



Македонско астрономско друштво

Астрономски алманах 2021

Скопје, 2021

Редакциски одбор на Астрономски алманах 2021

(број 20):

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:

Слика на галаксијата NGVS 3543 во прегледот NGVS, композит на три бои. Жолтите стрелки ги покажуваат соседните галаксии M60 и M87 кои се надвор од сликата. Сините и црвените контури покажуваат региони со еднаква осветленост измерени со GALEX и VESTIGE, соодветно. Во белиот круг се наоѓа гасовитиот облак за кој се сметало дека е речиси темна галаксија, наречен AGC226178. Зелената контура покажува место каде се очекуваат плимни сили од галаксијата. Credit: Junais, Boissier, Boselli, et al. 2021.

На задниот дел од корицата:

Горе: Снимка на галактичкиот центар. При интерферометриските набљудувања со инструментот GRAVITY на ESO кој оперира во K-опсегот (2-2,4 μm), IRS 16C е користена како референтна ѕвезда, но вистинскиот фокус бил на ѕвездата S2. Позицијата на невидливата супермасивна црна јама, со маса на 4 милиони Сонца е означена со крст. Credit: ESO/MPE/S. Gillessen et al.

Долу: Јужно-западниот квадрант на галаксијата NGC. Лево: набљудувањата од GALEX во ултравиолетова светлина. Десно: набљудувањата на VESTIGE. Со кругчиња се обележани зоните на ѕвездообразба. Свездите што се наоѓаат во нив се претежно млади и повидливи на снимката на ултравиолетовиот дел од спектарот (лево). Credit: Boselli, Fossati, Cuillandre, et al. 2018.

Компјутерска подготовка:

Киро Мавроски

*

Печати:

Дизајн и принт солушн студио „Мавроски“

*

Тираж:

60 примероци

СОДРЖИНА

Нови рути за меѓупланетарен транспорт _____	5
<i>Наташа Тодоровиќ</i>	
Црните јами и најтемната тајна на Млечниот пат (Нобелова награда за физика 2020) _____	13
<i>Олгица Кузмановска</i>	
Магнетари _____	29
<i>Христијан Кочанковски</i>	
VESTIGE – астрономски преглед на галактичкото јато Девица _	35
<i>Јана Богданоска</i>	
Вселената како холограм _____	45
<i>Наце Стојанов</i>	
Механизмот на Антикитера _____	53
<i>Науме Шентевски</i>	
Нерешените проблеми во астрономијата и астрофизиката ____	65
<i>Моника Пешевска и Александар Ѓурчиновски</i>	
Македонско и меѓународно космичко право _____	73
<i>Александар Ташковски</i>	
Вода – изворот на живот низ Сончевиот систем _____	83
<i>Ристе Попески - Димовски</i>	
Информации за XXII Зимска школа по астрономија и натпреварот по астрономија во 2020 година _____	91
Астрономски календар за 2021 година _____	93
<i>Јана Богданоска</i>	

НОВИ РУТИ ЗА МЕЃУПЛАНЕТАРЕН ТРАНСПОРТ

Наташа Тодоровиќ

Кон крајот на 1957 година рускиот сателит Спутник беше лансиран во орбита околу нашата планета со што стана прв вештачки Земјин сателит. Тогаш изгледаше дека освојувањето на вселената ќе се одвива со вртоглава брзина и дека другите небесни објекти многу брзо ќе бидат колонизирани. Но, иако во вселената се испратени многубројни сонди, а леталата како што се Војаџерите [6] или Нови хоризонти [7] пристигнаа до самите граници на Сончевиот систем, човекот за сите претходни децении не стигна подалеку од Месечината.

Пред околу дваесет години група научници од НАСА [5] користејќи гравитациона интеракција на планетите осмислила концепт на меѓупланетарен транспорт, со кој настануваат т.н. вселенски *многуобразија* (слика 1). Во буквален смисол значењето на овој збор би било „цевководи“, иако *многуобразијата* всушност не се вистински цевки, туку енергетски површини по кои се протегаат безброј многу брзи орбити. Овие површини се екстремно сложени и обично се обмотуваат околу планетите или една околу друга на начин кој е доста замрсен и математички сè уште не е решен, така што нивното постоење било возможно да се детектира само во околината на планетите. Затоа, концептот на вселенски *многуобразија* нашол своја примена само при малите корекции на орбитите на леталата во текот на нивните блиски приоѓања до планетите.

Значаен исчекор во наоѓањето на брзите рути се случи при крајот на ноември 2020 година, кога во престижното американско списание „Science Advances“, кое го издава Американската асоцијација за научен напредок е објавена статија со наслов „Лакови на хаосот во Сончевиот систем“ („The arches of chaos in the Solar System“) [2].

Авторите на оваа статија имаа поразличен пристап од традиционалниот. Наместо потрага за решенија на сложени равенки на движење долж многуобразија, во суперкомпјутерот се внесени неколку милиони орбити и нивното однесување е набљудувано во многу краток период. Како резултат, се појави непозната структура, за која се покажа дека претставува мрежа на брзи рути низ Сончевиот систем.

Секоја планета генерира своја „мрежа“ на брзи рути кои, сосема неочекувано, имаат изглед на лакови кои се надоврзуваат еден на

друг. Јупитер како најмасивна планета има и најбрзи рути по кои растојанието помеѓу Јупитер и планетата Нептун, без гориво и вештачки погон се поминува за помалку од една деценија. Овие рути всушност се истите тие многуобразија долж кои Кон [5] предвидел брзо движење, но сега благодареејќи на современите компјутери, добивме можност да ги детектираме во голема област на Сончевиот систем, а не само во околината на планетите.

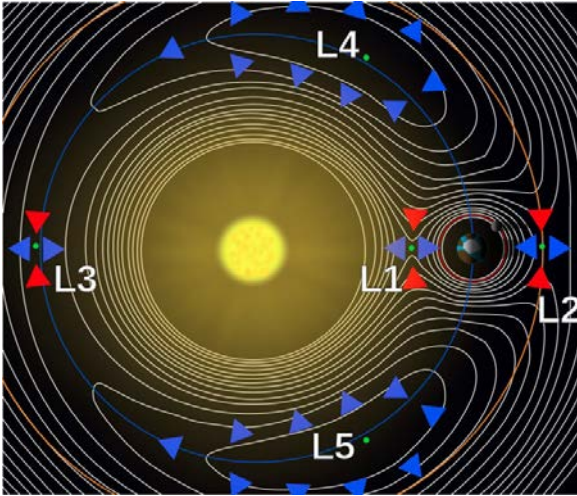


Сл. 1. Концепт на вселенски многуобразија, долж кои е можен меѓупланетарен транспорт, како што го осмислиле експертите на НАСА пред повеќе од дваесет години. Овие структури во реалноста се многу посложени од тоа како се прикажани на сликата.

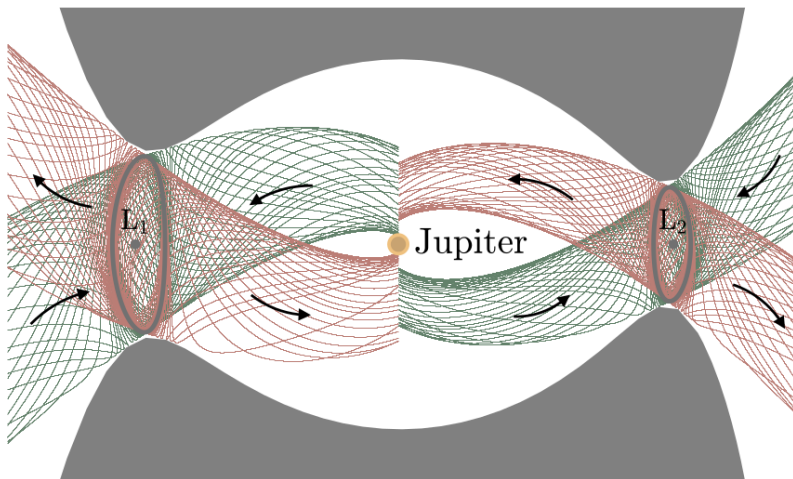
Пред подетално да го опишеме овој резултат, ќе наведеме некои од основните карактеристики на хаотичната динамика на Сончевиот систем, поради кои настануваат многуобразија како брзи гравитациони рути.

Природата на хаосот во Сончевиот систем

Сончевиот систем, е испреплетен и со стабилни и со нестабилни (хаотични) области. Тој е екстремно сложен и движењата во него не се математички решени. За планетите знаеме дека се движат околу Сонцето по своите елиптични патеки. Но ако „уфрлиме“ некој астероид или комета во хаотичната област на Сончевиот систем, би било многу тешко да се предвиди неговата патека, посебно во подолг временски интервал. Затоа често се користат поедноставени модели на Сончевиот систем, каде набљудуваме движење на само една планета околу Сонцето (останатите не ги разгледуваме), и еден објект (тело) со занемарливо мала маса, кој може да биде летало, астероид или комета. Вака упростиениот модел, познат како *ограничен проблем на три тела* (ОПЗТ), претставува фундаментален модел на Сончевиот систем, кој квалитативно ги има сите својства на реален систем, но е поедноставен за опишување со помош на равенки.



Сл. 2. Положба на петте Лагранжови точки L1, L2, ...L5 во системот Сонце-Земја. Точките L1, L2, и L3 се нестабилни, т.е. во нив ништо не може долго време да престојува, додека L4 и L5 се стабилни. Секое мало тело кое им приоѓа на планетите е контролирано од многуобразија (енергетските површини) кои извираат од точките L1 и L2.



Сл. 3. Околината на Јупитер која е зафатена со гравитацијата на оваа планета се нарекува Хилова сфера, а на сликата тоа е областа помеѓу горната и долната сива зона. Влегувањето во Хиловата сфера е контролирано од Лагранжевите точки, околу кои се наоѓаат Лапуновите орбити (здебелена линија), а тие понатаму се протегаат долж стабилните (зелени) и нестабилните (црвени) многуобразија. Насоката на движење на орбитите на овие површини е означена со стрелка. Сликата прикажува многуобразија за мали енергии во непосредна околина на точките L1 и L2. За поголема енергија тие стануваат екстремно сложени и не е можно да се пресметаат со чисто математички методи (со решавање на равенки).

Значи ОПЗТ го опишува движењето на мало тело без маса во систем на две масивни тела (Сонце-планета) кои се движат околу заедничкиот центар на маса. Третото тело (астеорид, комета или

летало) може да има различно однесување, стабилно или хаотично, што ќе зависи од неговата положба во однос на планетата и на Сонцето, но и од неговата енергија.

На слика 2 е даден шематски приказ на ограничениот проблем на три тела за системот Сонце-Земја, каде белите линии претставуваат некој вид на патеки за третото мало тело, па така гледаме дека тоа е хелиоцентрично или геоцентрично, во зависност од тоа каде се наоѓа во однос на Сонцето или планетата. Внатрешноста на белите контури истовремено претставува и област во која кометата не може да дојде, т.е. забранета зона за одредена вредност на енергијата.

Исто така, воочуваме пет точки означени со L1, L2..., L5, кои претставуваат критични точки на гравитациониот потенцијал, но и на некој начин се пресвртници за малото тело. Точката L1 интуитивно е најлесна за разбирање, затоа што во неа се анулираат гравитацијата на Земјата и Сонцето и телото тука останува во состојба на мирување. Оваа точка, како и точките L2 и L3, се *нестабилни*, односно тука не може долго да се престојува. Точките L4 и L5 кои се наоѓаат на патеката на планетата, на 60 степени пред и зад неа, се *стабилни*, во смисол дека тело кое е во нивна близина останува таму долго време.

По аналогија на овој систем, секоја планета има свои Лагранжови точка, а Јупитер како најмасивна планета, преку своите Лагранжови точки има најголемо влијание на астероидите и кометите.

На слика 3 е даден приказ на околината на Јупитер и неговите точки L1 и L2. Со сива боја е означена т.н. забранета зона, која е област во која кометата не може да дојде (одговара на внатрешноста на белите контури на слика 2), додека останатиот дел кој не е сив е достапен за кометата. Околината на Јупитер помеѓу сивите зона се нарекува *Хилова сфера* и претставува област во која Јупитер доминира со својата гравитација, т.е. сè што е во неа станува Јупитеров сателит. Забележуваме дека точките L1 и L2 се чувари на „портата“ на влезот во Хиловата сфера. Тоа значи дека ниту едно мало тело не може да стане Јупитеров сателит, ако на некој начин не го контролираат овие две точки. Всушност, од нив извираат многуобразијата кои се одговорни за влез или излез од Хиловата сфера. Како тоа точно изгледа, ќе опишеме во следниот дел.

Околу точките L1 и L2 се наоѓаат две орбити во форма на елипси кои на слика 3 тие се означени со црна здебелена линија. Тие се таканаречените *Љапунови орбити*, кои како и точките L1 и L2 се *нестабилни*. Секоја Љапунова орбита понатаму се проширува на четири површини во форма на цевка (многобразије). Колекцијата на орбити кои конвергираат кон Љапуновата орбита создава *стабилно*

многуобразије (на сликата овие орбити се означени со зелена боја). Нејзината симетрична колекција на орбити, кои дивергираат од Љапуновата орбита, претставува *нестабилно многуобразије* и на сликата 3 е означена со црвена боја.

Доколу некое летало, астероид или комета би „упаднало“ во зелената цевка, тоа брзо би било вовлечено од Хиловата сфера низ Љапуновата орбита и би станало Јупитеров сателит. Понатамошната судбина на кометата би можела да биде таква што ќе ја преземе некое друго многуобразије, на пример нестабилната црвена која е свртена кон надвор и да ја однесе далеку од Јупитер. Или кометата може да упадне во некое многуобразије кое доаѓа во близина на Јупитер при што кометата би можела да се судри со него.

Значи, ако успееме точно да ги определиме положбите на овие цевки (многуобразија) и определиме како тие се пресекуваат, ќе бидеме во состојба да го предвидиме движењето на кометата кое е контролирано од овие многуобразија. Меѓутоа, како што е напоменато, нивната пресметка е можна само во блиска околина на Лагранжовите точки и во мал интервал на енергии.

Како овие многуобразија понатаму се простираат, какви се нивните форми и до каде стигаат, пред објавување на овој труд [2] не беше познато. Поради овие причини, кажуваме дека движењето водено од овие многуобразија е *хаотично*, затоа што не е можно да се предвиди.

Покрај Лагранжовите, во ОПЗТ постојат уште бесконечно многу други рамнотежни точки кои настануваат во резонанца со планетите. Овде нема да ги разгледуваме, но ќе истакнеме дека во изминатите децении резонанците и хаосот кои тие го генерираат беа главен предмет на изучавања на небесната механика. Најзначајна карактеристика на хаотичниот транспорт кој потекнува од резонанци, се времињата на транспорт *од неколку стотици илјади до неколку стотици милиони години*, додека времињата од неколку децении кога разгледуваме движења на астероиди и комети, биле потполно занемарени. Пресвртницата која е направена во трудот [2] се однесува помеѓу другото и во смисол на времето, затоа што Сончевиот систем е набљудуван во време од само *сто години*, што, всушност, се временски интервали кои одговараат на многуобразијата.

Мапирање на Сончевиот систем?

Мапирањето на Сончевиот систем е еден од современите начини за да ја „видиме“ неговата динамика како на географска карта. На овај начин стабилните и хаотичните области лесно се забележуваат, што е од голема помош за разбирањето на динамиката на Сончевиот систем.

Во раните трудови ова мапирање е правено само во пооделни делови на Сончевиот систем, парцијално за детекција на резонанци и во време кое се мерело со илјадници години [4].

Овде е набљудувана област (слика 4) која се протега од средината на астероидниот прстен, на 3 АЕ (АЕ-астрономски единици) до 26 АЕ, помеѓу планетите Уран и Нептун. Да се потсетиме дека Јупитер се наоѓа на оддалеченост од 5.2 АЕ, Сатурн на 9.5 АЕ, Уран на 19,2 АЕ, а Нептун на 30 АЕ. Ексцентричностите на орбитите на слика 4 се наоѓаат помеѓу 0 и 1 (опфатени се сите елиптични орбити). Во оваа област земени се неколку милиони тест-објекти (измислени астероиди) и разгледувана е нивната стабилност за време од 100 години.

Нумеричките алатки кои се користени за процена на стабилноста се т.н. брзи индикатори на Љапунов (*Fast Lyapunov indicator-FLI*) [1],[3]. Хаотичните астероиди, кои за 100 години имале голема вредност за *FLI*, се означени со светла боја, додека стабилните астероиди, т.е. оние чии патеки не се промениле за 100 години, означени се со темна боја. Во моделот кој е користен за добивање на слика 4 го разгледувавме само Јупитер, тако што светлата (хаотична) област и целиот „хаос“ видлив на оваа слика потекнува само од Јупитер.

Брзи рути на мапите

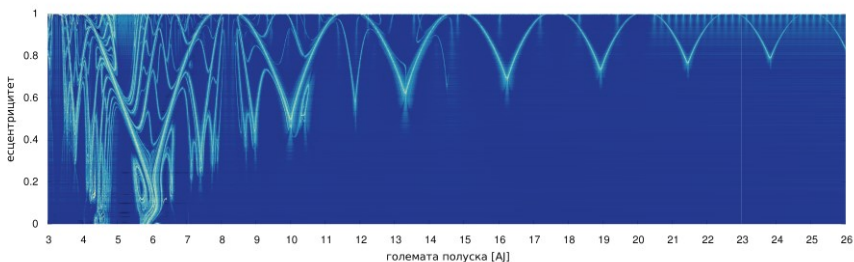
Оно што јасно се забележува на слика 4 е серија на лакови кои се надоврзуваат еден на друг, налик на лаковите на стари градби. Показано е дека секој лак настанува во текот на една орбитална револуција на Јупитер, која трае околу 12 години. Значи, на едно обиколување околу Сонцето, која трае 12 години, се формира еден лак. Исто така, покажано е дека секоја планета генерира своја серија на лакови, кои на сличен начин се протегаат во времето кое одговара на револуциите на тие планети (на слика 4 лаковите на другите планети не се гледаат затоа што овде го разгледуваме само Јупитер). При обиколувањето околу Сонцето секоја планета ги „носи“ своите лакови, така што нивната положба во просторот, всушност, зависи од конфигурацијата на планетите.

