршување значи дека патот на светлината после навлегувањето во средина 2 ќе биде на другата страна (во однос на едната страна кога индексот на прекршување е позитивен) од нормалата на граничната линија меѓу двете средини. Така, доколку ставиме цевка во течност која има негативен индекс на прекршување, истата би се гледала како да е прекршена, само што овој пат прекршениот дел ќе биде свртен (Извор: www.ted.com)

Во периодот кога Веселаго ја предложил идејата за негативен индекс на прекршување научната јавност воопшто не му обрнала внимание. Дури и некој да ја прочитал статијата, не знаел како воопшто би се направиле такви материјали, па дури и да се направат, за што би му користеле на човештвото. Требало да поминат 35 години за да за прв пат (на Универзитетот во Калифорнија во Сан Диего) се создаде првиот метаматеријал, направен од молекули кои не се среќаваат во природата, туку се синтетизираат. Токму можноста да се синтетизира материјал со точно одредени структурни карактеристики придонела да се добие материјал кој ќе биде невидлив за светлината, односно материјалот ќе биде таков што кога светлината ќе дојде до него, наместо да се одбие од него или пак да

помине преку него, таа едноставно ќе го заобиколи и ќе си продолжи по првичната патека, како објектот воопшто да не се наоѓа таму.



Сл. 6. Со помалиот круг (лево) е означен објектот кој е невидлив. Принципот е дека имаме извор на светлина (најмалиот круг, десно) при што светлинските зраци кога ќе стигнат до објектот не се одбиваат од него, туку го заобиколуваат на таков начин што после објектот светлинските зраци се враќаат на патеката која би ја следеле доколку објектот не би се наоѓал таму (Извор: www.technologyreview.com)

Нашето сетило за вид функционира на тој начин што, откако светлината ќе го осветли предметот, таа се рефлектира од него и дел од оваа рефлектирана светлина стига до фоторецепторите во нашите очи. За постоењето на предметот потврда е и неговата сенка која е резултат на светлината која не успеала да стигне до тоа место бидејќи нешто и го попречува патот. Затоа, при процесот на создавање на материјал кој ќе овозможи невидливост потребно е да се земе во предвид дека светлината треба да се врати на патеката по која што се движела пред да го заобиколи предметот. Во спротивно, би се детектирала сенката на објектот и би било јасно дека, иако не можеме да видиме што, знаеме дека има некој предмет чија сенка ја гледаме. За да предметот стане невидлив потребно е истиот да биде покриен со слој од метаматеријалот, при што кога светлината ќе дојде до предметот, таа не се рефлектира, туку самата интеракција со материјалот ја менува на таков начин што точно го заобиколува предметот и си се враќа на старата патека, што ќе овозможи предметот да нема своја сенка. Важниот дел од овој чин бил опишан уште во XIX век од страна на англискиот писател Херберт Џорџ Велс (Herbert George Wells) во неговото дело „Невидливиот човек“ (The Invisible Man):

„...едно тело или апсорбира светлина, или ја рефлектира или ја прекршува или пак ги има сите три карактеристики. Ако телото ниту ја рефлектира, ниту ја апсорбира ниту пак ја прекршува, тоа нема да биде видно...“

Научниците успеале да направат објекти кои не можат да бидат детектирани со радио и микро бранови, но не и со светлински бранови. Причината за тоа е што брановата должина на светлината е во опсегот на нанометри. Кога би направиле објект кој би бил невидлив за светлината, би било потребно истиот да биде изграден

од компоненти кои имаат помали димензии од оние на брановата должина на светлината, нешто што со денешната технологија е многу тешко изводливо. Причината поради која им успеало да направат објекти кои се невидливи за радио и микро брановите е што истите имаат поголеми бранови должини од оние на видливата светлина, па изводливо е да се направат компонентите на метаматеријалот во тој опсег на големина.

Колку и да сите посочени причини поради кои движењето со натсветлински брзини, телепортацијата и невидливоста, предвидени во „Свездени патеки“ и во делата пред и после нив, укажуваат на тоа дека на човекот ќе му бидат потребни уште многу години да ги оствари, сепак овие идеи не се отфрлени како 100% неостварливи нешта. Но можеби посуштинската поука за влијанието на техничкиот напредок врз човечката цивилизација која може да ја научиме од делото „Свездени патеки“ е токму силната желба да се види светот во едно подобро светло. Да се види планетата Земја на која ќе живеат луѓе кои целосно ги надминале меѓурасните и меѓуетничките предрасуди, каде секој од нив има доволно храна за своето семејство и образованието е на доста високо ниво. Можеби овој поглед на светот и годините кои му следат не изгледа како остварлив, но барем е причината поради која се пишуваат ваквите дела. Како што кажал и самиот Џин Роденбери:

„Луѓето се исклучителни суштества, со многу голем потенцијал и јас се надевам дека „Свездени патеки“ помогнаа во сфаќањето што луѓето можат да бидат ако веруваат во себе и во своите способности“.

e-mail: monika.pesevska@gmail.com, agjurcin@pmf.ukim.mk

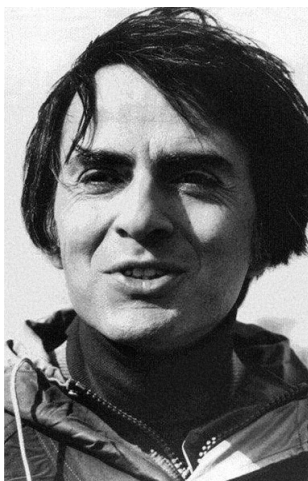
Литература

- [1] Lawrence M. Krauss, *The physics of Star Trek*, Flamingo (1997)
- [2] <https://www.technologyreview.com/s/405876/cloaking-breakthrough/>
- [3] Andrea Alù, *On the quest to invisibility*, TEDxAustin (2013)
- [4] Brian Greene, *The Fabric of Cosmos: Quantum Leap* (NOVA adaptation to the *Elegant Universe*)
- [5] <http://www.sfu.ca/~adebened/funstuff/warpdrive.html>
- [6] <http://english.cri.cn/1641/2006/04/29/65@83141.htm>
- [7] Stephen Hawking, *The universe in a nutshell*, Bantam Books (2001)