Тест објектите кои се наоѓаат на овие лакови далеку во надворешните делови на Сончевиот систем брзо се доведуваат во близина на Јупитер на 5,2 АЕ, т.е. во близина на точките L1 и L2. Потоа астероидот станува Јупитеров сателит, удира во Јупитер или е отурнат од него со голема брзина и се исфрлува од Сончевиот систем, по претходно опишаното сценарио.

Оттука заклучуваме дека овие лакови се стабилни многуобразија кои извираат од тачките L1 и L2, односно дека се истите оние површини кои се означени со зелена боја на сликата 3. Како што е споменато, нивната форма и домет порано не биле познати на голема оддалеченост од планетите. Сега, нивната форма е откриена и покажано е дека влијанието на Јупитер и неговите Лагранжови точки достигнува до самите граници на Сончевиот систем. Така, гравитацијата на Јупитер не е ограничена само на Хиловата сфера, туку се простира многу подалеку. Тоа би значело дека некој астероид, иако се наоѓа блиску до планетата Нептун и е на некој од овие лакови, може да падне на Јупитер.

Времињата за кои се случуваат овие поместувања се екстремно кратки - само неколку години. Добиено е дека растојанијата помеѓу Јупитер и Нептун се поминуваат за помалку од 10 години, што е радикално различен резултат од традиционалниот, каде времињата се мерат со милиони години.

Ваквото брзо движење низ вселената сега фрла нова светлина во разбирањето на потеклото на некои комети и дава нов увид во процесите на формирање на планетите, но би можел да има и своја практична примена, затоа што овие рути се, всушност, кандидати за меѓупланетарниот транспорт кој е предвиден пред неколку децении. Тие би можеле да се користат за побрзо движење низ Сончевиот систем со што, при вселенските мисии, би била овозможена значителна заштеда во времето и во енергија.



Сл. 4: Вселенските многуобразија генерирани од планетата Јупитер (Јупитер се наоѓа на оддалеченост од 5.2 АЕ) се протегаат како низа на лакови кои се надоврзуваат еден на друг речиси до планетата Нептун која се наоѓа на 30 АЕ. Сликата е добиена тако што за повеќе од милион измислени астероиди рамномерно распоредени во областа $[a,e]=[3\text{АЕ},26\text{АЕ}]\times[0,1]$, проценет е индикаторот на стабилност (тнр. ФЛИ) за време од 100 години. Со светла боја означени се оние астероиди кои покажале хаотична природа, а со темна оние кои се стабилни. На овај начин добиени се траги на многуобразија кои се генерирани од планетата Јупитер.

Сепак, за добивање на прецизни и сигурни рути по кои е можно брзо патување потребни се уште многу вакви и слични мапирања, поради фактот што има и други параметри во системот кои влијаат врз резултатот. Методот е веќе откриен и потребно е уште само да се примени.

e-mail: ntodorovic@aob.rs

Напомена: Авторот е научен соработник на Астрономската опсерваторија во Белград, Србија. Текстот е едноставен приказ на едно од најзначајните астрономски откритија во 2020 година, објавено во [2].

Превод: Гордана Апостоловска

Литература и извори

- [1] C. Froeschlé, E. Lega, R. Gonczi, Fast Lyapunov indicators. Application to asteroidal motion. 67, 41–62 (1997).
- [2] N. Todorović, D. Wu, A. J. Rosengren, The arches of chaos in the Solar System, *Science Advances*, Vol.6, no. 48, eabd1313, (2020).
- [3] N. Todorović, The dynamical connection between Phaethon and Pallas, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol. 475, Iss.1, 601-604, (2018)
- [4] T. Gallardo, Atlas of the mean motion resonances in the Solar System, *Vol.184, Iss.1, 29-38* (2006)
- [5] W. S. Koon, M. W. Lo, J. E. Marsden, S. D. Ross, Heteroclinic connections between periodic orbits and resonance transitions in celestial mechanics. 10, 427–469 (2000)
- [6] https://en.wikipedia.org/wiki/Voyager_1
- [7] https://en.wikipedia.org/wiki/New_Horizons

ЦРНИТЕ ЈАМИ И НАЈТЕМНАТА ТАЈНА НА МЛЕЧНИОТ ПАТ (Нобелова награда за физика 2020)

Олгица Кузмановска

Нобеловата награда е едно од најзначајните признанија со кое се наградени откритија и достигнувања во областите на физиката, хемијата, физиологијата или медицината, како и за литература и мир. Според тестаментот на Алфред Нобел, дел од неговата оставштина им се доделува како признание на оние луѓе кои „во тековната година најмногу придонеле за напредокот на човештвото“. Иако не постои категорија за астрономија, важните откритија за вселената традиционално се наградуваат во категоријата за физика. Така, во 2020 година, Нобеловата награда за физика ја добија тројца научници. Половината од износот му припадна на Роџер Пенроуз (Roger Penrose), професор по математика на лондонскиот Биркбек (Birkbeck) колеџ и тоа „за откритието кое укажува дека формирањето на црните јами е предвидено со општата теорија на релативност“. Втората половина од износот ја поделија Рајнхард Гензел (Reinhard Genzel), од Институтот Max Planck за екстратерестријална физика и Андреа Гез (Andrea Ghez), американска физичарка од Универзитетот Калифорнија во Лос Анџелес (UCLA). Според зборовите на Нобеловиот комитет тие беа наградени „за откритието на супермасивен компактен објект во центарот на нашата галаксија“.

На овој начин црната јама, еден од најнеобичните објекти во вселената, го доби симболичното признание за своето постоење. Од светот на научната фантастика, „на црвен тепих“, таа влезе во светот на реалноста. Секако, барем за широката јавност. За астрофизичарите, веќе неколку децении таа е подеднакво реален објект како, на пример, Сонцето. Но, не било секогаш така. Алберт Ајнштајн, творецот на првата теорија која го предвидува постоењето на овие егзотични објекти од кои ништо, па ниту светлината, не може да избега, дури и се надевал дека хипотезите на неговата Општа теорија на релативност (ОТР) нема да бидат потврдени со набљудувања. Сепак, десет години по неговата смрт, во јануари 1965 година, Роџер Пенроуз, не само што со математички методи недвомислено докажал дека црните јами навистина можат да се формираат, туку и ги опишал во детали. Неговата научна статија за сингуларитетот кој се крие во срцето на секоја црна јама, а во кој сите

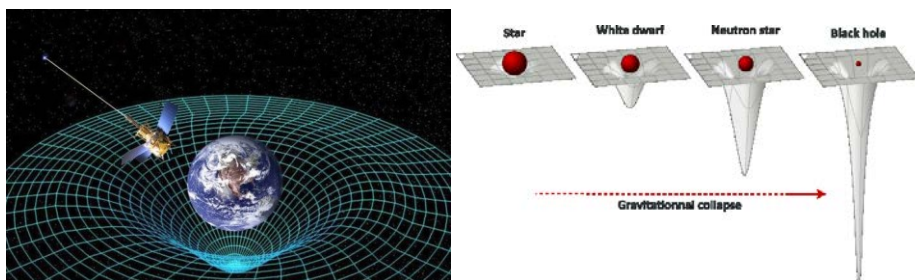
постоечки закони на физиката престануваат да важат и денес се смета за најзначаен придонес кон Ајнштајновата ОТР.

Закривеноста на простор-времето

Објаснувањето на реалноста на црните јами и ОТР имаат една заедничка основа, а тоа е гравитацијата. Привлечната гравитациона сила со која взаемнодејствуваат сите објекти во вселената, од најмалите делови на материјата па сè до огромните свездени системи како што се галаксиите, е основниот градбен елемент кој го чини „скелетот“ на нашиот универзум. Поради гравитационото привлекување на нашата планета, телата паѓаат на нејзината површина, но гравитацијата ги формира и патеките на планетите околу Сонцето, предизвикува судири на галаксии и го обликува животниот пат на свездите. Гравитационата сила квантитативно ја дефинирал Исак Њутн уште во 17 век, но токму Ајнштајн во својата ОТР, публикувана на почетокот на 20 век, ја проширил и воопштил таа дефиниција и ја направил применлива за сите тела во вселената, па дури и за оние најгустите и најмасивните. За разлика од класичната формулација на гравитационата сила, определена со масите и растојанието на телата кои се привлекуваат, Ајнштајн дал поинакво, геометриско толкување. Со него тој успеал да ја објасни гравитацијата на супермасивни егзотични објекти кои не постојат во нашето вселенско соседство, а на кои не може да се примени класичната теорија на Њутн. Општата теорија на релативност покажува дека просторот во околината на масивните тела има поинаква геометриска структура поради дејството на нивната гравитација. Имено, тој се собира (компримира) во близина на масивното тело, а се „развлекува“ со оддалечување од него. Слично како и просторот и времето трпи промени; тоа тече побавно во близина на масивни тела, а се забрзува со оддалечување од нив. Со тоа доаѓаме до нова манифестација на гравитацијата, до т.н. закривеност на простор-времето во близина на масивни објекти, односно до нова димензија која ги соединува просторот и времето, а со која единствено може да се објасни градбата на нашиот универзум.

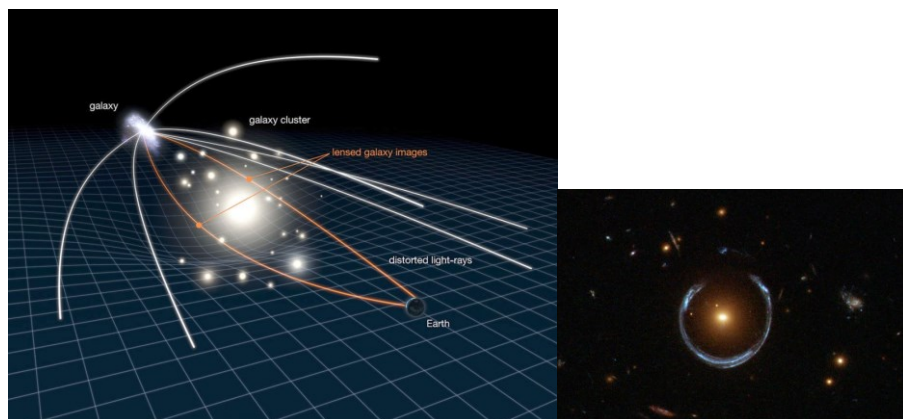
Закривеноста на простор-времето постои и околу една просечна звезда каква што е нашето Сонце, па и околу планетите. Сепак, таа закривеност е мала и доволно незначителна за да, без голема грешка, ја применуваме едноставната формула на Исак Њутн, а не сложените формули на Ајнштајновата ОТР. Поради развојот на модерната астрономија, закривеноста околу нашата планета е измерена и докажана со помош на софистицирани и сложени инструменти

сместени во т.н. гравитациона сонда, лансирана во орбита околу Земјата (слика 1, лево). Регистрирани се и гравитационите бранови кои претставуваат пореметувања во закривеноста на простор-времето, а се создаваат околу маси кои имаат забрзување (во овој случај поради ротацијата на Земјата околу сопствената оска). Пореметувањата се оддалечуваат од изворот (масивното тело) во вид на бранови кои се движат со брзината на светлината (околу 300 000 km/s). Со нивното мерење е добиен првиот доказ за точноста на ОТР.



Сл. 1. Илустрација на гравитациона сонда која ги мери гравитационите бранови и закривеноста на простор-времето околу Земјата (лево). Споредба на закривеноста на простор-времето околу обична ѕвезда и трите најгусти објекти во вселената: бело џуце, неутронска ѕвезда и црна јама (десно).

Вториот доказ е мерењето на т.н. ефект на гравитациони леќи кој се јавува при набљудување на далечни извори на светлина како што се, на пример, далечни галаксии. Доколку светлината од овие галаксии, простирајќи се низ вселенскиот простор, наиде на некој друг масивен објект, поради закривеноста на простор-времето околу него и самата ќе се закриви или расее, односно ќе формира облик на леќа (слика 2, лево). Значителна закривеност на светлинските зраци може да доведе и до формирање на повеќе ликови на набљудуваната галаксија. Ако објектот кој се наоѓа на патот на светлината е супермасивен ќе се појави и екстремна манифестација на ефектот на гравитациони леќи; потполно закривување на светлината на набљудуваната галаксија и формирање на прстен на светлина околу масивниот објект кој астрономите го нарекуваат Ајнштајнов прстен (слика 2, десно). Со тоа се враќаме на екстремните ефекти кои се јавуваат околу екстремно големи маси. Гравитацијата на масивните тела го менува обликот на просторот и влијае на брзината на течењето на времето, па екстремно масивните тела не само што би можеле да го закриват, туку и потполно да го затворат и заробат простор-времето околу себе, односно да формираат црна јама (слика 1, десно).

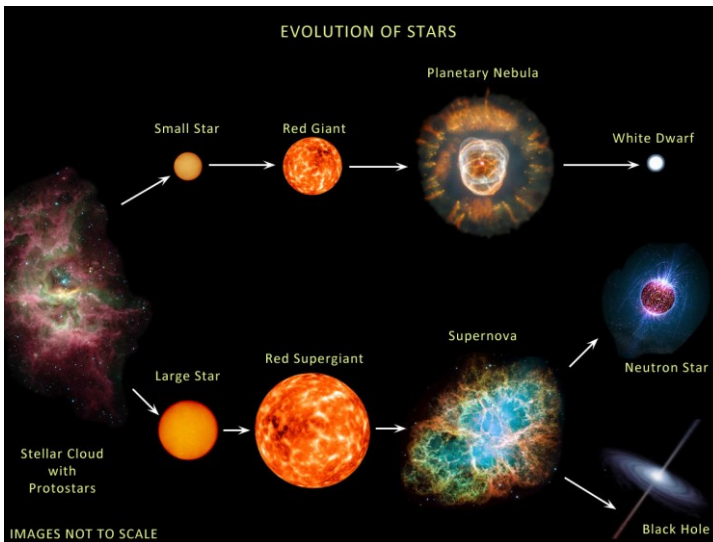


Сл. 2. Ефектот на гравитациони леќи и неговата екстремна манифестација, формирањето на Ајнштајнов прстен.

Потеклото на црните јами

Денес астрофизичарите со сигурност знаат дека црните јами се природен продукт на еволуцијата на најголемите ѕвезди. Како и живите организми и ѕвездите имаат конечен животен век, кој се нарекува еволуција на ѕвездата. Во текот на еволуцијата ѕвездата поминува низ неколку фази кои се потполно определени со нејзината почетна маса. По бурното раѓање во облаците на меѓусвездена материја најголем дел од својот живот ѕвездите поминуваат во т.н. стабилна фаза. Кај сите ѕвезди ова подразбира стабилност на димензиите и масата и се карактеризира со урамнотеженоста на гравитационата сила на ѕвездата, насочена кон центарот и притисокот на енергијата на нуклеарните реакции, насочен обратно, кон површината. Тоа значи дека во стабилната фаза во јадрото на ѕвездата се одвиваат нуклеарни реакции; трансформација на јадрата на полесните во потешки хемиски елементи во услови на огромни притисоци и температури од повеќе милиони степени. Енергијата ослободена како продукт на овие реакции создава притисок кој го компензира дејството на гравитацијата, односно нејзиното „настојување“ да ги намали димензиите на ѕвездата. По повеќе милиони или милијарди години и создавање на сè потешки елементи во јадрото, нуклеарните реакции ќе престанат кај сите ѕвезди. Во следната фаза веќе ништо не се спротивставува на неумоливото дејство на гравитацијата и ѕвездата ќе почне да се собира. За релативно кратко време таа ќе помине низ неколку нестабилни фази при кои доаѓа и до „палење“ на нуклеарни реакции во обвивката околу јадрото и зголемување на нејзините димензии (фаза на црвен

дин). На крајот сите ѕвезди ќе ја исфрлат својата обвивка, додека нивните јадра гравитационо ќе се соберат. Свездите слични на Сонцето ја исфрлаат својата обвивка постепено и во текот на повеќе илјади години и создаваат т.н. планетарна маглина (слика 3). Нивното јадро колапсира во густо, сјајно тело наречено бело џуџе. Со оглед на тоа дека масата на едно цело Сонце е збиена во тело со величина на Земјата, белите џуџиња имаат густина од 10^9 kg/m^3 , што ги чини втори по ред најгусте објекти во вселената (од нив се погусте само неутронските ѕвезди).



Сл. 3. Едноставна скица на еволуцијата на ѕвездите. Оние со помала маса формираат планетарни маглини во чии центри се остатоци на јадрата – бели џуџиња. Масивните ѕвезди умираат во експлозии на супернови, а нивните јадра се трансформираат во неутронски ѕвезди или црни јами.

Од друга страна, масивните ѕвезди умираат во т.н. експлозии на супернови во кои за кратко време доаѓа до распрснување на обвивката во вселенскиот простор и ослободување на огромно количество енергија. Од гравитациониот колапс на нивните јадра се формираат неутронски ѕвезди и црни јами. Ако масата на јадрото на ѕвездата е во опсегот од 1,4 до отприлика $2,5 M_s$ (M_s – маса на Сонце) тоа ќе се трансформира во неутронска ѕвезда. Неутронските ѕвезди се едни од најнеобичните објекти во нашиот универзум. При огромниот гравитационен притисок атомите на јадрото се распаѓаат на своите составни елементи: протони, неутрони и електрони, за да на крајот протоните и електроните се „стопат“ во неутрони. Густо збиената материја, претежно составена од неутрони, формира тело со радиус од десетина километри кое може да има маса и на три Сонца.

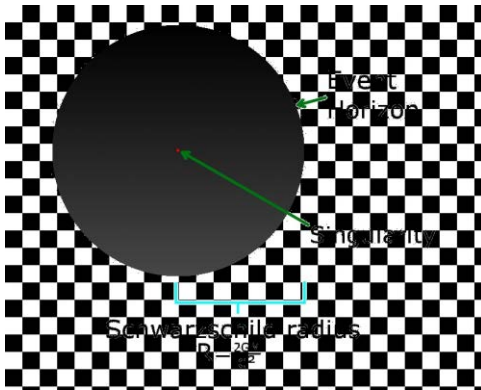
Една лажичка за кафе од материјата на неутронската ѕвезда има маса од дури милијарда тони (за разлика од 15 тони кај белото џуџе). Својствата на оваа егзотична материја се крајно уникатни и во доменот на физиката на гравитационите и електромагнетни интеракции, како и во доменот на слабите и јаки нуклеарни сили. Неутронските ѕвезди тешко се детектираат затоа што нивното зрачење е слабо. Исклучоци се оние од нив кои имаат јаки магнетни полиња и/или ротираат со огромни брзини околу сопствената оска (пулсари и магнетари).

На крајот останува да ја разгледаме судбината на јадрата на гигантските ѕвезди, оние кои во стабилната фаза имале маса на десетици Сонца, а од кои, по експлозијата на супернова, остануваат јадра со маса од 3 до 10 M_{\odot} . Собирањето на овие најмасивни јадра не можат да го преживеат ниту неутроните. Гравитациониот колапс продолжува сè додека целокупната материја на јадрото на ѕвездата не се концентрира во точка без димензии на која класичните закони на физиката стануваат неприменливи. Околу таа точка (сингуларитет) привлечното дејство на гравитацијата е толку големо што ниту едно тело, па ниту светлината, не можат да се отргнат од нејзиното влијание и да „побегнат“. Со оглед на тоа што и светлината (зрачењето) е „вшмукана“ во сферата на дејство на сингуларитет, за настанатиот објект никогаш нема да добиеме информација. Тој станува црна јама.

Теорија на сингуларитет и заробени површини

Идејата за постоење на црни објекти со брзина на бегство поголема од брзината на светлината датира уште од крајот на 18 век, од англискиот астроном Џон Мичел (John Mitchell) и францускиот математичар Лаплас (Laplace). Обата дискутирале дека некои небесни тела можат да станат толку густы што ќе бидат невидливи – ниту брзината на светлината нема да биде доволна да избега од нивната гравитација. Во 1915 година, помалку од два месеци пред објавувањето на ОTR, германскиот астроном Карл Шварцшилд (Carl Schwarzschild) го публикувал решението на Ајнштајновите равенки на поле. Со нив е опишано простор-времето околу сферно симетрична, неротирачка маса. Шварцшилдовата метрика, во која е предвидено постоењето на објекти околу кои простор-времето е потполно закривено и склопено, долги години останала единствен практичен тест на ОTR. Според оваа метрика координатите $r=0$ и $r=2GM/c^2$ во закривениот простор-време содржат уникатни карактеристики. Првата ја означува позицијата на сингуларитетот, а

втората „сферата на дејство“ на гравитацијата на црната јама, односно т.н. Шварцшилдов радиус $R_s=2GM/c^2$ на т.н. *хоризонт на настани*, каде G е гравитационата константа, M е масата на објектот (црната јама) а c е брзината на светлината (слика 4). Иако решенијата на сложените равенки од ОТП укажуваат на постоење на црните јами, сè до шеесеттите години на минатиот век тие останаа во рамките на чисто теориски предвидувања. Свездите и црните јами на Ајнштајн биле идеално тркалезни и симетрични. Но ништо во вселената не е



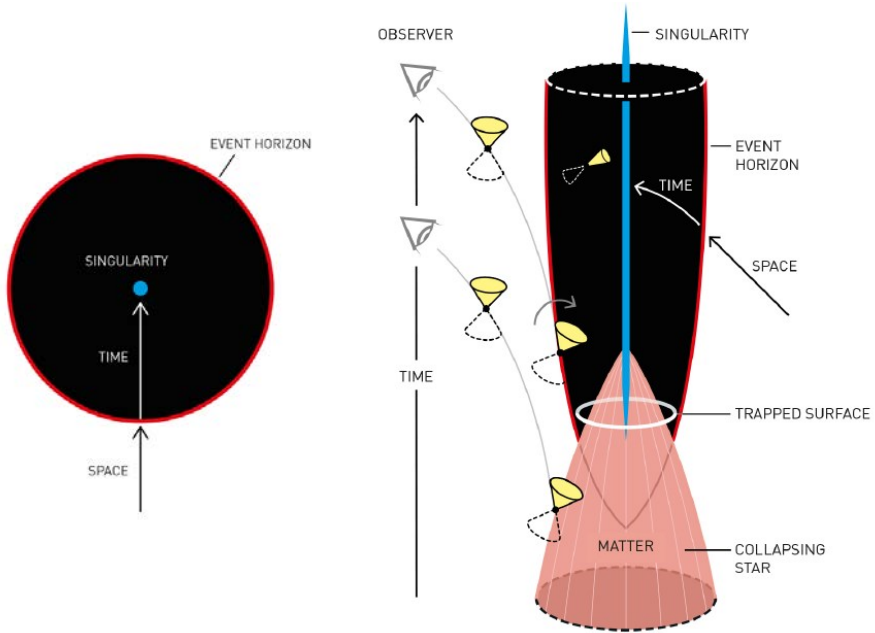
Сл. 4. Илустрација на сингуларитет со неговиот хоризонт на настани, теориски дефиниран со Шварцшилдовиот радиус

совршено и од овој факт произлегува значајот на откријата на Роџер Пенроуз. Тој бил прв кој создал реалистични модели на материја која колапсира, со сите нејзини несовершености и недостатоци.

Пенроуз го моделирал настанокот на црна јама без да

почне од претпоставката за сферна симетрија, туку само од онаа дека материјата која колапсира има позитивна густина на енергијата. За да добие решение морал да развие нови математички методи и да користи малку топологија. Во основата на неговиот концепт е идејата на т.н. *заробена површина*. Тоа е затворена, дво-димензионална површина за која важи дека сите светлински зраци поставени нормално на неа конвергираат без разлика дали се насочени кон надвор или кон внатре. (Тоа е спротивно на сферна површина во рамен простор, кај која зраците насочени кон надвор дивергираат.) Со други зборови, без разлика дали е закривена кон надвор или кон внатре, светлинските зраци во заробената површина секогаш се насочени кон центарот, т.е. конвергираат во иднина. Во сферно симетричен случај, секоја сферна површина со радиус помал од Шварцшилдовиот е заробена површина, што дава можност за разбирање на структурата на црните јами. Како што е прикажано на слика 5, на границата на хоризонтот на настани просторната радијална оска (координата) станува временска оска. Времето и просторот си ги заменуваат улогите и насоката кон внатре, односно кон координатниот почеток на сферните координати, добива димензии на време. Затоа и е невозможно да се напушти внатрешноста на хоризонтот на настани.

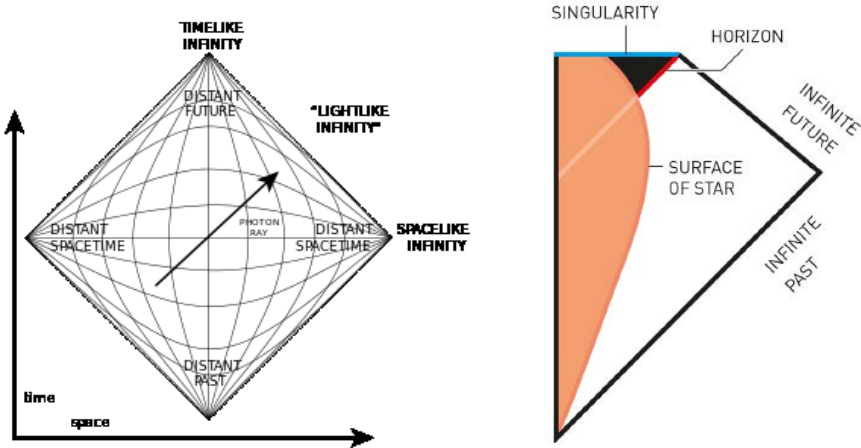
Напуштањето на црната јама е невозможно како што е невозможно и враќањето низ времето. Уште подраматична последица на концептот на заробена површина е доведувањето на секој набљудувач, поради протокот на времето, до почетокот на радијалната координата, каде времето завршува. На крајот, материјата која ја формира црната јама постои во еден единствен момент на времето, во т.н. сингуларитет.



Сл. 5. Лево: Шема на црна јама. Во внатрешноста на хоризонтот на настани, радијалната оска означува време, наместо простор. Времето тече само напред, носејќи ја упаднатата материја кон сингуларитетот во кој густината е бесконечна, а времето завршува. Десно: Илустрација на Пенроуз која прикажува колапс на јадро на ѕвезда во црна јама. Во заробена површина сите светлосни конуси кои влегуваат во хоризонтот на настани се ориентираат кон внатре и неминовно е да се формира сингуларитет.

За визуелизација на простор-времето Пенроуз користел т.н. конформални (анг. conformal) трансформации. Заклучил дека оние точки кои се бесконечно далеку во просторот и настаните од бесконечна иднина или минато можат да се пренесат од бесконечноста во внатрешноста на дијаграм со конечна големина. Овие дијаграми во кои може да се менуваат размерите, но не и аглиите, се наречени дијаграми на Пенроуз (слика 6). Материјата која го преминува хоризонтот на настани може да се движи само во еден правец. Времето тогаш го заменува просторот и сите можни правци се

насочени кон внатре, носејќи го секое тело кон неизбежниот „крај“, кон сингуларитетот.



Сл. 6. Дијаграми на Пенроуз: на бесконечен универзум (лево) и на звезда која колапсира во црна јама (десно). На дијаграмот десно, времето е насочено нагоре, а светлинските зраци се под агол од 45° .

Се смета дека дијаграмите на Пенроуз се прва последица на Ајнштајновата ОТР. Тие покажуваат дека гравитациониот колапс е неизбежен штом еднаш се формира заробена површина. Формирањето се случува во моментот на колапс во кој густината на материјата и не е многу голема, што е значајно во истражувањето на еден друг вид црни јами, наречени супермасивни. За нив ќе стане збор во наредното поглавје.

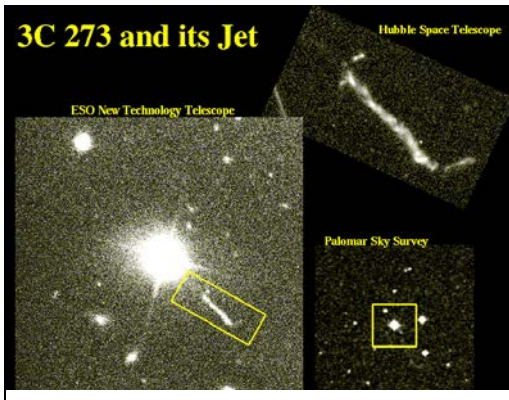
Што ќе се случи ако некој човек хипотетички упадне во црна јама? Тој нема да почувствува ништо кога ќе го премине хоризонтот на настани, а неговото патување кон хоризонтот бесконечно ќе трае. Ондавор, ниту еден набљудувач нема да го види тоа паѓање, затоа што светлината не може да ја напушти црната јама и пренесе информации. Секако, нашите тела не можат да го преживеат упадот во црна јама. Поради дејството на различни (по големина и насока) гравитациони сили човечкото тело ќе се сплеска и издолжи. Оваа појава астрономите ја нарекуваат „шпагетизација“.

Откритието на Пенроуз отвори нова ера во физиката и астрономијата, а поимот на црна јама со кој се опишуваат необичните гравитациони аномалии стана општоприфатен во современиот научен свет.

Супермасивните црни јами и изворите на нивното зрачење

Видовме дека еден начин на формирање на црни јами е смртта на гигантски ѕвезди. Покрај овие, ѕвездени црни јами, постои уште еден вид на темни објекти чија маса се движи помеѓу неколку милиони па до десетини милиони Сончеви маси. Овие, т.н. супермасивни црни јами, имаат поинакво потекло од ѕвездените, а се наоѓаат во центрите на скоро сите поголеми галаксии. Поради доказот за нивното постоење беше доделена втората половина од Нобеловата награда за физика за 2020 година.

Првата назнака за постоењето на супермасивните црни јами се јавила во почетокот на шеесеттите години на минатиот век, со откритието на егзотични, далечни објекти кои зрачат количество енергија еднакво на зрачењето на неколку стотини обични галаксии,



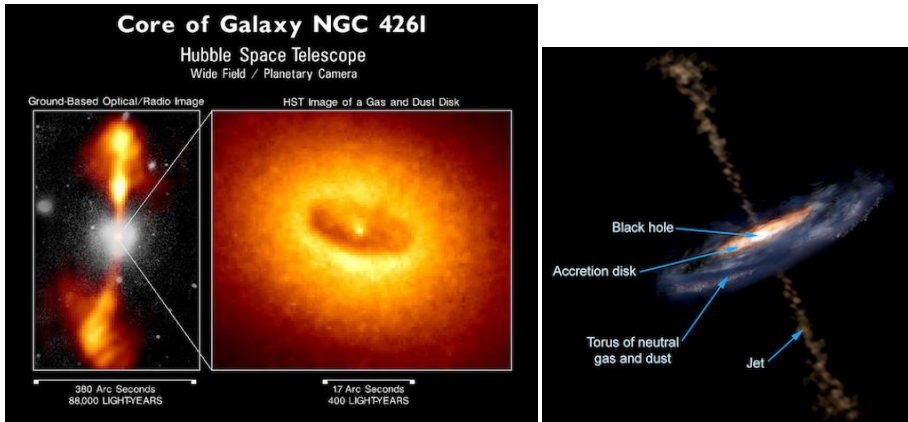
Сл. 7. Снимка на 3C 273, првиот познат квазар и неговиот млаз. Откриен е 1963г., а се наоѓа на растојание од 2,5 милијарди светлосни години од нас.

а имаат димензии на нашиот Сончев систем. Астрономите ги нарекле квазари (анг. quasars или „quasi stellar radio objects“) затоа што сигналите доаѓале од едно место, како од ѕвезда. Мистеријата на квазарите се крие во нивната екстремна оддалеченост од нас, при

што некои од нив се на растојание од десетина милијарди години. Со оглед на тоа дека вселената е

стара околу 13 милијарди години, а на светлината од квазарите ѝ требаат милијарди години да стигне до нас, ние добиваме слика од далечното минато. Со други зборови, квазарите се многу стари објекти кои потекнуваат од почетоците на создавањето на вселената. Денес се знае дека квазарите се галаксии во својот зачеток кои потекнуваат од младата вселена. Овие зачетоци имале многу сјајни јадра кои потполно ги засенуваат околните ѕвезди. Сјајот на јадрата, односно сјајот на квазарот, потекнува од материја која упаѓа во супермасивна црна јама во центарот на галаксијата. Видлив доказ на ова толкување на потеклото на квазарите се блиските, т.н. активни галаксии карактеристични по своите сјајни, активни јадра од кои во

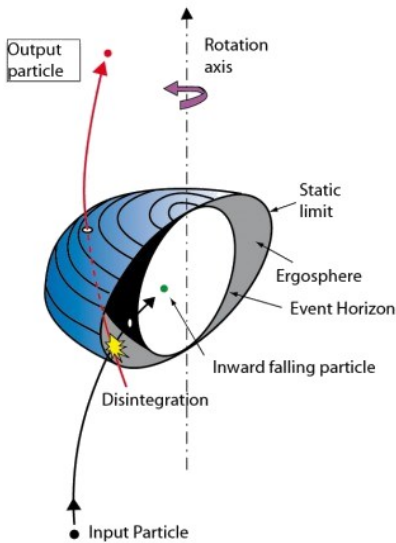
вид на млазеви се исфрла зрачење и наелектризирани честички (слика 8).



Сл. 8. Комбинирана радио/оптичка снимка на активната галаксија NGC 4261, оддалечена 100 милиони светлосни години и нејзините млазеви (лево). Во јадрото е позиционирана супермасивна црна јама окружена со облаци на гас и прашина, снимени со Хабловиот вселенски телескоп (средина). Десно е илустриран акрециски диск околу јамата и неговата структура.

Современите астрофизичари сметаат дека сите големи галаксии (а не само активните) содржат една, а можеби и неколку супермасивни јами во своите густы центри. Како и ѕвездените и овие супермасивните јами се црни, односно имаат огромна гравитација од која не може ништо да побегне, па ниту светлината. Се поставува прашањето кој е изворот на енергија, односно од каде потекнува зрачењето кое го добиваме од нив. Еден од одговорите го наоѓаме во густата материја, составена од облаци на гас и прашина, ѕвезди и ѕвездени јата со кои изобилуваат јадрата на галаксиите. Ако дел од оваа материја се приближи до хоризонтот на настани на супермасивната црна јама, таа ќе биде привлечена од огромната гравитација и ќе формира структура наречена акрециски диск (слика 8, десно). Материјата на акрециски диск ротира и спирално паѓа во хоризонтот на настани, но поради триењето и големите температури, таа и зрачи. Пресметано е дека дури до 40% од материјата на дискот може да се трансформира во зрачење. Акрециски дискови кои зрачат можат да се формираат и околу црни јами настанати од јадра на мртви ѕвезди кои се компоненти на двојни системи. Ако втората ѕвезда се наоѓа во фаза на еволуцијата во која се шири, дел од нејзината материја може да биде зафатена од гравитацијата на црната јама и да формира акрециска структура околу неа. На тој

начин, акрециските дискови и нивното зрачење индиректно ја посочуваат позицијата на супермасивните, но и на некои ѕвездени црни јами.



Сл. 9. Ергосфера околу ротирачка црна јама и „извлекување“ на нејзината енергија преку дел на проектил кој се распаѓа.

покажал дека процесот може да се одвива на тој начин што делот кој ја напушта ергосферата има поголема енергија од почетниот проектил, при што вишокот на енергија го добил (извлекол) од црната јама (слика 9). Со тоа е добиен концептот кој произлегува од дефиницијата на Шварцшилд, според кој површината на хоризонтот на настани, а оттука и масата на црната јама не може да се намалува туку само да расте. Кај ротирачките црни јами е можно намалување на масата без оглед на тоа што површината на хоризонтот на настани расте, поради уделот на аголниот момент на ротација a во равенката за површина A на хоризонтот на настани: $A = 8\pi M(M + \sqrt{M^2 - a^2})$. Со тоа е возможно и сценариото на Пенроуз.