КОСМОСОТ НА КАРЛ САГАН

Александар Ѓурчиновски

Карл Саган е роден во 1934 година во преградието на Њујорк, Бруклин, во еврејско работничко семејство. Татко му Семјуел бил украински имигрант, а родителите на мајка му Рејчел потекнувале од Австроунгарската империја. Карл бил вљубеник во науката уште како дете, а особено уживање му претставувала научно-фантастичната литература. Во 1951 година добил целосна стипендија од Универзитетот во Чикаго, каде што по завршувањето на сите циклуси на студии докторирал астрономија во 1960 година кај Жерар Кипер. Во неговата дисертација тој разгледувал теориски модел на атмосферата на Венера, при што покажал дека преку ефектот на стаклена градина во атмосфера создадена од јаглороден диоксид и водена пареа може да се објасни причината за високата температура на површината на Венера.



Сл. 1. Карл Саган во епизода од серијата „Космос“ (1980 година)

На почетокот на неговата научна кариера, интересот на Карл освен за астрономијата бил свртен и кон биологијата, а особено го интересирала мистеријата за потеклото на животот. Тој соработувал со врвни имиња од биологијата и егзобиологијата, меѓу кои и нобеловците Стенли Милер, Џошуа Ледерберг и Џорџ Мјулер. Чувствувајќи потреба за подлабоко проучување на биологијата како наука, Карл остварил постдокторски престои во оваа област на

универзитетите во Станфорд и Беркли, од коишто произлегле два научни труда за можноста за постоење на живот во Сончевиот систем. Набргу по неговиот развод од првата сопруга Лин Марџулис, во 1961 година, Саган добил доцентско место во одделот за астрономија на универзитетот во Харвард. Иако бил омилен кај неговите студенти, интересот на Саган за нетрадиционалните прашања во астрономијата му оневозможило да добие постојана позиција на Харвард, па во 1968 година се преселил на Корнел универзитетот, каде што добил професорско место по астрономија, а воедно станал и директор на лабораторијата за планетарни студии. Набргу станал еден од најценетите и најпознатите професори на овој универзитет, на кој останал до крајот на својот живот.

Во процесот на истражување Карл бил научник кој првенствено го интересирале идеите, физичката интуиција и имагинацијата и најчесто деталните пресметки ги оставал за своите студенти со коишто ги пишуval најголемиот дел од неговите научни трудови. Во неговите први години на Корнел, Саган одиграл значајна улога во оформувањето на две нови научни дисциплини – наука за планетите, и егзобиологијата. Бил избран за член на научните тимови за мисиите Маринер 4 и Маринер 9 на планетата Марс. За мисијата Викинг на Марс, во 1976 година, заедно со Харолд Масурски и Тобајас Овен, дал суштинска проценка за тоа каде треба да слетаат сондите на Марс. Саган бил еден од основачите на Одделот за планетарни науки при Американското астрономско друштво, а заедно со Исак Асимов, Мартин Гарднер и Џејмс Ренди, основач на Комитетот за научно истражување на сведоштвата за паранормални дејства. Бил повеќегодишен уредник на едно од најугледните списанија за планетарни науки, списанието Икарус.

Понесен од интелектуалната слобода што ја чувствувал во Корнел, Карл се осмелил да организира два необични симпозиуми во рамките на годишниот состанок на Американското здружение за унапредување на науката (American Association for the Advancement of Science, AAAS), во кои се воделе директни конфронтации помеѓу научниците и застапниците на популарните псевдонаучни верувања. Карл верувал дека овие симпозиуми ќе им покажат на новинарите и на јавноста како функционира науката и дека е можна цивилизирана дискусија за теми кои се на границите помеѓу науката и псевдонауката. На конференцијата на AAAS од 1969 година главната тема биле неидентификуваните летечки објекти (НЛО) и можноста тие да бидат вонземски летала. Двете спротивставени страни, научниците и псевдонаучниците, биле критички наклонети во нивните излагања и се држеле на мошне пригодно интелектуално ниво со нивните дискусии, а Саган (кој како момче искрено се

надевал дека НЛО се реални) направил презентација разбирлива за пошироката јавност со која го истакнал отсуството на научно прифатливи докази за постоење НЛО. Во 1974 година темата на АААС била популарната псевдокосмологија на Имануел Великовски. Великовски бил психијатар од руско потекло, а е најпознат по неговите контроверзни теории кои се темелат на некои библиски книги и стари митови. На пример, во неговата книга „Судирот на световите“, објавена во 1952 година, Великовски дава хипотеза дека планетата Венера била всушност месечина на Јупитер која била исфрлена од орбитата околу Јупитер 1500 година пред новата ера и имала неколку судири со Земјата пред да ја задржи денешната орбита.

Конференцијата прераснала во конфронтација меѓу спротивставени карактери и интелектуални стилови. Великовски изгледал како патријарх од Стариот завет, производ на европските научни традиции од деветнаесеттиот век; Саган - млад, духовит, саркастичен - лесно покажал дека катастрофизмот на Великовски не е во согласност со науката. Иако бил омилен кај новинарите, Великовски почувствувал омраза кон Саган, омраза која ќе продолжи да постои и по конференцијата. На крајот од конференцијата Великовски одбил да дозволи неговиот труд да биде објавен во зборникот на симпозиумот.

Уште една активност на Саган која предизвикала интерес во јавноста била неговото спонзорство на пораките кои ќе бидат вклучени во четирите вселенски летала на НАСА, првите летала кои целосно го напуштија Сончевиот систем: леталата Пионер 10 и 11 и Војаџер 1 и 2. Неговата втора сопруга Линда ја нацртала познатата табла на леталата Пионер, која претставува кодиран поздрав од луѓето наменет за вонземски видови на интелигентен живот (слика 3). Саган бил водач на Војаџер-тимот одговорен за дизајнирање на грамофонските плочи вклучени во овие летала, во кои се снимени слики и звуци од планетата Земја.