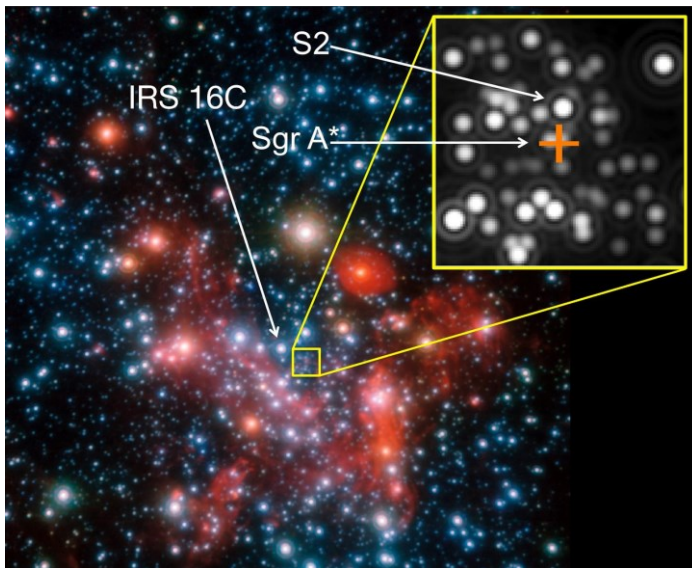
Третиот начин со кој може да се објасни зрачењето на црните јами го открил Стивен Хокинг (Steven Hawking) кој ја поврзал физиката на овие објекти со термодинамиката, или поточно, со ентропијата. Хокинг открил дека, како последица на квантно механички процеси, црните јами имаат мала температура и поради тоа емитираат зрачење. Иако зрачењето е толку незначително што

Вториот извор на зрачењето на црните јами произлегува од нивната ротација. Околу секој објект кој ротира околу сопствената оска, вклучувајќи ја и Земјата, простор-времето е развлечено долж насоката на ротацијата. Овој т.н. ефект на Ленс-Тириг (Lense-Thirring) е незначителен за Земјата, но е крајно изразен во околината на ротирачки црни јами. Поради него, околу хоризонтот на настани се формира област наречена ергосфера. Пенроуз открил дека со помош на ергосферата може да се „извлече“ енергија од црната јама. Тој замислил тело (проектил) кое навлегува во ергосферата и се дели на два дела од кои еден паѓа во хоризонтот на настани, а вториот ја напушта ергосферата и ја „избегнува“ црната јама. Пенроуз

кај астрофизичките црни јами и не може да се измери, откритието на овој процес е од фундаментално значење за развојот на теориите на квантна гравитација.

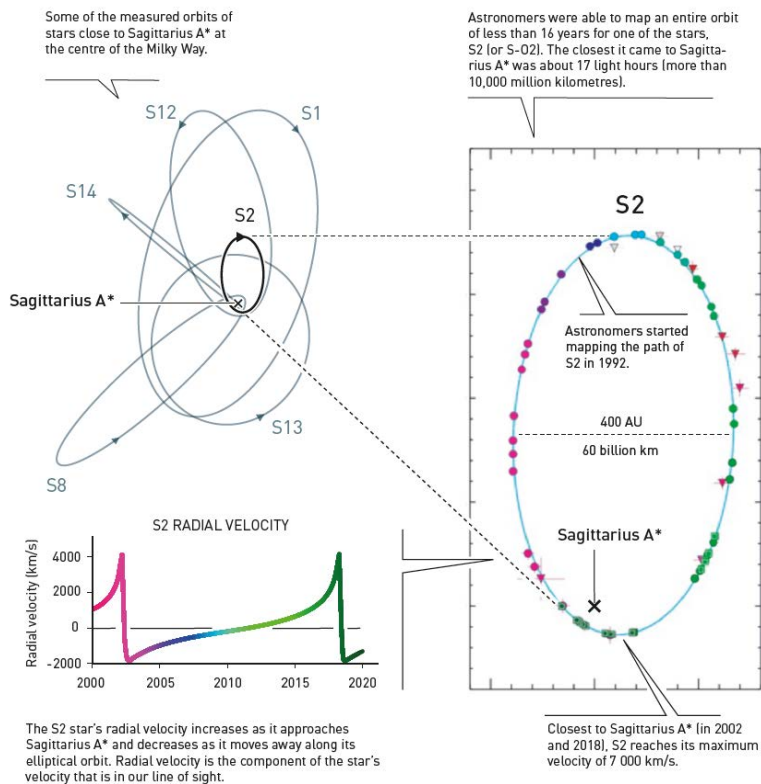
Темниот центар на Млечниот пат

Супермасивните црни јами не се карактеристични само за квазарите и активните галаксии. Модерните астрономи претпоставуваат дека постои многу голема веројатност секоја галаксија да содржи ваков масивен, густ објект во својот центар. И нашата галаксија, Млечниот пат, не е исклучок. Млечниот пат е ѕвезден систем составен од околу двеста милијарди ѕвезди, од кои една е нашето Сонце. Има форма на сплескан диск долг 100 000 светлосни години и спаѓа во групата на спирални галаксии. Сите ѕвезди и останатата материја ротираат околу галактичкиот центар во чија околина има најголема застапеност на различни видови објекти: огромни меѓуѕвездени облаци, ѕвезди и збиени ѕвездени јата, остатоци на супернови и врел гас.



Сл. 10. Снимка на галактичкиот центар (прикажана во боја на задната корица). При интерферометриските набљудувања со инструментот GRAVITY на ESO кој оперира во К-опсегот (2-2,4 μm), IRS 16C е користена како референтна ѕвезда, но вистинскиот фокус бил на ѕвездата S2 (види слика 11). Позицијата на невидливата супермасивна црна јама, со маса на 4 милиони Сонца е означена со крст. Credit: ESO/MPE/S. Gillessen et al.

Поради густата населеност на неколкуте парсеци на јадрото (1 парсек = 3,26 светлосни години), тоа во голема мерка е недостапно за набљудувања во видливиот дел од спектарот. Сепак, астрономите регистрирале компактен извор на зрачење во радио и X доменот. Овој извор, сместен во самиот центар на Млечниот пат, на растојание од 25 000 светлосни години од нас, е наречен Sagittarius A. Денес знаеме дека Sagittarius A (скратено: Sgr A*) ја означува положбата на супермасивна црна јама, што докажаа Рајнхард Генцел и Андреа Гез со своите долгогодишни набљудувања.



Сл. 11. Некои од орбитите на ѕвезди блиски до орбитата на Sgr A*. Најблиската ѕвезда, означена со S2 има период на ротација од 16 години, а на сликата е прикажан и дијаграм на нејзината радијална брзина. Најблиску до Sgr A* била во 2002 и 2018 година, и тоа на само 17 светлосни часа, кога имала максимална брзина од 7000 km/s. (За споредба, нашето Сонце, кое е оддалечено 25 000 светлосни години од галактичкиот центар, прави една ротација околу него за 230 милиони години, движејќи се со средна брзина од „само“ 220 km/s.)

Како што споменавме, густите облаци на меѓуѕвезден гас го затскриваат „погледот“ кон галактичкото јадро и Sagittarius A. Затоа,

Гензел и Гез набљудувале во инфрацрвениот дел од спектарот ($\lambda=2,2\mu\text{m}$), концентрирајќи се на реконструкцијата на орбитите на триесеттина ѕвезди кои се наоѓаат во непосредна близина на центарот. Поради малото растојание (од околу еден светлосен месец) овие ѕвезди имаат голема брзина на ротација (слика 11). Притоа, ако се претпостави дека масената концентрација во галактичкиот центар претставува компактен објект, односно супермасивна црна јама, брзините на ѕвездите на растојание r од центарот ќе бидат пропорционални со $1/r^{1/2}$ и прогресивно ќе се зголемуваат за помали радиуси, како што е случај со планетите во нашиот Сончев систем. По речиси три децении набљудувања (од 1992 година) и реконструкција на орбитите, Гензел и Гез добиле идентични резултати кои во целост ја потврдиле горната претпоставка. Работеле во два независни тима, при што Рајнхард Гензел ги користел телескопите на Европската јужна опсерваторија (ESO – European Southern Observatory) сместени на планините Ла Сила и Паранал во Чиле, а Андреа Гез набљудувала од 10-метарските Кеck телескопи на планината Мауна Кеа на Хаваите. Покрај долгогодишната предана работа, двајцата нобеловци развиле и посебна адаптивна оптика и рафинирани технички решенија кои ги вградиле во инструментите и телескопите. Нивните идентични откритија даваат непобитен доказ дека Sagittarius A е супермасивна црна јама, со пресметана маса од 4 милиони M_s .

Кои се целите на идните истражувања на овие фасцинантни објекти? Еден од предизвиците е добивање на директен поглед на Sagittarius A. Можеби и нема долго да чекаме со оглед на тоа што со најпознатата глобална мрежа на радио телескопи, наречена Event Horizon Telescope, во 2017 година е добиена директна снимка на една друга супермасивна црна јама, дури илјада пати помасивна од Sagittarius A, а сместена во галаксијата M87, на 55 милиони светлосни години од нас. Во 2017 година за ова откритие беше доделена Нобеловата награда за физика. Од аспектот на теориските истражувања, останува и големиот предизвик на спојувањето на ОТР (макрокосмосот) со квантната физика (микросмосот) во една заедничка теорија на квантната гравитација, со која подлабоко би проникнале во тајните на бесконечната вселена.

e-mail: olgicak@pmf.ukim.mk

Напомена: Авторот е редовен професор на Институтот за физика на Природно-математичкиот факултет во Скопје.

Извори

- [1] <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2020/press-release/>
- [2] https://www.e-education.psu.edu/astro801/content/18_p7.html
- [3] https://en.wikipedia.org/wiki/General_relativity

МАГНЕТАРИ

Христијан Кочанковски

Едно од највозбудливите астрофизички предвидувања на почетокот на 20-тиот век беше можното постоење на т.н. неутронски ѕвезди. Тие биле предвидени од страна на Цвики (F. Zwicky) и Бааде (W. Baade) кои точно претпоставија дека овие објекти претставуваат остатоци од експлозии на супернови и воглавно се составени од неутрони. Неутронските ѕвезди се едни од најфасцинантните објекти во универзумот. Со типични радиуси од околу 10 km и маса која може да надмине две соларни маси, тие претставуваат најгусти објекти во универзумот, не сметајќи ги црните дупки.

Уште пред да бидат набљудувани, физичарите точно предвидоа дека поради брза ротација, неутронските ѕвезди мора да емитураат електромагнетно зрачење. Најголем дел од неутронските ѕвезди кои ги знаеме денес се пулсари – ѕвезди со силно магнетно поле кои емитураат зрачење во тесен конус околу нивните магнетни полови. Тие имаат кратки и регуларни периоди на ротација, па зрачењето кое што може да се детектира стигнува до Земјата во прецизни временски интервали, како пулс. Оттаму и нивното име, пулсари. Сепак, во последните години на минатиот век, особен интерес предизвикаа и новотриените небесни објекти чии својства ги засенуваат дури и пулсарите, а поради ненадминливо силното магнетно поле се наречени магнетари.



Сл 1. Сите типови на неутронски ѕвезди кои се познати денес

Приказната за магнетарите започнува во јануари 1979 година, помалку случајно, со откривање на чуден објект кој емитувал силен

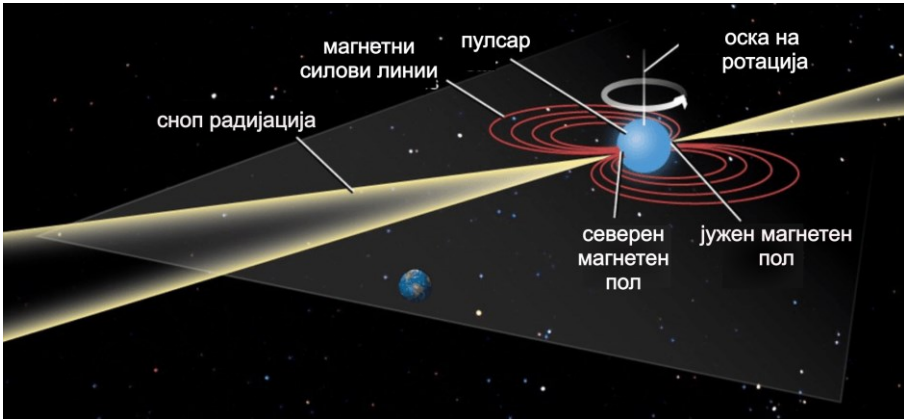
пулс од ниско-енергетски гама зраци (ниско-енергетското гама зрачење уште се нарекува и меко гама зрачење). Оваа емисија набрзо запрела, по што објектот повторно потонал во темнината на вселената. Два месеци подоцна, се случила една од најсилните емисии на гама зрачење. За оваа емисија, која што траела околу 100 секунди, научниците пресметале дека одговара на емисија на енергија која Сонцето би ја израчило за 1000 години. Набрзо потоа и трет ваков објект бил детектиран, иако ослободеното количество енергија во овој случај било помало од претходните две. Во тоа време овие објекти не можеле да се разликуваат од останатите блесоци на гама зрачење кои веќе претставувале необјаснета мистерија. Како и да е, зрачењето од овие три објекти било многу поспецифично. Овие објекти зрачеле неколку блесоци за време од неколку недели па потоа се пригушувале и останувале “неми” со месеци, па дури и години. Најважната разлика од вообичаените космички блесоци на гама зрачење била периодичноста на ова меко зрачење.

Првично, дел од астрофизичарите сметале дека станува збор за нов тип на објекти кои до тогаш не биле откриени. Сепак, ваквата идеја била тешка за прифаќање. Коректното објаснување го дале Роберт Данкан (Robert Duncan) и Кристофер Томпсон (Christopher Thompson) кои претставиле модел на нов тип на пулсар кој би имал невообичаени својства. Ваквата идеја била втемелена на периодичноста на сигналот и неговата јачина, која може да доаѓа само од објекти кои се мали, многу густы и имаат брз период на ротација. Најдобар кандидат кој може да ги опише овие карактеристики биле неутронските ѕвезди. Сепак, новооткриените ѕвезди, подоцна наречени магнетари, имале невообичаено силно магнетно поле кое било 100 до 1000 пати посилено од магнетното поле на обичните пулсари.

Како и секоја друга неутронска ѕвезда, магнетарите имаат радиус од околу десетици километри и маси кои се движат во опсегот од 1,4 до малку повеќе од 2 Сончеви маси. Најголем дел од нив имаат период кој изнесува неколку секунди што е поспоро од вообичаените пулсари чии периоди се помали од една секунда. Поради силното магнетно поле, магнетарите емитираат карактеристични блесоци на X-зрачење и гама зрачење. Сепак, таквото магнетно поле ослабнува прилично брзо. По околу 10 000 години активно зрачење, типичните магнетари престануваат да зрачат. Доколку се знае бројот на активни магнетари во Млечниот Пат, може да се пресмета бројот на неактивни магнетари во нашата галаксија. Тој број изнесува околу 30 милиони.

Механизмот на нивното функционирање е сличен како оној на пулсарите. Познато е дека пулсарите се раѓаат како последица на колапсот на јадрата на масивните ѕвезди. Притоа, поради законот за

запазување на моментот на импулсот, таквиот пулсар мора да ротира со многу голема брзина. Магнетното поле кое го опколува го забавува пулсарот, па за доволно долго време сите пулсари “се стишуваат”, станувајќи темна точка во бесконечниот простор. Овој феномен е многу добро разбран, па со мерење на забавувањето на пулсарот може да се одреди неговата старост.



Сл 2. Шематски приказ на типичен пулсар. Поради силното магнетно поле се емитува радијација која на Земјата ја детектираме во периодични сигнали, како пулсеви.

Доколку ѕвездата од која настанал пулсарот е многу масивна, при раѓање на пулсарот по експлозијата на нејзината обвивка, тој ќе има момент на импулс кој одговара на илјадници револуции во секунда. Ваквата брза ротација доведува до неочекувани последици. Во моментот на креација на пулсарот, температурата е поголема од 10 билиони Келвини и на оваа температура флуидот во внатрешноста на пулсарот ќе циркулира со огромна брзина. Оваа конвекција (начин на пренос на топлина кај флуидите) произведува динамо ефект. Преку него се пренесува околу една десеттина од кинетичката енергија на ѕвездата во создавање на силно магнетно поле кое се шири во и околу ѕвездата. Обичните пулсари црпат енергија од нивната ротација и големината на магнетната индукција е од редот на 10^7 Тесла, при што таквото магнетно поле постепено го успорува пулсарот. Сепак, магнетарите не се обични пулсари. Јачината на магнетната индукција кај нив е од редот на 10^{10} Тесла, што ги правело најмагнетизирани објекти во целиот Универзум. Затоа Данкан и Томпсон ги нарекле магнетари. Само за илустрација, во Табела 1 е направена споредба помеѓу магнетните полиња на

различни извори. Јасно се гледа дека магнетарите имаат најсилна магнетна индукција.

Табела 1. Приказ на големината на магнетната индукција на различн извори на магнетно поле.

Магнетното поле	Големина на магнетната индукција (изразена во Тесли)
Земјата	$6 \cdot 10^{-5}$
Магнет за на фрижидер	0,01
Најсилно поле во лабораторија	45
Најсилно поле на не-неутронска звезда	1000
Пулсари	10^7
Магнетари	10^{10}

Пресметките кои ги направиле Данкан и Томпсон покажале дека такво интензивно магнетно поле какво што имале магнетарите се однесува како кочница на ротацијата на ѕвездата, зголемувајќи го периодот на ротација од неколку илјади завртувања во секунда на дури едно завртување во неколку секунди. Ваквиот механизам е многу ефикасен и ова намалување се случува многу брзо, за само неколку илјади години. Моделот кој тие го направиле многу добро се совпаѓал со експериментално добиените вредности. Малото „време на живот“ на магнетарот објаснува и зошто набљудуваме само мал број на магнетари. Сепак, Данкан и Томпсон не можеле да го објаснат создавањето на меките гама зраци, кои биле причината зошто магнетарите биле откриени.

На објаснувањето за настанувањето на овие зраци не се чекало долго. Како што магнетарот ротира, магнетното поле се „намотува“ во спирала и непрекинато се поместува. Површината на неутронската ѕвезда преставува цврста кора која е дебела околу еден километар (патем, неутронските ѕвезди се единствените ѕвезди кои имаат цврста површина). Магнетното поле кое се поместува постојано, ја свива и истегнува кората и притоа создава долги пукнатини. Кога полето ќе се премести во нова позиција, ослободува енергија креирајќи облак од електрони и позитрони кои може да се анихилираат и да создадат гама зрачење. Магнетното поле на ѕвездата ослободува огромно количество на енергија во десетици делови од секунда, пред да се помести во друга конфигурација – ова се набљудува како интензивен пик на емисија на високо-енергетско гама зрачење. Најголемиот дел од енергијата се ослободува во интензивниот пик. Сепак, дел од позитроните и електроните остану-

ваат заробени во магнетното поле во близина на ѕвездата. Тие својата енергија ја ослободуваат во одблесок кој трае неколку минути и е составен од меко гама зрачење.

Денес знаеме дузина магнетари кои што ја потврдуваат теоријата која ја развиле Данкан и Томпсон. Исто така, веќе споменаваме дека таквата теорија предвидува дека во универзумот постојат огромен број на магнетари кои никогаш нема да можеме да ги набљудуваме. Малку е и тажно што вакви спектакуларни објекти може да се набљудуваат само кратко време споредено со временската скала на космосот.

На крајот да споменеме и некои од неодамнешните откритија поврзани со магнетарите. На 21 февруари 2008 година, вселенската агенција на САД и истражувачи од институтот McGill објавија дека е откриена неутронска ѕвезда со својства на радио пулсар кој емитува блесоци предизвикани од магнетно поле, слично како и магнетарите. Ова откритие сугерира дека можеби магнетарите не се посебен тип на неутронски ѕвезди, туку фаза на живот на некои пулсари. Истата година, Европската вселенска агенција откри објект, кандидат за прв магнетар кој е активен и во видливиот спектар. Во 2018 година бил откриен хипермасивен магнетар кој настанал како последица на судир на две неутронски ѕвезди. Во април 2020 година, магнетарите беа поврзани со брзите радио блесоци. До денес се познати 24 магнетари, а за уште 6 кандидати се чека потврда. Дел од нив се наоѓаат во нашата галаксија, а дел во соседните галаксии.

e-mail: hristijank@pmf.ukim.mk

Напомена: Авторот е асистент на Институтот за физика на Природно-математичкиот факултет во Скопје.

Литература и извори

- [1] G. McNamara, Clocks in the sky, Springer, 2008
- [2] D. Stevenson, Extreme Explosions, Springer, 2014
- [3] https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/featured_science/tenyear/magnetars.html
- [4] <https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetar>

VESTIGE – АСТРОНОМСКИ ПРЕГЛЕД НА ГАЛАКТИЧКОТО ЈАТО ДЕВИЦА (VIRGO)

Јана Богданоска

Набљудувањето на поединечни астрономски тела (на пример: планети, ѕвезди, галаксии, итн.) е од огромна важност, но доколку сакаме подобро да го осознаеме нашиот универзум, потребно е да проучуваме голем број од нив. На тој начин може да извлечеме општи заклучоци за типот на астрономското тело и да ги генерализираме, па од мал пресек на универзумот да добиеме информации за универзумот во целина.

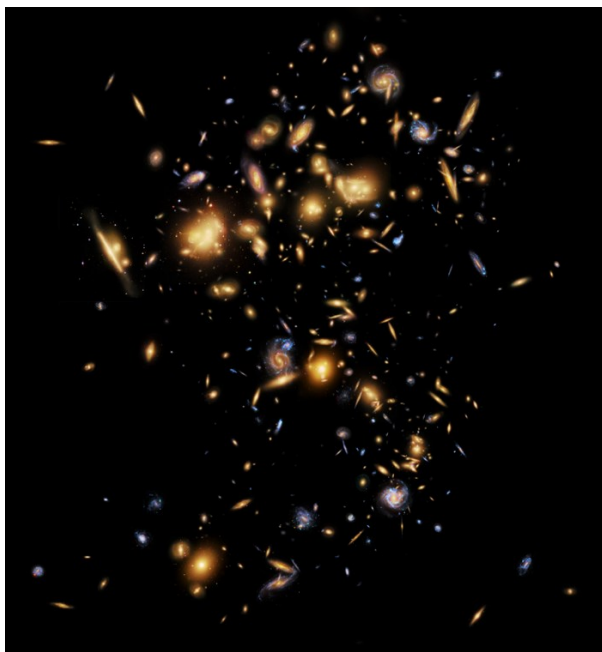
Честопати е доволно да имаме само набљудувања од поединечни објекти, особено ако знаеме точно кои објекти ни се од интерес. При поинаков пристап се набљудува одреден дел од небото, а потоа се анализираат објектите кои „случајно“ ќе се најдат во нашето видно поле. Ваквите набљудувања се наречени астрономски прегледи. Тие претставуваат карти или слики на небото кои немаат еден единствен објект кој е во центарот на набљудувањата, а насочувањето е „на слепо“.



Сл. 1. Една од највпечатливите галаксии опфатени во VESTIGE, галаксијата NGC 4569. Сликата е преземена од трудот на Босели, Фосати, Ферарезе и нивните соработници (Boselli, Fossati, Ferrarese, et al. 2018)[1].

До сега се направени повеќе вакви прегледи, а некои примери се: Sloan Digital Sky Survey (SDSS)¹, The 2-micron All-Sky Survey (2MASS)², The Great Observatories Origins Deep Survey (GOODS)³, и многу други. Најчесто, овие набљудувања се одвиваат во еден дел од електромагнетниот спектар (на една бранова должина), иако постојат и прегледи кои се повторени на повеќе бранови должини.

Овој текст е посветен на еден таков преглед на една бранова должина, кој опфаќа голема површина од јатото галаксии Девица (Virgo) (Сл. 2). Оваа набљудувачка програма е именувана VESTIGE - Virgo Environmental Survey Tracing Ionised Gas Emission (слободен превод: Преглед на околината на Virgo преку емисијата на јонизиран гас; *vestige* (*фр*): остаток, останка). Станува збор за набљудувања кои се започнати во 2017 година, кои сеуште се во тек во времето кога е пишуван овој текст (јануари 2021), а податоците кои се и ќе бидат добиени ќе бидат јавно објавени на веб-страната на проектот [5] и ќе се користат со години. Сепак, до сега се направени повеќе интересни откритија, од кои само неколку се вклучени во овој текст.



Сл. 2. Галактичкото јато Девица. Автор: Pablo Carlos Budassi; преземено од https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Virgo_cluster.png

¹<https://www.sdss.org/>

²<https://old.ipac.caltech.edu/2mass/>

³<https://www.stsci.edu/science/goods/>

Јатото галаксии Девица се наоѓа на оддалеченост од 53,8 светлосни години од нас и зафаќа 8 лачни степени од небото во насока на соѕвездието Девица. Се смета дека во ова јато се групирани околу 1300 до 2000 галаксии, со вкупна маса од $1,2 \cdot 10^{15}$ Сончеви маси. Оваа маса ја сочинуваат не само галаксиите кои го градат јатото, туку и материја во неговата внатрешност, која е претежно составена од загреан гас, но може да содржи и меѓугалактички ѕвезди и планетарни маглини. Галаксиите кои се присутни во јатото можат да припаѓаат на видот на спирални и елиптични галаксии, како и на некој од нивните подвидови.

Кратка приказна за VESTIGE

За да формираат едно јато, галаксиите што го сочинуваат мора да се меѓусебно гравитационо поврзани. Како што е опишано во неговиот акроним, проектот VESTIGE има за цел да го проучува јатото галаксии Девица, а тоа ни дава уникатна прилика да истражиме како околината влијае на еволуцијата на една галаксија. Под околината се подразбираат останатите галаксии кои го сочинуваат галактичкото јато, но и материјата во неговата внатрешност. Затоа, тимот на VESTIGE, предводен од д-р Алесандро Босели, научник од Лабораторијата за астрофизика на Марсеј (Laboratoire d'astrophysique de Marseille - LAM⁴), го започнаа овој проект овозможувајќи јатото Девица да биде уште подобро осознаено. Понатаму ќе бидат унапредувани сознанијата од темата на еволуција на галаксии, почнувајќи со влијанието кое околината на галаксијата го има врз неа, но секако не запирајќи таму.

Прегледот VESTIGE вклучува набљудувања направени во текот на 58 ноќи во периодот 2017-2021. Тој претставува прва слика на јато галаксии во нашата близина која не е насочена кон единствен објект, а која има толку големо време на набљудување. VESTIGE е остварена со набљудувања преку телескопот КФХТ (CFHT - Canada-France-Hawaii Telescope, во превод: телескоп Канада-Франција-Хаваји). Овој 3,6-метарски телескоп, е лоциран на Мауна Кеа на Големиот Остров на Хаваите на надморска височина од 4204 m, како дел од опсерваторијата Мауна Кеа.

Набљудувањата се направени на една бранова должина со помош на филтер со мал опсег во оптичкиот дел на електромагнетниот спектар. Поточно, овој филтер ги опфаќа спектралните линии H α (првата линија од серијата на Балмер на водородниот атом)

⁴ <https://www.lam.fr/?lang=en>

со бранова должина 656,46nm и [NII] (линија на јонизиран азот) со бранова должина 654,98nm. Филтерот е монтиран на инструментот МегаКам (MegaCam) кој има видно поле од 1 квадратен степен, а неговата аголна резолуција изнесува 0,187“.

Вкупната површина која ќе биде опфатена при завршувањето на програмата ќе биде 104 квадратни степени. Овој регион е, исто така, опфатен со програмата NGVS - (The Next Generation Virgo Cluster Survey, во превод: следната генерација на преглед на галактичкото јато Девица), која содржи набљудувања со повеќе бранови должини. Тоа значи дека набљудувањата добиени од VESTIGE ќе ја надополнат постоечката база на податоци за јатото Девица, така што ќе имаме одлична прилика да ги откриеме неговите тајни од многу различни аспекти.



Сл. 3. Телескоп Канада-Франција-Хаваи. Автор: Gordon W Myers; преземено од: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CFW_Telescope.JPG

Важно е да се напомене дека влијанието на околината врз галаксијата не е единствената научна цел која ја има проектот. Во центарот на интерес е, исто така, ставена судбината на материјалот кој се исфрла од галаксиите под дејство на околината. Бидејќи станува збор за галаксии кои се наоѓаат во наша близина, тоа ќе овозможи да се проучат процесите на ѕвздообразба (формирање на нови ѕвезди) во овие галаксии, динамичката структура во јатото, планетарните маглини, како и останатите извори на зрачење во внатрешноста на јатото. Овие набљудувања ќе бидат погодни за споредба со симулации, со што ќе може да се даде одговор на голем број астрофизички прашања.

Некои поважни откритија

Иако програмата не е завршена, сепак, од податоците добиени до сега се најправени повеќе интересни откритија. Почнувајќи од 2018 па до денес, објавени се девет труда од страна на тимот на VESTIGE, а десеттиот е во процес на рецензија. Во следниот дел од текстов ќе прикажеме само некои од интересните резултати произлезени од оваа студија, но можеби во некоја наредна прилика ќе имаме можност да ја продолжиме приказната.

Зони со екстремна ѕвездообразба во гасовитата опашка на галаксијата NGC 4254

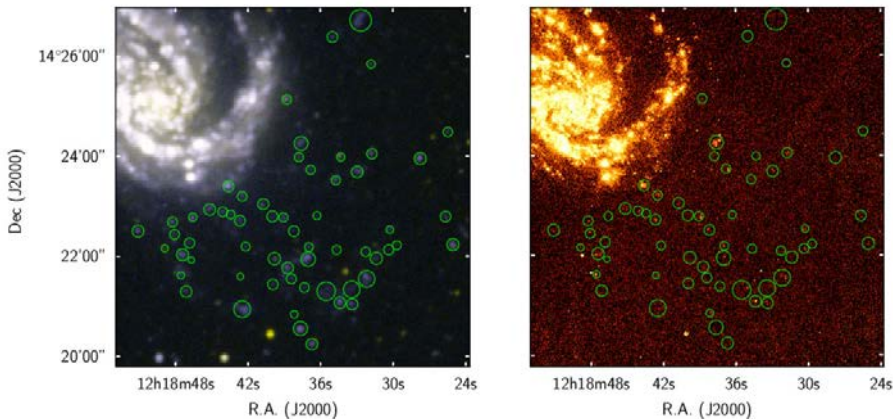
Откако поминале доволно ноќи во набљудување за да имаат податоци од соодветен квалитет, тимот научници кои се вклучени во проектот VESTIGE го насочиле нивниот истражувачки ум кон галаксијата NGC 4254, која се нарекува и M99, според класификацијата на Месјевиот каталог. Тоа значи дека се работи за доста светла галаксија, откриена уште во 18 век, која во минатото е проучувана во повеќе наврати. NGC 4254 е спирална галаксија која има опашка од водороден гас, оттргната од галаксијата под дејство на гравитацијата на друга галаксија од јатото Девица, со која имале брзо, но силно приближување и разминување пред околу 280 – 750 милиони години.

Со комбинирање на набљудувањата на VESTIGE со оние добиени од претходно спроведени набљудувања со вселенската опсерваторија GALEX (Galaxy Evolution Explorer, прев: Истражувач на галактичката еволуција), детектирани се 60 компактни зони во кои се раѓаат ѕвезди, а кои се надвор од оптичкиот диск на галаксијата. Овие зони имаат димензии помеѓу 70 и 500 парсека и се наоѓаат распределени по гасовитата опашка на NGC 4254 (слика 4).

Вакви зони на ѕвездообразба кои не се дел од една галаксија претставуваат одлична прилика за изучување на раѓање на ѕвезди во средини со екстремни услови, како што е гасовитата опашка опколена со жешката средина во внатрешноста на јатото. Создавањето на овие зони се случило во единствен наплив на ѕвездообразба што се одвивало пред стотина милиони години. Се очекува во иднина овие зони да бидат тела кои слободно ќе „скитаат“ низ потенцијалното поле на јатото.

Ова е одличен пример за влијанието на околината врз галаксиите. Прво, самата појава на гасовитата опашка произлегува од околината – во овој случај гравитацијата на разминувачка галаксија. Понатаму, овие зони не би се создале без прво да постои опашката, што значи дека целокупното дејство на околината во овој случај придонесува за зголемена ѕвездообразба. Ваквите заклучоци не се

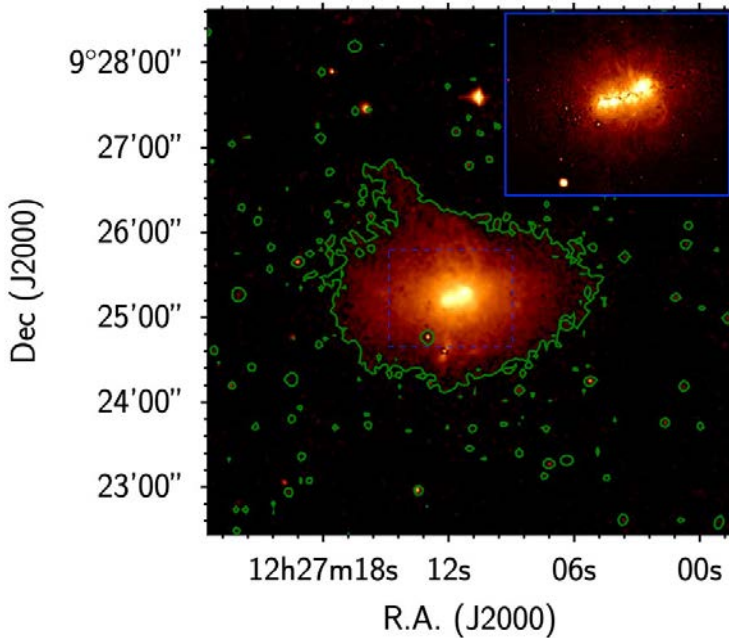
очигледни, бидејќи очекуваме гасот кој е оттргнат од галаксијата да стане дел од меѓујатната средина, каде што е потешко да се создадат услови за создавање нови ѕвезди.



Сл. 4. Јужно-западниот квадрант на галаксијата NGC 4254 (**Прикажана во боја на задната страна од корицата**). Лево: набљудувањата од GALEX во ултравиолетова светлина. Десно: набљудувањата на VESTIGE. Со кругчиња се обележани зоните на ѕвездообразба. Бидејќи се повидливи во сликата на ултравиолетовиот дел од спектарот (лево), може да заклучиме дека ѕвездите што се наоѓаат во нив се претежно млади, т.е. станува збор за место каде што неодамна се создадени ѕвезди. Сликата е преземена од трудот на Босели, Фосати, Кујандр и нивните соработници (Boselli, Fossati, Cuillandre, et al. 2018)[2]

Опашка од јонизиран гас во NGC 4424, остаток од спојување галаксии

Продолжувајќи ја тематиката на влијанието на околината врз галаксиите, следно што е проучувано во јатото Девица е случај на спојување на две галаксии. Галаксијата NGC 4424, исто така, била проучувана во минатото и за неа се смета дека е галаксија со невообичаен облик. Новите фотографски податоци добиени преку програмата VESTIGE овозможиле да се откријат детали поврзани со оваа галаксија кои претходно биле непознати. Така, откриено е дека таа има опашка од јонизиран гас која се наоѓа во спротивна насока од претходно откриената опашка од неутрален водород.