Во 1978 година Саган се сели во Лос Анџелес за да учествува во набљудувањето на средбите на Војаџер со планетите Јупитер и Сатурн. Во истиот период тој започнува со снимањето на 13-часовната телевизиска серија „Космос“ во продукција на Јавниот радиодифузен систем на САД. Во времето на прикажување повеќе од 400 милиони луѓе ја гледале серијата Космос во десетици земји ширум светот, со што името и лицето на Карл Саган веднаш станало препознатливо. Придружната книга, исто така наречена „Космос“, била на листата на бестселери на „Њујорк тајмс“ цели 70 недели и го направила Саган мошне богат и познат.

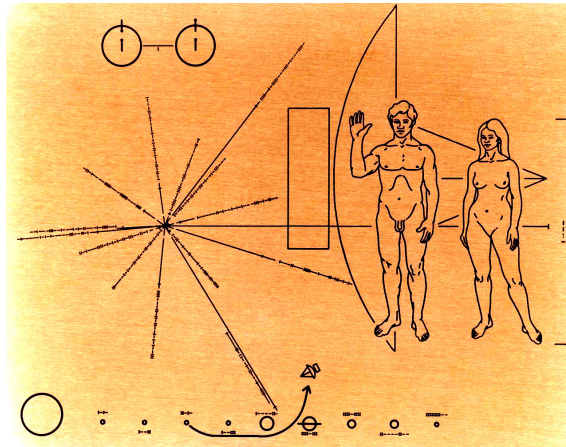
Во 1980-тите години, Саган бил најверојатно најпознатиот научник во светот. Тој продолжил да учествува во планетарните мисии Војаџер и Галилео и да предава на Корнел. Во 1980 година тој се оженил со љубовта на својот живот, Ен Драјан, откако претходно поминал низ тежок развод со неговата претходна жена Линда Салцман. Карл и Ен се преселиле во прекрасна кука во Итака изградена според модел на египетски храм. Со Брус Мареј од Калтех, Карл го основал Планетарното друштво, кое е јавна организација за поддршка на планетарното истражување. Делумно инспириран од Ен, Карл станал се повеќе заинтересиран за филозофијата и загрижен за меѓународната политика и за заканата од нуклеарна војна. Неговата енергија се повеќе ја насочувал кон популаризирањето на науката и борбата против ирационалноста и псевдонауката, а се помалку време трошел на сопствените истражувања и на универзитетската настава. Бил јавен критичар на трката за нуклеарно вооружување и на ракетниот одбранбен систем "Војна на ѕвездите" предложен од администрацијата на Реган. Оваа негова позиција довела до чести судири со познатиот физичар и политичар-антикомунист Едвард Телер, советник во администрацијата на претседателот на САД. Како застапник за меѓународна соработка во науката, Саган соработувал со Ролд Сагдеев, директор на Советскиот институт за вселенски истражувања во Москва, за промовирање на заедничка американско-советска мисија на Марс – мисија за која верувал дека има потенцијал да ја смири трката во вооружувањето помеѓу САД и СССР, а во исто време и да го реализира својот личен сон за истражување на планетата Марс за која што верувал дека е најверојатна планета на која што може да постои живот.



Сл. 2. Карл Саган (лево) и Френк Дрејк (десно) во Корнел (1994 година)

Иако не бил активен учесник во истражувањето на вселената со радио-телескопи, Саган секогаш бил поддржувач на потрагата по вонземска интелигенција (SETI). Тој бил еден од 11-те научници на состанокот во 1961 година на Националната радиоастрономска опсерваторија во Грин Бенк, Западна Вирџинија, каде што била формулирана равенката на Дрејк за проценка на бројот на можни вонземски цивилизации во галаксијата Млечен Пат. Можниот успех на SETI програмата и далекусежните последици од тој успех бил основа за приказната на најпродаваниот роман на Саган, Контакт (1985 година).

Во почетокот на 1990-тите години, Саган се приклучил на уште една дебата која се наоѓала на границите помеѓу науката и општеството, дебатата за опасноста од судири на астероиди со Земјата и можноста за превенција на тие судири. Саган бил застапник на потрагата по потенцијално опасни астероиди, но истовремено тој се спротивставувал на предлозите дадени од одбранбените сили на САД и Русија за развој и тестирање на нуклеарно оружје за уништување или одвратување на астероидите од нивната траекторија кон Земјата. Саган и Едвард Телер присуствувале на состанокот за опасноста од астероидите што се одржал во Тусон во 1994 година, но тие не сакале да се појават заедно на сцената. Организаторите на конференцијата се надевале на заедничка декларација потпишана од Телер и Саган, но Телер одбил да направи такво нешто.



Сл. 3. По заслуга на Карл Саган, секое од леталата Пионер 10 и 11 носи плоча од алуминиум и злато со димензии 152 x 229 mm во случај леталата некогаш да бидат пронајдени од некој вселенски брод со интелигентни животни форми од друг планетарен систем. На плочите се прикажани голи човечки фигури на маж и жена, заедно со неколку симболи кои се дизајнирани да обезбедат информации за потеклото на вселенското летало.

Во текот на својата кариера, Саган добил многу награди и признанија, вклучувајќи и медал од НАСА (двапати), две ЕМИ награди за серијата Космос и Пулицеровата награда за литература. Местото на слетување на леталото Марс Патфајндер е прогласено за Меморијална станица што го носи името на Карл Саган, а Американското астрономско друштво го востановило Сагановиот медал, награда за животно дело за популаризација на науката. Во 1992 година неговата номинација за членство во Националната академија на науките била неуспешна. Сепак, две години подоцна, Академијата му го доделила на Саган својот престижен Медал за јавен интерес, како признание за неговиот придонес за популаризација на науката, како и за неговото истражување.

Научниот придонес на Саган воглавно ги опфаќа планетарните науки, особено истражувањата на планетите Венера и Марс, како и разновидните теми во врска со животот во универзумот. Тој објавил повеќе од 300 трудови, во просек по околу 10 годишно.

Како резултат на долгорочната соработка со Џејмс Полак од истражувачкиот центар на НАСА, Саган развил софистицирани модели за да ја објасни атмосферата на Венера и да ги дефинира оптичките својства на гасовите и аеросолите кои ја одржуваат високата температура на површината на Венера. Овие трудови од Полак и Саган (1965-1976) се опсежни студии за таков интензивен ефект на стаклена градина. Саган учествувал во дебати за природата на облаците на Венера за кои некогаш се мислело дека се создадени од молекули на вода, но подоцна се покажале дека се создадени од сулфурна киселина.