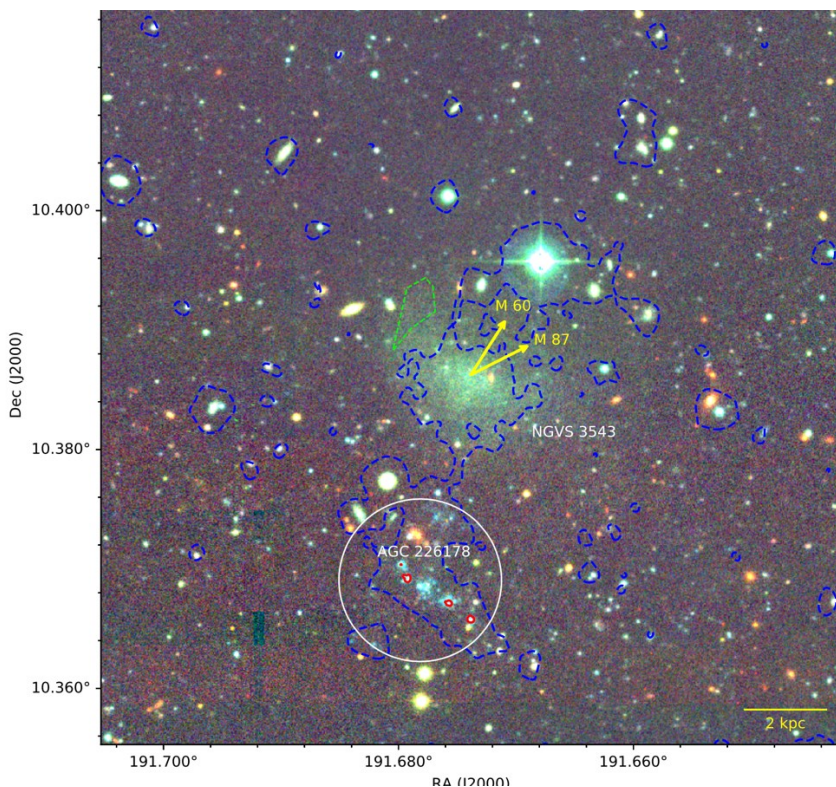


Сл. 5. Слика на галаксијата NGC 4424 во брановата должина на $H\alpha$ добиена за време на програмата VESTIGE. Опашката се забележува во североисточниот дел на галаксијата. Линијата ја означува контурата на која осветленоста е иста. Во квадратот е прикажан центарот на галаксијата со зголемен контраст, каде што можат да се видат филamenti од јонизиран гас. Сликата е преземена од трудот на Босели, Фосати, Консоланди и нивните соработници (Boselli, Fossati, Consolandi, et al. 2018)[3]

Ваквите опашки во некоја галаксија се вообичаени показатели на влијанието на останатите галаксии од јатото врз неа. Конкретно, за галаксијата NGC 4424 е покажано дека ова влијание навистина дејствува врз неа со помош на дополнителни мерења. Но, она што е интересно во овој случај е тоа што галаксијата настанала при судир на две галаксии. Ваквата историја на NGC 4424 придонесува влијанието од околните галаксии да е позначајно, бидејќи станува збор за тело кое веќе било вознемирено. Затоа, овие податоци се корисни при создавањето симулации; слични објекти веќе се симулирани, што значи дека претпоставките кои се земени се блиску до реалноста.

Најново откритие: ултрадифузна галаксија опкружена со зони на ѕвездообразба

Во текот на последните неколку години ултрадифузните галаксии се од голем интерес. Тоа се галаксии кои имаат екстремно ниска сјајност, а голем број од нив имаат и недостаток на гас кој е потребен за ѕвездообразба. Затоа, ултрадифузните галаксии се претежно составени од стари ѕвезди. Ваквите „соголени“ галаксии преовладуваат во галактичките јата, па затоа е важно да се проучува како настанале и какви се нивните својства.



Сл. 6. Слика на галаксијата NGVS 3543 во прегледот NGVS, композит на три бои. (Прикажана во боја на предната страна од корицата). Жолтите стрелки ги покажуваат соседните галаксии M60 и M87 кои се надвор од сликата. Сините и црвените контури покажуваат региони со еднаква осветленост измерени со GALEX и VESTIGE, соодветно. Во белиот круг се наоѓа гасовитиот облак за кој се сметало дека е речиси темна галаксија, наречен AGC226178. Зелената контура покажува место каде се очекуваат плимни сили од галаксијата. Сликата е преземена од трудот на Џунаис, Боасие, Босели и нивните соработници (Junais, Boissier, Boselli, et al. 2021)[4]

За време на анализа на повеќе ултрадифузни галаксии, вклучувајќи ги и оние со ниска површинска осветленост, тимот на VESTIGE дојде до интересно откритие: нова ултрадифузна галаксија со низок степен на ѕвездообразба, именувана NGVS 3543, според положбата во прегледот NGVS (споменат погоре), обиколена со компактни зони на ѕвездообразба на растојание од околу 5 килопарсека, распоредени во облак од водороден гас (кој бил и претходно детектиран). Масата на овој облак е околу 10^7 Сончеви маси, а претходно се сметало дека е т.н. речиси темна галаксија.

Гасот во кој се формирани овие зони е исфрлен од галаксијата NGVS 3543 за време на настан на силно взаимодействие со околината, кој се случил пред околу 200 милиони години. Зоните на ѕвездообразба се формирале некое време по настанот, пред околу 20 милиони години, па како последица имаат значително посина боја (младите ѕвезди зрачат повеќе во синиот дел од спектарот). Нивните ѕвездени маси (маса содржана во ѕвездите, исклучувајќи ги околните гас и прашина) се околу 1000 Сончеви маси.

Податоците добиени за овој систем придонесуваат кон подобрување на теоријата на создавање и еволуција на ваквите системи кои вклучуваат ултрадифузни галаксии со низок степен на ѕвездообразба. Пред настанот на силно взаимодействие од околината, галаксијата NGVS 3543 имала поголема брзина на оформување на ѕвезди, бидејќи имала поголемо количество гас. Резултатот на взаимодействието е ваквата конфигурација на системот: губење на гасот од галаксијата, па создавање зони на ѕвездообразба во дел од изгубениот гас.

Ова најново откритие го покажува токму она што е целта на прегледот VESTIGE, а тоа е определување на влијанието на околината врз една галаксија. Очигледно е дека влијанието на околината не може да се занемари и тоа особено кога се изучуваат галаксии сместени во галактички јата. Затоа, благодарение на овие нови податоци, како и макотрпната работа на научниците вклучени во проектот, почнуваме полека, настан по настан, да откриваме работи за галаксиите кои би било невозможно да ги откриеме само преку набљудување на поединечни галаксии. Иако има уште време до неговото комплетирање, VESTIGE веќе го има најдено своето место во астрономската заедница, па може да очекуваме уште интересни резултати во иднина.

e-mail: bogdanoska.jana@gmail.com

Напомена: Авторот е асистент на Институтот за физика на Природно-математичкиот факултет во Скопје. Во моментот е на докторски студии во Лабораторијата за астрофизика при Универзитетот во Марсеј, Франција.

Литература и извори

- [1] Boselli, Fossati, Ferrarese, et al.: A Virgo Environmental Survey Tracing Ionised Gas Emission (VESTIGE). I. Introduction to the survey, 2018, A&A, 614, 56
- [2] Boselli, Fossati, Cuillandre, et al.: A Virgo Environmental Survey Tracing Ionised Gas Emission (VESTIGE).III. Star formation in the stripped gas of NGC 4254, 2018, A&A, 615, 114
- [3] Boselli, Fossati, Consolandi, et al.: A Virgo Environmental Survey Tracing Ionised Gas Emission (VESTIGE).IV. A tail of ionised gas in the merger remnant NGC 4424, 2018, A&A, 620, 164
- [4] Junais, Boissier, Boselli, et al.: A Virgo Environmental Survey Tracing Ionised Gas Emission (VESTIGE).X. Formation of a red ultra-diffuse galaxy and an "almost dark" galaxy during a ram-pressure stripping event, 2021, A&A (доставен)
- [5] <https://mission.lam.fr/vestige/index.html>
- [6] <https://www.cfht.hawaii.edu/>
- [7] [https://mk.wikipedia.org/wiki/Девица_\(јато\)](https://mk.wikipedia.org/wiki/Девица_(јато))

ВСЕЛЕНАТА КАКО ХОЛОГРАМ

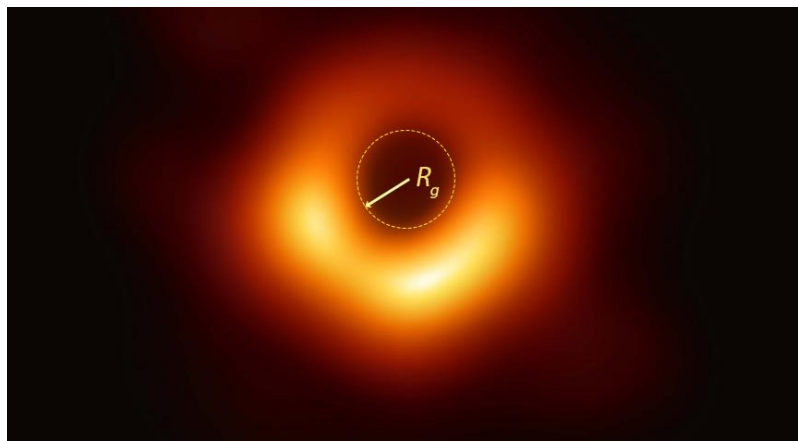
Наце Стојанов

Вовед

Што е информација? Како таа се создава, пренесува и дали може да се изгуби? Еден од начините да се одговори на овие прашања е поврзан со најзагадочните објекти во вселената - црните јами. Неможноста од директно експериментирање со црните јами значи дека треба да направиме некој аналог, модел или компјутерска симулација, а точноста на резултатите директно ќе зависат од моделот.

За почеток, да одговориме на прашањето што е црна јама? Вообичаено, се вели дека тоа е област од простор-временскиот континуум или вселената од кој гравитацијата не дозволува да излезе ништо, што значи и светлината. Затоа и овие објекти се „црни“.

Секоја црна јама се карактеризира со сингуларитет и хоризонтот на настани, слика 1.



Сл. 1. Гравитационен радиус на црна јама.

Хоризонтот на настани е сферна површина, или лушпа, која зафаќа определен дел од просторот. Големината на хоризонт на настани се определува со соодветниот гравитационен или Шварцшилдов радиус:

$$R_g = \frac{2M\gamma}{c^2},$$

каде што M е маса на телото, γ е гравитациона константа а c е брзина на светлината. На пример, за нашето Сонце $R_{gS} = 2.95 \text{ km}$ додека за Земјата е само $R_{gZ} = 8.87 \text{ mm}$.

Црните јами настануваат како резултат на гравитациониот колапс или собирање на определено (минимално) количество материја што според теориските предвидувања изнесува 1,4 маси на Сонцето и е наречено граница на Чандрасекар. Имајќи предвид дека постои уверување дека материјата што навлегува во црна јама се деградира, се поставува прашањето што станува со информациите за материјата што навлегува во црната јама?

За да одговориме на ова прашање најпрво да видиме што е информација? Информација е количество на податоци што се содржат во едно множество од елементи. Притоа, елементи може да бидат атоми, молекули, ѕвезди или галаксии, но и зборови, броеви итн. Значи, информацијата може да ја разгледуваме како физичка величина, а нејзина единица мерка е бит (bit).

На пример, да определиме колку информации има во реченицата: *Масата на едно тело е 0.5 kg*. Одговорот зависи од тоа што не интересира во оваа реченица. Доколку е тоа количеството на карактери или бројки и букви што се содржат во неа, одговорот ќе зависи од тоа со колку бита се опишува еден карактер. Во нашиов случај, имаме $m=22$ карактери, не водејќи сметка за празните места, па ако претпоставиме дека секој карактер се опишува со $n=8 \text{ bit} = 1 \text{ byte}$, тогаш информацијата што ја носи нашата реченица содржи 176 bit.

Во општ случај, информацијата е поврзана со повеќе честичните системи или множества, па затоа најприродно е да се изучува со помош на статистичка и квантна физика.

За изучување на термодинамичките карактеристики на системите се користат и четирите закони на термодинамика.

➤ **Нулти закон** на термодинамиката ја воведува температурата како параметар кој ја карактеризира рамнотежната состојба на системите.

➤ **Првиот закон** на термодинамиката е аналог на законот за запазување на механичката енергија, но во областа на термодинамиката.

➤ **Вториот закон** на термодинамиката ни покажува дека ентропијата на изолиран систем е растечка функција.

➤ **Третиот закон** на термодинамиката покажува дека при асимптотско приближување кон апсолутната нула, ентропијата на системот тежи кон минимална нулта вредносткоја не е нула.

Притоа, важно е да напоменеме дека нумерирањето на овие закони е направено според нивната важност.

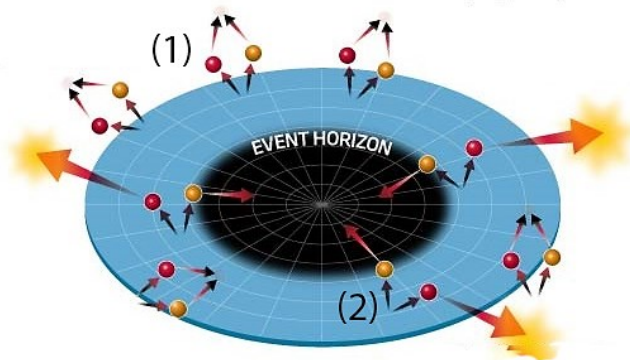
Според некои авторитети во физиката [1], би можел да постои еден закон кој е поважен од сите останати, па затоа е наречен:

➤ **Минус прв закон** (МПЗ), според кој битовите на информациите се неуништиви! Ова значи дека тие може да се направат, трансферираат, но никогаш не можат да се уништат или исчезнат. Ова се однесува и за црните јами!

За да го појасниме, да видиме што се случува кога ќе избришеме некоја информација од компјутер? Одговорот е едноставен и гласи: информацијата не може да се избрише туку само може на некој начин да се трансферира или пренесе во околината! Притоа, бришењето на информацијата (egase) значи трансфер на топлина од компјутерот (HDD) во околината. Ова ни кажува дека при бришење на информации се ослободува топлина, па компјутерот како целина мора да се лади. Оваа дополнителна топлина не треба да се споредува со топлината што се ослободува при работата на електронските елементи кога не се бришат информации.

Бришењето на информациите во суштина значи трансфер на битови од информација во битови на топлинска енергија, што доведува до загревање на околината, слично како и енергијата? Но дали е така и во непосредна околина на црните јами?

Одговорот на оваа дилема започнал да се формира со откритието на С. Хокинг во 1976 година со кое покажал дека црните јами „испаруваат“ што значи дека се намалуваат со текот на времето а после доволно долго време може и да исчезнат. Ова намалување на црните јами се должи на т.н. Хокингово зрачење кое е квантно механички ефект на емисии на разни честички од непосредната околина на хоризонтот на настани (види слика 2).



Сл. 2. Хокингово зрачење од црна јама.

Оваа идеја на Хокинг во суштина е конзистентна со квантната механика, но може да се каже дека довела до отворање на „Пандорина

кутија“ на нови идеи за основите на физиката што ќе направат големи потреси. Накратко, може да се каже дека таа донела повеќе проблеми отколку одговори.

Во квантната механика е познат ефектот на креација или создавање на пар честичка-античестичка од фотон со определена енергија. Тоа значи дека при доволно високи енергии може да се формира било кој пар на честичка и античестичка, на пример: електрон-позитрон, протон-антипротон итн. Имајќи го ова во предвид, може да заклучиме дека во непосредна околина на хоризонт на настанисе можни два случаи означени на слика 2 како (1) и (2).

Доколку парот се формира на безбедно растојание од хоризонтот на настани, случај (1), тогаш тој моментално се анихилира или уништува и се претвора во енергија или фотон. Би рекле дека тоа не е ништо посебно. Но, ако парот честичка-античестичка се формира така да едниот партнер е вон хоризонтот на настани, а другиот внатре во хоризонтот на настани, случај (2), тогаш едната честичка се губи а другата се зрачи во вселената како Хокингово зрачење. Ова е механизмот со кој црната јама континуирано се намалува т.е. испарува во вселената.

Конфликт на принципи

Сега се поставува прашањето: што станува со материјата и нејзините информации, имајќи предвид дека таа може постојано да се намалува? Каде се битовите за информациите на материјата затоа што од една страна, според Хокинг, црната јама ги брише сите информации, а од друга страна го имаме МПЗ кој вели дека битовите се неуништиви? Оваа дилема е позната како парадокс за информации и е резултат на конфликтот на принципите на еквиваленција и конзервација на информации, а неговото решавање трае повеќе децении.

Имало повеќе идеи за тоа како може да се разреши овој парадокс, но треба да имаме предвид дека сите тие имаат помалку или повеќе недостатоци, а причина за тоа може да биде недоволниот развој на теоријата за квантна гравитација според која треба да се воспостави единство на општата теорија на релативност и квантна механика на атомско ниво.

Во овој случај, како можност за разрешување на конфликтот на принципи ќе зборувам за идејата на Сускинд позната како комплементарност на настани во црни јами. Идејата е базирана на комплементарноста на парови од физички величини во квантната механика, како што се: позицијата и импулсот, енергијата и времето итн. Во овој случај, како комплементарни величини се јавуваат

внатрешноста и надворешноста на црните јами (слика 2). Во принцип ова значи дека неможеме истовремено или со иста точност да ги определиме настаните надвор и внатре во црната јама затоа што тие се две комплементарни величини! Како и да е, со оваа идеја се отвора патот да се зборува и за внатрешноста на црните јами.

Од претходно кажаното, произлегува дека надворешноста и внатрешноста на црните јама се комплементарни величини, па затоа за еден настан, на пример „паѓање“ на тело во црна јама, можни се две сценарија или вистини!

C1: ако координатниот систем (КС) е поврзан со телото, тогаш при поминување низ хоризонт на настани со телото не се случува ништо се додека не се достигне сингуларноста. Тоа е така затоа што не постои можност информациите за случувањата од внатрешноста на црната јама да излезат од неа. Црните јами се екстеритории на нашата вселена.

C2: ако КС е поврзан со набљудувач на безбедно растојание од хоризонт на настани, тогаш штом телото се најде во непосредна близина на хоризонт на настани тоа се термализира и исчезнува, а информациите за него се враќаат во вселената преку зрачење.

Значи, точно е дека има две вистини за еден настан, но од нив може да се реализира само една, токму заради фактот што тоа се комплементарни величини. Да се потсетиме: ако едната комплементарна величина ја определиме точно, за другата не знаеме ништо. Значи, овој природ ни покажува дека нема конфликт на принципи а со тоа и парадокс на информации!

Ентропија и информации

Сега да видиме што преставува ентропијата S од гледна точка на теоријата на информации. За таа цел, да разгледаме една када со топла вода прикажана на слика 3. Се прашуваме, колку вкупно информации има кадата со вода, и колку информации, ни се потребни за да одлучиме, на пример, дали да влеземе во кадата а притоа да не се изгориме?

Во суштина, за таа одлука ни требаат две информации: колку вода V има во кадата и колкава е температурата на водата T . Но во кадата со топла вода има многу повеќе информации кои што се поврзани со структурата на водата и не се директно видливи од проста причина што станува збор за голем број мали објекти/атоми. На пример, колкава е брзината на поединечните молекули на вода, која е нивната позиција итн., па затоа се вели дека тоа се „скриени

информации“. Во тој контекст, ентропијата се дефинира како *количество на скриени информации во еден систем.*



Сл. 3. Количество на информации во када со топла вода.

Џејкоб Бекенштајн во 1972 година покажал дека црните јами имаат ентропија, што значи дека имаат и скриени информации. Познато е дека ентропијата во термодинамиката зависи од волуменот и температурата, но тој покажал дека ентропијата на црните јами зависи од површината на хоризонт на настани на црната јама или:

$$S_j = \frac{A_j}{a} = \frac{4\pi R^2}{a},$$

каде што $a \approx 10^{-66} \text{cm}^2$, додека R радиус на хоризонт на настани на црната јама.

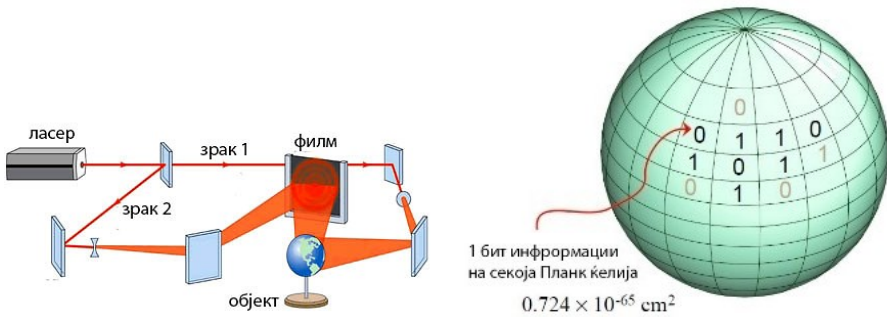
Според тоа, може да заклучиме дека за да се случи емисија на честички од црна јама потребна е енергија, а таа енергија потекнува од ентропијата на црната јама лоцирана на хоризонт на настани. Штом има ентропија, значи дека црната јама има и информации со определена количина на битови! Затоа може да се каже дека хоризонт на настани на црните јами е еден вид на жешка „супа“ од битови. Температурата на жешката супа се проценува на фантастични 10^{33}K .

Холографски принцип

Ентропијата ни дава друг поглед на претходно споменатите комплементарни настани. Според S_1 , настаните се случуваат во 3Д простор и би рекле дека тука нема ништо чудно. Но, според S_2 , настаните се случуваат во 2Д просторот на површината на хоризонт на настани.

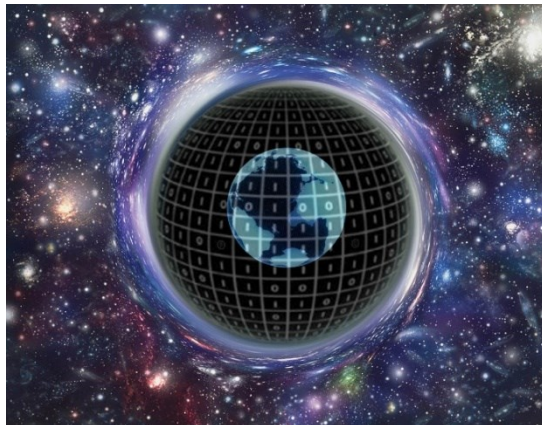
За да го појасниме ова, да се потсетиме дека фотографијата или која било уметничка слика претставува 2Д проекција на 3Д настани, односно информациите за настаните од реалниот свет се „компри-

мираат“ на 2Д медиум, а тоа е филм или платно. При набљудување на 2Д проекции на реалните настани во нашиот мозок виртуелно се рекреираат 3Д настаните, па затоа имаме чувство дека гледаме реален 3Д настан. Овој факт е искористен и кај холографскиот принцип (слика 4), според кој површината на хоризонт на настани на црните јами може да се интерпретира како холограмски филм кој содржи компримирани информации за се што содржи или паднало во црната јама.



Сл. 4. Холографски принцип. Црна јама како холограм.

Според тоа, самата црна јама е холограм од компримирани информации со две интерпретации. Според С2, надворешен набљудувач може да види компримирана 2Д слика настаните во непосредна околина на црната јама, види слика 1, а според С1, во внатрешноста на хоризонт на настани може да се проектира холограмска 3Д слика на настаните од надворешноста.

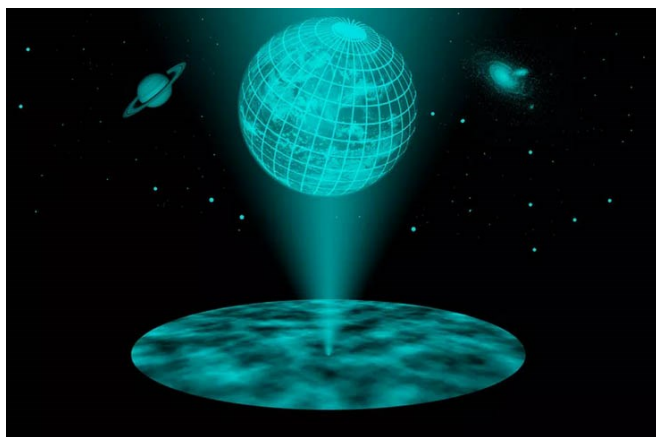


Сл. 5. Црна јама како холограм.

Ако заклучокот од С2 сценариото го воопштиме на вселената како целина, може да кажеме дека нашата вселена е холограм (види слика 6).

Разликата е во тоа што хоризонт на настаниза вселената, наречен космички хоризонт, е динамичка величина која постојано се зголемува заради експанзијата на вселената предизвикана од темната енергија.

Како последица, логична е и претпоставката за постоењето на мултиверзум, но секако, тоа е само претпоставка поради неможноста за комуникација со другите вселени бидејќи, засега, не се познати физички закони или принципи како тоа да се направи.



Сл. 6. Вселената како холограм.

Но да видиме дали сепак нешто знаеме за тоа што има надвор од космичкиот хоризонт. За таа цел, најпрвоќе дефинираме дека космичкиот хоризонт е површината што ја зафаќа областа/ волуменот со сите објекти што некогаш ќе ги видиме во нашата вселена. Според тоа, пресметките покажуваат дека надворешнста е барем 10^3 пати поголема во волумен од волуменот на космичкиот хоризонт. Во тој простор може да постои некаква материја за која ние не знаеме ништо, а прашање е дали и како може да се открие нејзиното постоење. Но, идеите за тоа се во развој и припаѓаат во групата на неодговорени „големи прашања“.

e-mail: nacestoj@gmail.com

Напомена: Авторот е редовен професор на Институтот за физика при Природно-математичкиот факултет во Скопје.

Литература и извори

- [1] <https://www.youtube.com/watch?v=HnETCBOlzJs>
- [2] J.D. Bekenstein, Information in the holographic universe, Scientific American, 2003.

МЕХАНИЗМОТ НА АНТИКИТЕРА

Науме Шентевски

Механизмот на Антикитера е најстариот познат научен инструмент. Овој механизам се користел како астрономски компјутер со димензии 32 x 22 x 5 cm и е дизајниран од античките грчки астрономи кои во него ги внеле своите искуства и знаења од полето на астрономијата, математиката, физиката и инженерингот. Создаден е во хеленистичкиот период, 150 – 100 години п.н.е. Откритието на овој артефакт е едно од најголемите откритија на глобално ниво бидејќи докажува дека луѓето во тоа време поседувале механички конструиран модел на вселената. Исто така, тој сведочи за долгата историја на технологијата и минијатуризација бидејќи во неговата градба влегуваат делови чии димензии се од редот на 0,1 mm.



Сл.1. Механизмот на Антикитера

Механизмот може да се користи како календарски, компјутерски, метеоролошки, едукационен и картографски уред и претставува олицетворение на грчката филозофија за природните феномени бидејќи ја моделира природата користејќи ја математиката. Таквиот начин на моделирање е резултат на

Питагорината доктрина која тврди дека природата е диктирана од броевите.

Дизајнот на овој уред содржи триесеттина внимателно дизајнирани бронзени запченици со триаголни запци. Секој запченик има своја улога во специфичната математичка задача која му овозможува на корисникот да ги пронајде позициите на астрономските објекти на небото. Големините на запчениците се дизајнирани да го минимизираат триењето и да имаат соодветна издржливост. Материјалите што се користеле за изградбата на артефактот се бронза и разни легури на бакар со калај и мали количини на олово. Плочите на кои е испишан текстот се направени од помек материјал. Дизајнот на овој систем е неверојатен од аспект на степенот на минијатуризација и комплексност на неговите делови. Технологијата што влегува во него може да се споредува со таа од 14 век. Постојат дебати дали овој инструмент имал индикатори за позициите на сите пет планети познати во тоа време бидејќи подсистемот одговорен за движењето на планетите не преживеал. Сепак е многу веројатно дека таквиот систем постоел затоа што движењето на планетите е опишано во упатството на артефактот.

Предната страна на инструментот служела да ја прикаже позицијата на небесните тела на еклиптиката. Ваквиот приказ не зависи од тоа дали ќе се користи хелиоцентричниот или геоцентричниот поглед на универзумот бидејќи резултатите од пресметките во рамките на двете теории се исти. На кратко, механизмот може : да ја покаже позицијата на сонцето и на месечината (вклучувајќи ги и нејзините фази), да ги предвиди затемнувањата на сонцето и месечината, како и да ги даде датите на важните грчки фестивали.

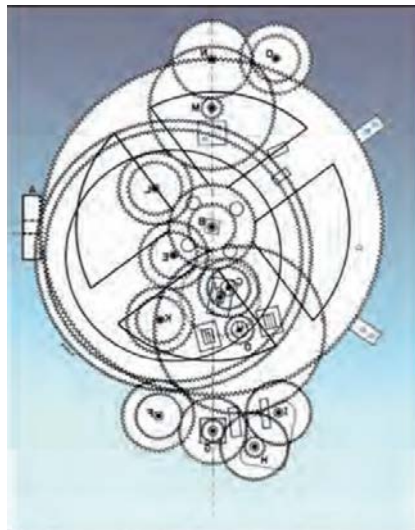
Пронаоѓање и проучување на Механизмот на Антикитера

Овој извонреден инструмент се наоѓа во Националниот Археолошки Музеј на Атина, заедно со други артефакти кои биле пронајдени на место на бродолом кој најверојатно се случил помеѓу 80 – 60 г. п.н.е. Бродот бил полн со грчки богатства и бил на пат за Рим. Помеѓу големиот број на артефакти, пронајдени на местото на бродоломот, бил и чуден објект што наликувал на часовник и бил прекриен со морски организми. Некои од нуркачите и археолозите сметале дека тој објект е всушност стар часовник што случајно паднал на местото на бродоломот од друг брод. Со подетална анализа

откриле дека на него пишува “сончев зрак” (HELIOU AKTIS на грчки). Ова докажало дека станува збор за антички астрономски инструмент.

Со првите анализи (направени во периодите од 1902 – 1910 г и 1925 – 1930 година), било очигледно дека станува збор за инструмент, далеку пософистициран од било кој друг инструмент од тоа време. Од овие истражувања произлегле многу детални модели на инструментот вклучувајќи ја и можноста истиот да ги предвидува и позициите на планетите. Голем напредок во разбирањето на начинот на работа на механизмот бил направен со користење на современи техники на анализа.

Современите студии на овој артефакт биле направени на Универзитетот во Велс, Кардиф, Универзитетот Аристотел, Солун и Националниот Универзитет, Атина. Врз механизмот биле направени нови анализи со користење томографски 3Д техники, што довело до неверојатни резултати и сознанија. Било откриено дека овој инструмент претставува калкулатор кој нема никаква конкуренција во комплексноста дури во наредните 1000 години и е предок на сите типови механички часовници. Во неговата конструкција влегуваат над 30 запченици, на секој од нив има од 15 до 225 запци.



Сл. 2. Модел на Механизмот на Антикитера

Откриено е и дека механизмот ги предвидува затемнувањата на сонцето и месечината и многу реалистично го моделира движењето на месечината. Месечината во механизмот се движи со променлива брзина околу Земјата, следејќи го, во добра апроксимација, вториот Кеплеров закон.

Од античката литература се знае дека Хипарх (190 – 120 п.н.е) и други астрономи знаеле за променливата брзина на Месечината во текот на месецот и за ексцентрицитетот на нејзината орбита околу Земјата. Во механизмот, променливата брзина на Месечината е реализирана со комплексни шеми на запченици за кои се знаело уште од првите студии, но немало објаснување за нивната улога.



Сл. 3. 3Д фотографии со компјутерска обработка на која е отстранета корозијата со помош на математички и оптички техники

Моделирањето на движењето на Месечината е базирано на математички методи на сферна тригонометрија за која се верува дека била развиена од Хипарх, иако можно е таа идеја да го предатира истиот. Синусоидалната варијација на брзината на Месечината е постигната со прецизна поставеност на запчениците под одредени агли.



Сл. 4. Бронзен модел на Механизмот на Антикитера сместен во Националниот Археолошки Музеј, Атина

Се уште е голема мистеријата кој бил античкиот астроном што го дизајнирал овој механизам. Се знае дека Архимед конструирал два слични инструменти, како што е неговиот астрономски часовник за кој се знае од неколку арапски записи. Се мисли дека мерењата за

конструкцијата на овој механизам биле направени во Сиракуза, Сицилија во времето на Архимед. Астрономските инструменти конструирани од Архимед во тоа време се користеле за мерење на аголниот дијаметар на некои небесни објекти. Архимед имал и своја филозофска школа која продолжила да прави астрономски мерења и по неговата смрт. Постои теорија дека неговите студенти ги пратиле резултатите од мерењата на другите астрономи и некој од нив, можеби Хипарх, го конструирал Механизмот на Антикитера.

Автоматизирани механизми за моделирање на природните феномени

Луѓето во античкото време знаеле дека ништо во природата не е случајно. Во раната историја на човештвото, сите феномени на природата првенствено им биле препишани на боговите. Верувањето дека со универзумот управуваат семоќни суштества траело се до сфаќањето дека во природата постои каузалност и природен закон. Со набљудување на ѕвездите се знаело дека нивните траектории се кругови и покажуваат регуларности во нивното движење. Иако движењето на сонцето, месечината и планетите на небото навидум не покажуваат вакви регуларности сепак кај нив се откриле некакви периодичности, шеми и циклуси. Со мерењето на овие циклуси евентуално се отворила можност за предвидување на феномените поврзани со небесните објекти.

Инструментите од типот на Механизмот на Антикитера го претставуваат почетокот на човековото моделирање на природата. Првите чекори за моделирање биле направени со месечината. Проучувањето на циклусите на месечината и употребата на тоа знаење за создавање на календари игра голема улога во развитокот на науката во антиката. Месечината има многу сложена патека на небото, нејзиното движење е многу брзо а големината на нејзината брзина варира во зависност од тоа на која далечина од Земјата се наоѓа. И покрај овие факти, античките астрономи успеале да забележат регуларности во движењето на Месечината и да ги предвидат нејзините затемнувања.

Според некои антички книги и белешки од Аристотел и Херон од Александрија, астрономите од тоа време користеле најразлични цилиндри и запченици за да прават автоматизирани движења. Античките грци користеле кругови и сфери за да ги моделираат природните феномени, на сличен начин денес тоа се прави со со моќни математички алатки, на пример, Фурие анализа или сферните хармоници. Користејќи ги овие техники на кругови и сфери,

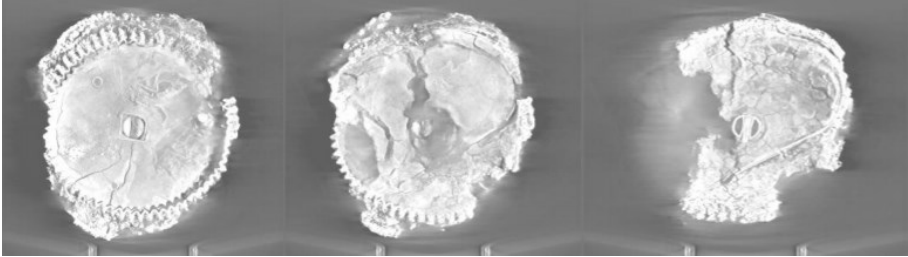
античките астрономи можеле да извршат сложени геометриски калкулации користејќи автоматизирани механизми и тоа е причината зошто истите биле опседнати со користењето на кругови во нивните математички конструкции и модели. Потоа, тие математички модели можеле да ги преведат на некакви механички движења и со тоа да конструираат механички модели кои ќе може да ги извршат соодветните математички операции и да ги моделираат природните феномени, на пример позицијата или фазата на месечината. Затоа создавањето на запчениците е голем триумф за тогашната наука. Во античкото време наместо запченици се користеле и цилиндри прекриени со кожа за да има поголемо триење кое дозволува еден ротирачки цилиндар да предизвика ротирање на друг цилиндар. Низ вековите на овие цилиндри им биле ставани дрвени запци што на крај кулминирало со создавање на цврсти бронзени запченици.

Зошто се важни календарите и познавањето на астрономијата

Уште од раната праисторија, луѓето знаеле дека нивните животи зависат од храната што ќе ја соберат преку лов, риболов или земјоделие. Овие активности зависат од големината на денот, позицијата на сонцето и фазите на месечината. Ова довело до развивање на календари поврзани со сонцето, користени во земјоделието и календари поврзани со месечината за лов и риболов. Бргу станало јасно дека за создавање на добар календар е потребна комплексна математика за поврзување на небесните тела со месеците и годините на Земјата. За овие луѓе, планетите биле корисни механизми за мерење на времето, а од исклучителна важност била Венера бидејќи е една од најсветлите објекти на небото и има неколку карактеристични периоди при движењето на небесната сфера. Пет синодични периоди (времето за кое планетите се појавуваат на истата позиција на небото, гледано од Земјата) на Венера се еднакви на 8 години (99 месеци според античките календари). Затоа Венера била многу корисна планета за набљудување и мерење на 8 годишниот циклус на календарот. Вака добиените календари биле користени од многу цивилизации низ времето. Венера исто така е поврзана со жената и бременоста бидејќи периодот помеѓу две нејзини фази околу Сонцето е еднаков на 9 месеци, еднакво со периодот на бременоста кај жените.