Во текот на неговата кариера, Саган вршел мноштво истражувања на теми сврзани со надворешните планети и нивните сателити, со акцент на органската хемија. Тој оформил лабораторија на Корнел за синтетизирање органски соединенија под услови кои постојат во надворешниот сончев систем. Со неговиот долгогодишен соработник Бишун Каре, Саган синтетизирал широк спектар на аминокиселини користејќи техники слични на тие од експериментот на Милер и Ури. Саган и Каре исто така создале темно-црвена смолеста супстанција чијшто оптички спектар одговарал на спектарот на рефлексија од облаците на Сатурновата месечина Титан. Саган го нарекол овој материјал толин (од грчкиот збор за "кал"). Како што астрономите собирале се повеќе информации за спектарот на темно-црвениот материјал кој е многу присутен на површините на објектите од надворешниот сончев систем, како што се кометите и астероидите, лабораторијата на Саган паралелно синтетизирала органски толини кои одговараат на тие спектри. Последните двајца докторанти на Саган, Рид Томсон и Кристофер Чиба, ги истражувале

органските материјали кои се наоѓаат на површината од небесните тел од сончевиот систем.

Карл Саган починал во 1996та година од компликации предизвикани од ретка болест на крвта наречена миелодисплазија, со која тој се борел последните две години од својот живот. Во времето непосредно пред неговата смрт тој бил длабоко инволвиран во продуцирањето на неговиот роман „Контакт“ во холивудски филм. Во истиот период Саган се приклучил на Одборот на доверители на Институтот SETI, и работел на неколку заеднички публикации со својот последен студент, Кристофер Чиба.

e-mail: agjurcin@pmf.ukim.mk

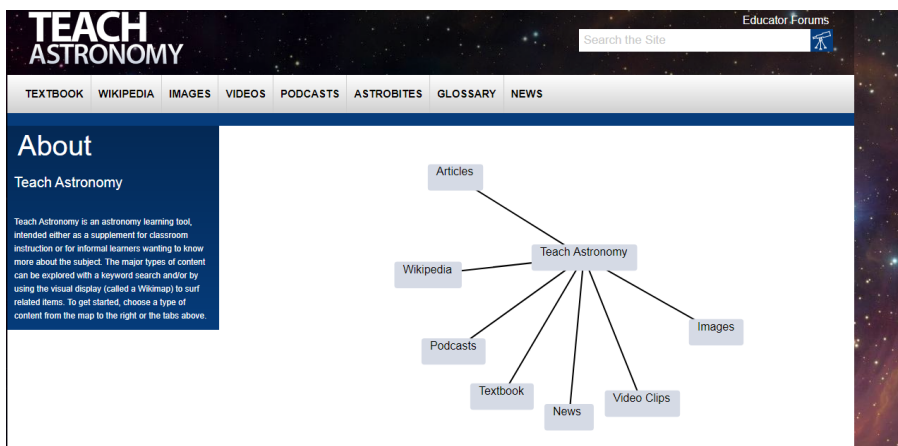
„TEACH ASTRONOMY“

веб страна за едукација и подигање на свесноста за астрономијата

Ана Трпковска

Во денешно време најголемиот број од луѓето пребаруваат на интернет во потрага по информации, а речиси 65% од нив го користат како примарен извор за научни информации. Притоа и традиционалните извори за научни информации како што се учебниците, се објавуваат во онлајн верзија со цел да се популаризира науката.

Со природната наука астрономијата која ги проучува планетите, созвездијата, галаксиите, маглините, галактичките и свездените јата и многу други објекти, учениците се среќаваат во средно образование. Како додаток за подетално изучување на оваа област амбициозните ученици кои сакаат да научат повеќе за предметот можат да ја користат алатката „Teach Astronomy“. Станува збор за интернет страна која овозможува пристап до најновите информации поврзани со вселената. Оваа страна постои од 2011 година како извор на возбудливи астрономски информации и обезбедува астрономска едукација на ученици и астрономи аматери со високо квалитетна содржина. Некои од материјалите презентирани на страната се оригинални, додека други се превземени со дозвола од авторите.

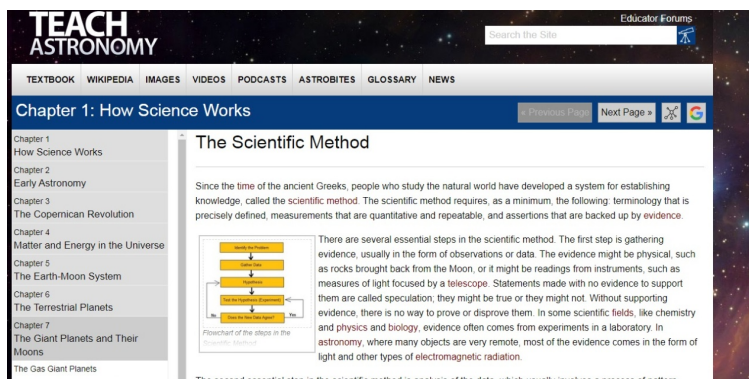


Сл. 1. Teach Astronomy

За употреба на оваа веб страна како алатка за изучување на астрономијата направив кратко упатство. Пристап на страната е можен на следниов линк <https://www.teachastronomy.com/>.

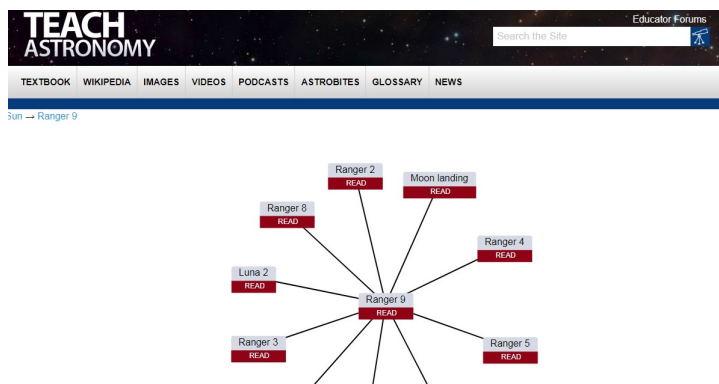
Textbook

Опцијата Textbook дава можност да се прочитаат статиите кои се достапни на оваа страна. Истите се добиени од учебник (Imray and Hartmann, 1999). Статиите може да се читаат на два начини: со избор на опцијата *Chapter Layout* се добиваат статиите подредени по поглавја. Секое поглавје содржи различни содржини. На крајот од секое поглавје има квизови и тестови.



Сл.2. Распоред на содржината по поглавја

Со избор на опцијата *Wikimap* содржините се добиваат во форма на грозд (слика 3). Статиите со употреба на алатката *Google Translate*, вградена на самата веб страна, може да бидат преведени на неколку јазици.



Сл.3. Содржина во форма на грозд

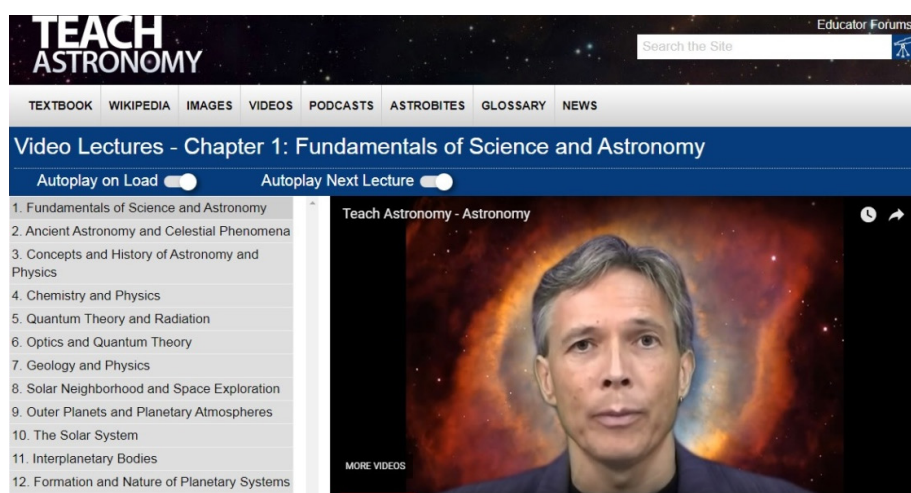
Wikipedia

Уникатноста на оваа веб страна е во тоа што има пристап и до онлајн енциклопедијата Wikipedia. Учењето од овој извор може да биде контраверзно поради тоа што секој корисник може да објави нови содржини, но и да направи измени во постоечките. Сепак истражувањата покажуваат дека научните содржини во најголем дел се точни, а самите автори редовно го следат развојот на најновите научни сознанија. Оваа опција е корисна за оние ученици кои сакаат да ги прошират своите знаења. Пребарување на содржините за кои корисникот е заинтересиран е можно со помош на фрази или зборови. За потребите на Teach Astronomy секој месец се подновува содржината од областа на астрономијата што се објавува на Wikipedia.

Images

Овој онлајн учебник содржи 1200 фотографии, но исто така Teach Astronomy е поврзан со две други големи архиви на фотографии. Едната е „*Astronomy Picture of the Day*“ (Астрономска слика на денот) која содржи околку 7500 фотографии со голема резолуција. Другата е „Astropix“, архива од фотографии направена од НАСА со телескопи од Земјата и вселената. Сликите во двете архиви содржат наслови и клучни зборови за полесно пребарување. Приказот на фотографиите за поголема прецизност и кај двете архиви е во форма на грозд.

Video



Сл.4. Видео клип од предавање

Teach Astronomy содржи повеќе од 1200 кратки видео клипови од астрономски теми креирани од страна на авторите. Тие се организирани во 29 листи по теми, така што сите заедно образуваат еден комплетен 30-часовен видео курс кој може да биде пребаруван и по клучни зборови.

Можни се две опции при гледањето на видеата, автоматско прикажување при вчитување и автоматско прикажување на следното предавање. Прикажувањето на видеата е преку вграден *YouTube* прегледувач. Нова карактеристика на страната е тоа што нуди опција на онлајн прашања и одговори, која се спроведува две години во две големи отворени онлајн училници: „*State of the Art*“ и „*Exploring Space and Time*“. Прашањата на овие теми се поставуваат од страна на учесниците на овие онлајн училници, а одговорите се објавуваат на неколку недели на *YouTube*.

Podcasts, Astrobites, News

Неколку докажани астрономски страници се партнери на Алатката Teach Astronomy има и материјали од неколку нејзини партнери. Во **Podcasts** користи архиви на околу 2000 видео и аудио фајлови од архивот на *365 Days of Astronomy*. Исто така постои и архив **AstroBites**. на околу 1000 резимеа од значајни научни статии напишани од дипломирани студенти. Секојдневните новини во областа на астрономијата, најчесто три до четири дневно, се земаат од страните на *Science Daily's Space* и *Time* и се наоѓаат во **News**.

e-mail: ana.trpkovska994@gmail.com

Извори

- [1] <https://www.teachastronomy.com/>
- [2] https://www.capjournal.org/issues/22/22_30.pdf
- [3] *Impey, C. D. & Hartmann, W. K. 1999, The Universe Revealed, (Belmont: Brooks Cole)*
- [4] *Astronomy Picture of the Day*: <http://apod.nasa.gov>
- [5] *AstroPix*: <http://astropix.ipac.caltech.edu>
- [6] *365 Days of Astronomy*: <http://365daysofastronomy.org>
- [7] *AstroBites*: <http://astrobites.org>
- [8] *Science Daily*: <http://sciencedaily.com>

ИНФОРМАЦИИ ЗА XIX ЗИМСКА ШКОЛА ПО АСТРОНОМИЈА ЗА НАТПРЕВАРОТ ПО АСТРОНОМИЈА ВО 2017 ГОДИНА

На 31 март и 1 април 2017 година на Институтот за физика при Природно-математичкиот факултет се одржа XIX Зимска школа по астрономија. Пријавувањето на учесниците беше по електронски пат. На Школата присуствуваа 70 ученици и 12 професори од средни училишта од повеќе градови од државата.

ПРОГРАМА за XIX Зимска школа по астрономија

31.03.2017 (петок)

09:30 Регистрација на учесниците

09:55 Отворање на Школата

10:00 „Каде што астрофизиката ја среќава квантната механика“ –
Ирина Петреска

10:40 „Меѓузвездена прашина“ – Наце Стојанов

11:20 Пауза (со ужина)

12:10 „Најголемите познати објекти во Вселената“ – Даница Крстовска

12:50 „Во потрага по магнетните монополи“ – Александар Ѓурчиновски

13:30 Пауза

13:45 „Свездените патеки и физиката на 21-век“ – Моника Пешевски

14:25 „Астрономски камп на ESO“ – Давид Дамјаноски

14:45 Крај на првиот ден на школата и регистрација на учесниците за
Натпреварот

01.04.2017 (сабота)

09:30 „Декодирање на свездената светлина видена низ окото на ЧАНДРА“ –
Љубе Бојевски

10:10 „Неутронски свезди и нивно ладење“ – Олгица Кузмановска

10:50 Пауза (со ужина)

11:20 „Пулсари во тесно двојни системи и докази за Општата теорија на
релативност“ - Марко Шунтов

12:00 Затворање на 19 астрономска школа

12:10 Натпревар по астрономија: „XIX Зимска астрономска школа“

Во една од паузите учесниците на Школата, можеа да го гледаат сонцето преку телескоп со специјален сончев филтер. Во тоа им помогна Радан Митровиќ, активен член на Скопското астрономско друштво кој за оваа цел ја донесе опремата и „се

потруди
(дамки) и протуберанци.

онремена да бидат видливи на с



Сл. 1 Набљудувања на Сонцето преку телескоп со сончев филтер

На 1 април во рамките на школата се одржа натпревар по астрономија. На него учествуваа 46 натпреварувачи при што најуспешните добија дипломи од страна на Македонското астрономско друштво. Во прилог е табелата со наградените и пофалените натпреварувачи во стандардна (неолимписка) категорија.

	СТАНДАРДНА категорија		
1.	Викторија Митрева	СУГС „Раде Јовчевски-Корчагин“, Скопје	II место
2.	Дарија Велкова	СМУГС „Др. Панче Караџов“, Скопје	III место
3.	Даниела Николовска	СОУ „Кочо Рацин“, Велес	пофалница
4.	Димитар Гугучески	СУГС „Раде Јовчевски-Корчагин“, Скопје	пофалница
5.	Софија Станческа	СОУ Гимназија „Мирче Ацев“, Прилеп	пофалница
6.	Марија Шестакова	СОУ „Кочо Рацин“, Велес	пофалница



Гордана Апостоловска
Секретар на МАД

Астрономски календар за 2018 година

Васил Умленски*

vasil@astro.bas.bg

Гордана Апостоловска, Институт за физика, ПМФ, Скопје

gordanaapostolovska@gmail.com

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

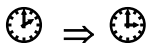
Нашата држава преку зимскиот период го користи Централното европско време (CET), а преку летниот период Централното европско летно време (CEST). Во зимскиот период официјалното време во државава ќе биде поголемо од Средното Гриничкото време (GMT) за еден час, а во летниот период за два часа. Наместо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

GMT Greenwich Mean Time

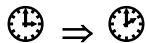
(CET) Central Europe Time GMT+1

(CEST) Central Europe Summer Time GMT+2

Во 2018 г. *летното мерење* на времето во Македонија ќе започне на **25 март** во **02:00** часот официјално време (кога ќе се додаде еден час).



Зимското мерење на времето ќе започне на **28 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:

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

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

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 2018 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 *вистинската* *вистинска* *ноќ* за тоа место.

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

III. Сезони, летно време, перихел и афел во 2018 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 2018 година

VI. Видливост на планетите во 2018 г.

VII. Затемнување на Сонцето и Месечината во 2018 година

VIII. Стеснет календар за метоерските роеви во 2018 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>

I. ИЗГРЕВИ И ЗАЛЕЗИ НА СОНЦЕТО И МЕСЕЧИНАТА

ЈАНУАРИ 2018

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

ФЕВРУАРИ 2018

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

МАРТ 2018

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

АПРИЛ 2018

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

МАЈ 2018

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

ЈУНИ 2018

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

ЈУЛИ 2018

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

АВГУСТ 2018

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

СЕПТЕМВРИ 2018

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

ОКТОМВРИ 2018

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

НОЕМВРИ 2018

	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	23	50	06	06	13	23
2	6	8	11	18	16	27	10	19			07	01	14	02
3	6	9	11	18	16	26	10	17	01	01	07	54	14	36
4	6	10	11	18	16	25	10	15	02	12	08	44	15	07
5	6	11	11	18	16	24	10	13	03	21	09	34	15	37
6	6	13	11	18	16	23	10	10	04	30	10	23	16	07
7	6	14	11	18	16	21	10	7	05	37	11	12	16	39
8	6	15	11	18	16	20	10	5	06	44	12	02	17	13
9	6	16	11	18	16	19	10	3	07	48	12	52	17	51
10	6	17	11	18	16	18	10	1	08	49	13	42	18	33
11	6	19	11	18	16	17	9	58	09	45	14	33	19	19
12	6	20	11	18	16	16	9	56	10	36	15	23	20	10
13	6	21	11	18	16	15	9	54	11	21	16	11	21	03
14	6	22	11	18	16	14	9	52	12	01	16	58	22	00
15	6	24	11	18	16	13	9	49	12	36	17	44	22	58
16	6	25	11	18	16	13	9	48	13	07	18	28	23	56
17	6	26	11	19	16	12	9	46	13	36	19	12		
18	6	27	11	19	16	11	9	44	14	03	19	56	00	56
19	6	29	11	19	16	10	9	41	14	30	20	41	01	58
20	6	30	11	20	16	9	9	39	14	58	21	27	03	01
21	6	31	11	20	16	9	9	38	15	28	22	16	04	06
22	6	32	11	20	16	8	9	36	16	02	23	08	05	14
23	6	33	11	20	16	7	9	34	16	41			06	23
24	6	34	11	20	16	7	9	33	17	27	00	03	07	33
25	6	36	11	21	16	6	9	30	18	22	01	02	08	41
26	6	37	11	21	16	6	9	29	19	23	02	02	09	43
27	6	38	11	21	16	5	9	27	20	31	03	03	10	38
28	6	39	11	22	16	5	9	26	21	41	04	02	11	25
29	6	40	11	22	16	4	9	24	22	52	04	58	12	05
30	6	41	11	22	16	4	9	23			05	51	12	40

ДЕКЕМВРИ 2018

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

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/SelectLocation.aspx> и по изборот на државата Македонија напишете го името на населеното место.

III. Сезони, летно време, перихел и афел - 2018 г.

Настан	Месец	Ден	h	m
Почеток на пролетта	март	20 ^d	17 ^h	14 ^m
Почеток на летното време	март	25 ^d	2 ^h	0 ^m
Почеток на летото	јуни	21 ^d	12 ^h	8 ^m
Почеток на есента	септември	23 ^d	3 ^h	54 ^m
Крај на летното време	октомври	28 ^d	3 ^h	0 ^m
Почеток на зимата	декември	21 ^d	23 ^h	24 ^m
Земјата е во перихел	јануари	3 ^d	7 ^h	
Земјата е во афел	јули	6 ^d	19 ^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

2018	Полна месечина d h m	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	2 03 24	8 23 25	17 03:17	24 23 20	31 14 27	-
Февруари	-	7 16 54	15 22 05	23 09 09	-	-
Март	2 01 51	9 12 20	17 14 12	24 16 35	31 14 37	-
Април	-	8 09 18	16 03 57	22 23 46	30 02 58	-
Мај	-	8 04 09	15 13 48	22 05 49	29 16 20	-
Јуни	-	6 20 32	13 21 43	20 12 51	28 06 53	-
Јули	-	6 09 51	13 04 48	19 21 52	27 22 20 t	-
Август	-	4 20 18	11 11 58	18 09 49	26 13 56	-
Септември	-	3 04 37	9 20 01	17 01 15	25 04 53	-
Октомври	-	2 11 45	9 05 47	16 20 02	24 18 45	31 17 40
Ноември	-	-	7 17 02	15 15 54	23 06 39	30 01 19
Декември	-	-	7 08 20	15 12 49	22 18 49	29 10 34

VI. Видливост на планетите во 2018 г.

Меркур ♿

Оваа планета е многу тешко да се види токму поради својата близина до Сонцето. Најповолни услови за нејзина видливост има кога се наоѓа во максимална елонгација. Тоа се случува на следниве датуми: 1 јануари во 20 h на 23° (изгрев), 15 март во 16 h на 18° (залез), 29 април во 20 h на 27° (изгрев), 12 јули во 7 h на 26° (залез), 26 август во 22 h на 18° (изгрев), 6 ноември во 16 h на 23° (залез) и на 15 декември во 12 h 21° (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 губи во сончевите зраци (надворешната конјункција е на 9 јануари). Кон крајот на февруари се појавува на вечерното небо. Периодот на вечерна видливост расте до 17 август, кога е во максимална источна елонгација (вечер на запад). Во почетокот на октомври започнува да се губи во сончевите зраци (внатрешната конјункција е на 26 октомври). Во текот на ноември се појавува на утринското небо, а периодот на видливост се зголемува.

Марс ♂

Во почетокот на годината Марс изгрева околу четири часа пред Сонцето. Изгревот настапува се порано и периодот на видливост постепено се зголемува. Во текот на втората половина на јули Црвената планета е видлива речиси во текот на целата ноќ (опозицијата е на 27 јули). После тоа залезот настапува се порано и кон крајот на годината е еден час пред полуноќ.

Јупитер ♃

Во почетокот на годината Јупитер е видлив на исток за околу четири часа пред изгрејсонце. Тој изгрева се порано, а кон крајот на февруари изгрева уште пред полноќ. Периодот на видливост расте до опозицијата на 9 мај, кога е достапен за набљудувања во текот на целата ноќ. После тоа залезот настапува се порано и периодот на видливост намалува, при што во текот на втората половина на ноември и првата половина на декември планетата-џин веќе не се набљудува (конјункцијата со Сонцето е на 26 ноември). Во текот на втората половина на декември започнува да се појавува на исток пред изгрев на Сонцето, а периодот на видливост се зголемува и кон крајот на годината достига до три часа.

Сатурн ♄

Во почетокот на годината Сатурн сеуште се губи во сончевите утрински зраци, но изгревот настапува се порано и периодот на утринска видливост расте. Во текот на април планетата со прстените е видлива во текот на втората половина на ноќта, а во текот на јуни и јули практично е над хоризонтот во текот на целата ноќ (опозицијата е на 27 јуни). После тоа залезот настапува се порано и во почетокот на септември е околу полуноќ. Во текот на втората половина на декември Сатурн веќе не е достапен за набљудување.

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 полуноќ. Околу конјункцијата на 18 април изгрева и заоѓа речиси истовремено со Сонцето, т.ш. не е достапен за набљудување. Подоцна во текот на годината утринската видливост на Уран се зголемува се до опозицијата на 24 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 полноќ.

Нептун ♆

Оваа планета може да се види со користење на мал оптички телескоп. Во почетокот на годината се гледа околу три часа по залезот на Сонцето. По конјункцијата со Сонцето на 4 март, настапува период на утринска видливост. Во јули Нептун е видлив во втората половина на ноќта, а околу опозицијата на 7 септември 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.

VII. Затемнувања во текот на 2018 г.

Во текот на 2017 година ќе има пет затемнувања (еклипси): три сончеви и две месечеве (<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html>). Сите моменти се дадени по официјалното време во државата.

1. Целосно месечево затемнување на 31 јануари 2018 г.

Затемнувањето спаѓа кон сарос 114. (Циклусот на **сарос** е временски период од околу 18 години, 11 денови и 8 часа или приближно $6585\frac{1}{2}$ денови, по кој се повторува взаемната геометрија на Сонцето, Месечината и Земјата. Се користи за определување на времето на настапување на идентични еклипси). Видливо е од источните делови на Европа и Африка, Азија, Австралија, Северна Америка, крајните западни области на Јужна Америка, Гренланд и Тихиот Океан.

Карактеристичните моменти на затемнувањето се:

- прв контакт на Месечината со полусенката на Земјата: 11^h51^m15^s;
- почеток на делумното затемнување: 12^h48^m27^s;
- почеток на целосното затемнување: 13^h51^m47^s;

- максимална фаза (1,315): $14^{\text{h}}29^{\text{m}}50^{\text{s}}$;
- крај на целосното затемнување: $15^{\text{h}}07^{\text{m}}51^{\text{s}}$;
- крај на делумното затемнување: $16^{\text{h}}11^{\text{m}}11^{\text{s}}$;
- последен контакт на Месечината со Земјината полусенка: $17^{\text{h}}08^{\text{m}}27^{\text{s}}$.

Од територијата на Македонија ова затемнување може да се набљудува само како полусенчесто (од изгрев на месечината во $16^{\text{h}}51^{\text{m}}$ до крајот), но промената на месечевиот сјај е речиси незабележлива.

2. Парцијално сончево затемнување на 15 февруари 2018 г.

Ова затемнување припаѓа на сарос 150. Видливо е од Антарктикот, јужниот дел на Јужна Америка, Атлантскиот Океан и Тихиот Океан (најужните делови меѓу Антарктикот и Јужна Америка).

Геоцентричната конјункција на Месечината и Сонцето е во $21^{\text{h}}15^{\text{m}}02,2^{\text{s}}$. Максималната фаза (0,599) е во $21^{\text{h}}51^{\text{m}}18,6^{\text{s}}$ при $\alpha_{\odot} = 21^{\text{h}}57^{\text{m}}18,7^{\text{s}}$ и $\delta_{\odot} = -12^{\circ}28'07,7''$ и $\alpha_{\zeta} = 21^{\text{h}}58^{\text{m}}26,8^{\text{s}}$ и $\delta_{\zeta} = -13^{\circ}32'30,6''$.

Делумното затемнување затемнување почнува во $19^{\text{h}}55^{\text{m}}46^{\text{s}}$ и завршува во $23^{\text{h}}47^{\text{m}}03^{\text{s}}$.

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

3. Парцијално сончево затемнување на 13 јули 2018 г.

Ова затемнување припаѓа на сарос 117. Видливо е од Тихиот и Индискиот Океан (јужните делови меѓу Австралија и Антарктикот), најјужниот дел на Австралија, островот Тасманија и брегот на Антарктикот (кон Австралија).

Геоцентричната конјункција на Месечината и Сонцето е во $5^{\text{h}}08^{\text{m}}59,5^{\text{s}}$. Максималната фаза (0,337) е во $5^{\text{h}}01^{\text{m}}02,4^{\text{s}}$ при $\alpha_{\odot} = 7^{\text{h}}29^{\text{m}}31,1^{\text{s}}$ и $\delta_{\odot} = 21^{\circ}50'30,7''$ и $\alpha_{\zeta} = 7^{\text{h}}29^{\text{m}}10,9^{\text{s}}$ и $\delta_{\zeta} = 20^{\circ}27'46,6''$.

Делумното затемнување затемнување почнува во $3^{\text{h}}48^{\text{m}}17^{\text{s}}$ и завршува во $6^{\text{h}}13^{\text{m}}43^{\text{s}}$.

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

4. Целосно месечево затемнување на 27/28 јули 2018 г.

Затемнувањето спаѓа кон сарос 129. Видливо е од Јужна Америка, Атлантскиот Океан, Европа, Африка, Индискиот Океан, Азија (без крајниот североисточен дел), Јапонија и крајниот западен дел на Тихиот Океан.

Карактеристичните моменти на затемнувањето се:

- прв контакт на Месечината со полусенката на Земјата: $19^{\text{h}}14^{\text{m}}49^{\text{s}}$ на 27 јули,

- почеток на делумното затемнување: $20^{\text{h}}24^{\text{m}}27^{\text{s}}$;
- почеток на целосното затемнување: $21^{\text{h}}30^{\text{m}}15^{\text{s}}$;
- максимална фаза (1,609): $22^{\text{h}}21^{\text{m}}43^{\text{s}}$;
- крај на целосното затемнување: $23^{\text{h}}13^{\text{m}}12^{\text{s}}$;
- крај на делумното затемнување: $0^{\text{h}}19^{\text{m}}00^{\text{s}}$ на 28 јули;
- последен контакт на Месечината со Земјината полусенка: $1^{\text{h}}28^{\text{m}}37^{\text{s}}$ на 28 јули.

Од територијата на Македонија ова затемнување може да се набљудува од изгревот на Месечината во $19^{\text{h}}50^{\text{m}}$ до крајо.

5. Парцијално сончево затемнување на 11 август 2018 г.

Ова затемнување припаѓа на сарос 155. Видливо е од Северна Америка, северниот дел на Европа (Скандинавскиот Полуостров), североисточниот дел на Азија, Гренланд, Северниот Леден Океан и западниот дел на Тихиот Океан.

Геоцентричната конјункција на Месечината и Сонцето е во $11^{\text{h}}19^{\text{m}}59,6^{\text{s}}$. Максималната фаза (0,736) е во $11^{\text{h}}46^{\text{m}}15,0^{\text{s}}$ при $\alpha_{\odot} = 9^{\text{h}}24^{\text{m}}28,0^{\text{s}}$ и $\delta_{\odot} = 15^{\circ}13'19,3''$ и $\alpha_{\zeta} = 9^{\text{h}}25^{\text{m}}31,3^{\text{s}}$ и $\delta_{\zeta} = 16^{\circ}21'41,3''$.

Делумното затемнување затемнување почнува во $10^{\text{h}}02^{\text{m}}05^{\text{s}}$ и завршува во $13^{\text{h}}30^{\text{m}}39^{\text{s}}$.

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

VIII. Стеснет календар на метеорските роеви во 2018 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