Способноста да се набљудува небото и да се користат тие податоци за да се планираат важни активности како што се морските

патувања, ловот, земјоделието итн, им дала голема моќ и привилегија на оние кои можеле тоа да го реализираат. Точното предвидување на астрономските феномени предизвикувало восхит и почит во античкиот период. Прочувањето на небото станало уште поважно со верувањата на некои општества дека нивните животи се под влијание на астрономските феномени.



Сл. 5. Механизмот задолжен за симулирање на движењето на планетите

Други посебно важни појави за античките народи биле затемнувањата бидејќи предизвикувале страв кај луѓето кога сонцето ќе исчезнело од небото. Мотивацијата за проучување на затемнувањата биле верувањата дека тие се предзнак за несреќа. Овие верувања биле толку моќни што на неколку наврати го промениле текот на историјата. Сегашноста можеби ќе беше сосема различна доколку Атињаните не се плашеле од месечевите затемнувања и тоа не навело да се воздржат од напад врз Спартанците и Пелопонезите, додека пак пелопонезите биле поучени од нивните астрономи дека затемнувањето на месечината е само природен феномен, што било клучен фактор во извојуваната победа над Атињаните.

Функции на Механизмот на Антикитера

Механизмот работи со прецизно изработени запченици направени од бронза. Овие делови извршуваат одредени математички операции како што се движат околу своите оски. На предната страна на инструментот, на две концентрични скали се прикажани:

- Позицијата на сонцето во текот на годината, прикажано со стрелка на која на врвот има мала златна сфера.
- Локацијата и фазата на месечината во текот на месецот со мала сребрена сфера што ротира околу две оски.

Двете концентрични сфери кои се наоѓаат на оваа страна го претставуваат движењето на сонцето по еклиптиката. Надворешната скала е означена со 365 дена во согласност со египетскиот календар. На внатрешната скала се претставени грчките симболи на Зодијакот. Позицијата на сонцето на еклиптиката се однесува на датумот во годината. Орбитите на месечината и петте планети што им биле познати на астрономите од тоа време се доволно блиску до еклиптиката така што на истите скали се претставени и тие.

Подеталните истражувања покажале дека покрај позицијата на Месечината на небото во механизмот биле вклучени и нејзините фази. Причина за ваквото тврдење е откритието дека на стрелката за месечината се наоѓа мала сфера, половина црна и половина бела, што ротира и на тој начин ја покажува фазата на месечината (прва четвртина, полна, трета четвртина и млада) графички. Инструментот веројатно имал и стрелки за позицијата на планетите. Од античките текстови, знаеме дека стрелките биле правени од скапоцени камења и ја покажувале позицијата на планетите со променлива брзина на реалистичен начин.

На другата страна на инструментот, на четири комплексни календари биле прикажани:

- Сончевите и затемнувањата на месечината, базирани на: период од 223 месеци (на спирална скала) и период од 54 години (на мала циркуларна скала).
- Појавувањето на месечината со иста фаза на иста локација на небото.
- Датите на важните грчки фестивали.

Други важни функции биле:

- Метеоролошки предвидувања
- Планирање на земјоделски активности
- Едукациона функција
- Инструментот е импресивен и скап објект кој може да се користи за да се добие почит од непријателите бидејќи во тоа време науката била на исто рамниште со магијата
- Може да се користи за да се измери географската ширина на корисникот на инструментот
- Корисен инструмент за картографија и навигација.

Исто така скоро е сигурно дека инструментот имал и планетариум, а на него постојат многу записи поврзани со имињата на планетите.

На овој антички инструмент е впишано упатство на користење со прецизни инструкции, исто како што и денешните инструменти и компјутери доаѓаат со инструкции за користење. Упатството содржи механички и астрономски дел. Инструкциите се напишани на слободните места на површината на инструментот. Упатството содржи голем број на астрономски термини посебно во врска со движењето на планетите и нивните стационарни точки набљудувани од Земјата. На него се испишани периодичностите на небесните тела и законите на физиката кои ги водат истите а ги користел креаторот на инструментот. Постојат индикации дека се опишани инструкции за правење на астрономски мерења како што се висините на небесните тела, аголната оддалеченост на месечината од некоја звезда на небото, а може да се искористи и за позиционирање на набљудувачот.

Во античката литература постојат белешки за неколку слични инструменти. Фактот дека механизмот доаѓа со инструкции укажува дека не е единствениот произведен од дизајнерот. Веројатно постоеле поедноставни, а истовремено и посложени типови на вакви конструкции, евтините дизајни биле градени од дрво, додека пак скапите од злато и скапоцени камења.

Причините за одредената непрецизност не се грешките во дизајнот туку во несигурностите што произлегуваат од тогашната теорија на небесните тела. Како втор фактор кој влијае врз точноста е механичката прецизност. Поради рачната изработка на запчениците и триењето меѓу нив, неизбежен е одреден степен на “несигурност” во предвидувањата на позициите на небесните тела. Додека механизмот има свои несовершености кога станува збор за неговата прецизност, важно е да се напомене дека потребната технологија имплементирана во калкулациите на елиптичните патеки на планетите и ретроградното движење на месечината и Марс реализирана со запченици ги предатира сите часовници изградени во антиката со повеќе од 1000 години. Архимедовите придонеси за приближната вредност на бројот π и неговите теории за центри на гравитации сугерираат дека астрономите од тоа време имале доволна математичка основа за изградба на ваков модел.

Делата напишани од големиот математичар Архимед како и упатствата што се јавуваат на ваквите инструменти од антиката се од голема вредност за сите математичари, астрономи, физичари и филозофи затоа што претставуваат наследство од антиката што сведочи за технолошкиот развој на човештвото. Користењето на ваквиот тип на механички модели на природата за едукациони цели е многу корисно бидејќи претставува добар пример за спој на многу научни дисциплини во една целина. Секој човек кој е заинтересиран

за астрономските примени на овој механизам бргу ќе открие дека неговата примена може да се прошири и во математиката и во физиката. Практичната реализација на ваквите инструменти е само потврда на фактот дека во темелите на астрономијата лежи математиката. Тогашните едукатори можеле да го користат инструментот за да покажат што претставува научното моделирање на природата и да ја откријат убавината на математиката. Дури и денес, 2000 години од неговото создавање, Механизмот на Антикитера се користи за едукациони цели така што е презентираан како првиот модел на компјутер на многу презентации во светот.

Слични механизми во античката литература

Во делото на Цицерон „Република“, филозофски дијалог од 1 век п.н.е се споменуваат две машини кои некои аналитичари ги сметаат за некакви типови на планетариуми кои ги предвидуваат движењата на сонцето, месечината и петте познати планети во тоа време. И двете машини биле изградени од Архимед, но биле донесени во Рим од римските генерали по смртта на Архимед во опсадата на Сиракуза во 212 п.н.е. Во тоа време Архимед бил многу почитуван математичар и една од неговите машини била задржана лично од римскиот генерал, а другата била донирана во некој храм. Според описот на Цицерон, надворешниот изглед на машината не бил восхитувачки но кога му била објасната композицијата и начинот на работа на инструментот тој добил впечаток дека сицилијанскиот математичар бил најинтелигентното суштество на планетата. Според некои антички писатели, Архимед бил автор на неколку текстови (изгубени во денешно време) што се однесуваат на конструкцијата на ваквиот тип на машини. Текстовите, пронајдени во библиотеката на Александрија, опишуваат многу негови креации, а некои содржат и едноставни цртежи. Еден таков пример е неговиот одомертар, дизајн што подоцна го користеле Римјаните. Иако цртежите во тие текстови изгледаат функционални, сите обиди практично да се реализираат биле безуспешни, но доколку скицираните запченици, кои биле со правоаголни запци, се заменат со типот на запченици што се користат во Механизмот на Антикитера, кои биле триаголни, моделите може да се конструираат и да функционираат.

Ако записите на Цицерон се точни, тогаш технологијата за конструкција на ваков тип на машини постоела уште од 3 век п.н.е. Веројатноста дека една од машините опишани од Цицерон е токму Механизмот на Антикитера е многу мала бидејќи тие машини биле

лоцирани во Рим 30 години по времето на бродоломот во кој е пронајден.

Софистицираноста на Механизмот на Антикитера наведува дека овој инструмент не бил единствениот од тој тип туку постоела една цела грчка античка традиција на конструкција на комплексна механичка технологија која подоцна била пренесена во Византија и во исламскиот свет.

e-mail: sentevskinaume@gmail.com

Напомена: Авторот е дипломиран физичар, насока астрономија и астрофизика на Природно-математичкиот факултет во Скопје.

Литература и извори

- [1] Antikythera mechanism, Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Antikythera_mechanism
- [2] Tony Freeth. (2002). University College London, *The Antikythera Mechanism: Challenging the Classic Research*, www.researchgate.net/publication/The_Antikythera_Mechanism_Challenging_the_Classic_Research
- [3] Wright, M.T. (2005). *The Antikythera mechanism: a new gearing scheme*, Bulletin of the Scientific Instrument Society
- [4] Wright, M.T. (2005). *Epicyclic gearing and the Antikythera mechanism*, Antiquarian Horology
- [5] Xenophon Moussas.(2011). National and Kapodistrian University of Athens, *The Antikythera Mechanism* <https://www.researchgate.net/publication/279379634>
- [6] Zafeiropoulou M., Mitropoulos. (2009). *The Antikythera shipwreck, the treasure and the fragments of the Mechanism*, XXIII International Congress of History of Science and Technology, Ideas and Instruments in Social Context, Budapest University of Technology and Economics

НЕРЕШЕНИТЕ ПРОБЛЕМИ ВО АСТРОНОМИЈАТА И АСТРОФИЗИКАТА

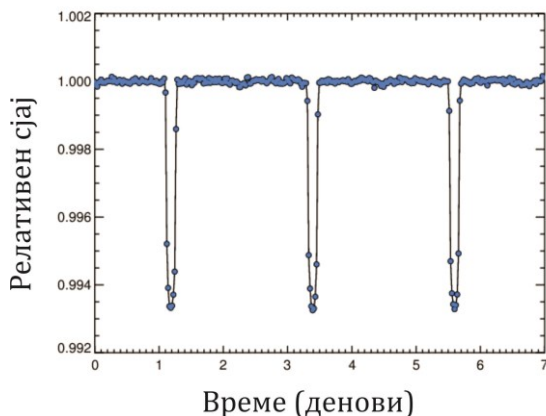
Моника Пешевска и Александар Ѓурчиновски

Несомнено е дека развојот на науката и технологијата во последните години се случува забрзано. Забрзаниот развој придонел да се испратат вселенски летала и надвор од Сончевиот систем, да се открие структурата на атомското јадро, да се добијат помногубројни и посуштински информации за самата Вселена. Но, и покрај значајниот напредок науката сè уште нема дадено одговор на голем број прашања и проблеми кои постојат во повеќе области како што се: космологијата, свездената астрономија, галактичката астрономија и други. Некои од овие проблеми се технички, па тие би можеле да се решат во иднина со развивање на нови математички методи како и со развојот на компјутерите. Други проблеми се суштински и за нивно решавање е неопходно да се дополнат, променат или реформулираат теориските претпоставки кои се употребуваат при анализата на проблемот. Интересно е да се забележи дека некои проблеми со години остануваат неразјаснети. Научниците даваат свој придонес во нивно делумно објаснување, но изгледа дека за решавање на одредени проблеми е потребно повеќе знаење, повеќе време како и малку среќа. Во продолжение се дадени два интересни, нерешени проблеми од областа на астрономијата и астрофизиката, како и кратка листа на останати проблеми за кои сè уште не е дадено целосно објаснување.

Свездата на Таби (Tabby's star)

Свездата на Таби е звезда што се наоѓа на оддалеченост од околу 1 500 светлосни години од нас и е дел од созвездието Лебед. И покрај тоа што оваа звезда била забележана уште пред повеќе од 100 години, податоци за нејзиниот сјај се добиле дури во 2009 година со помош на проектот Ловци на планети (Planet Hunters), преку кој волонтери од целиот свет вршеле анализа на податоци добиени од вселенскиот телескоп Кеплер. Главната цел на проектот била да се откриваат егзопланети со помош на методот на транзит: во случај кога рамнината во која орбитира планетата околу нејзината матична звезда е така поставена што планетата да може да блокира дел од

светлината на ѕвездата која стигнува до набљудувачот, тогаш се забележува одредена правилна и периодична промена на сјајот на ѕвездата со текот на времето. Пример за ваквата правилна промена во сјајот на ѕвездата е дадена на Сл. 1.

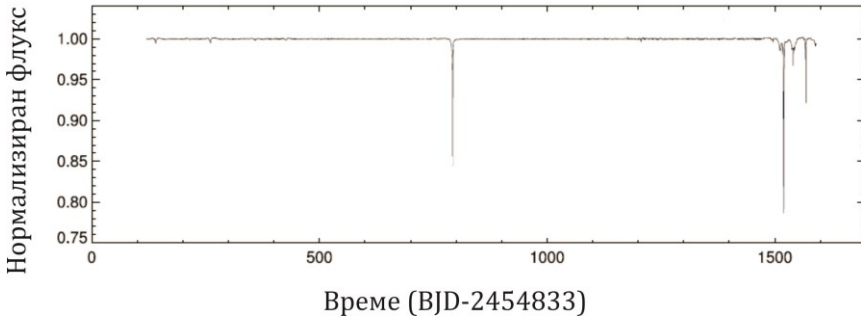


Сл. 1: Приказ на кривата на сјај на одредена ѕвезда кога пред неа поминува одредена планета. Вдлабнатите делови на кривата на сјајот укажуваат дека сјајот на ѕвездата се намалува, а тоа е резултат на транзитот на планетата.

Кога планетите поминуваат пред ѕвездата и блокираат дел од светлината, тие блокираат помалку, односно околу 1 % од вкупната светлина што доаѓа од ѕвездата до набљудувачот. Ваквите транзити траат по неколку часа и потоа повторно се регистрира вкупната светлина од ѕвездата. Но, во анализата на бројните податоци била забележана необична промена во сјајот на ѕвездата KIC 8462852¹. Првата необична промена што била забележана била асиметрична промена која се случила во 2009 година, кога била блокирана околу 1% од светлината на ѕвездата. Асиметричноста на кривата на сјајот ги заинтересирала волонтерите кои работеле на овој проект и истите продолжиле да ја следат оваа ѕвезда. После две години, во 2011 година, се случила огромна промена во сјајот на ѕвездата при што биле блокирани околу 15% од светлината на ѕвездата. Вакви промени во сјајот не може да направи планета и затоа се претпоставувало дека истите се резултат на огромни облаци од гас и прашина кои постојат околу ѕвездата. Уште подрастични промени биле забележани во 2013 година кога била регистрирана промена во сјајот на ѕвездата од околу

¹ Ѕвездата подоцна го добива називот „ѕвезда на Таби“ според скратеното име на главниот истражувач Табита Бојацијан (Tabetha Boyajian).

20%. Асиметричноста на кривата на сјајот како и огромните регистрирани промени во сјајот биле поттик за бројни научници да се обидат да го решат овој проблем. На слика 2 е даден приказ на неправилната промена на регистрираниот флукс од оваа ѕвезда во текот на целокупното набљудување од 2009 до 2013 година (околу 1500 денови).



Сл. 2: Приказ на промената на нормализираниот флукс со текот на времето за ѕвездата KIC 8462852. Може да се забележи дека промените се неправилни и поголеми во споредба со промената на флуксот при транзит на планета.

До денес се дадени неколку хипотези за оваа појава. Според една хипотеза, околу оваа ѕвезда има огромен прстен од гас и прашина кој ја блокира светлината до нас, а според друга, во самата атмосфера на ѕвездата се случуваат одредени промени при транспортот на енергија од внатрешноста до фотосферата на ѕвездата, па затоа и се забележуваат овие драстични промени во регистрираниот сјај. Според последните истражувања од 2019 година ваквите промени се должат на разрушениот материјал од т.н. *плунета* (анг. plonnet)². Сепак, до денес ниту една хипотеза не дала целосно објаснување за ваквите промени во сјајот на ѕвездата. Неправилните промени продолжуваат да се случуваат и денес, а научниците работат, како на пронаоѓање на точно објаснување за нив, така и на анализирање на други ѕвезди кои можеби имаат слични карактеристики како оваа ѕвезда. Без разлика дали станува збор за моментална поставеност на ѕвездата и облак од гас и прашина, или пак, станува збор за нов тип на променлива ѕвезда чии промени во сјајот се должат на случувања во нејзината внатрешност, разрешувањето на овој проблем претставува предизвик и

² Плунета е всушност хипотетско вселенско тело (што значи дека сè уште нема податоци за реално постоење на овие тела) што било егзотемесечина, но поради надворешни влијанија ја напуштило својата орбита и станало планета.

задоволство за денешните научници. Оваа дилема претставува шанса евентуално да се открие ново вселенско тело или нова појава, а со тоа да се даде придонес во нашето познавање на вселената.

Парадоксот на Ферми

Прашањето за постоењето на живот надвор од границите на планетата Земја е прашање чиј одговор човештвото го бара многу долго време. Затоа ова прашање е чест предмет на дискусија кај научниците, па и на една таква дискусија меѓу Емил Конопински (Emil Konopinski), Едвард Телер (Edward Teller), Херберт Јорк (Herbert York) и Енрико Ферми (Enrico Fermi) била причината за именувањето на овој проблем во чест на Ферми. И покрај тоа што постојат различни податоци за самата дискусија, сепак проблемот го задржал називот „парадоксот на Ферми“. Во својата суштина тој не претставува парадокс, туку станува збор за недоследност поврзана со равенката на Дрејк. Френк Дрејк (Frank Drake) во 1961 година ја напишал познатата равенка која била именувана во негова чест:

$$N=R_*f_p n_e f_i f_c L \quad (1)$$

каде:

- N е бројот на цивилизации во нашата галаксија со кои е возможно да оствариме комуникација;
- R_* е просечната брзина со која се формираат ѕвезди во нашата галаксија;
- f_p е делот од формираните ѕвезди кои имаат планети;
- n_e е средниот број на планети на ѕвезда која поседува планети на кои постојат услови за живот;
- f_i е делот од оние планети на кои постојат услови за живот и на кои се развива живот;
- f_c е делот од оние планети на кои се развил живот и на кои се развиле цивилизации (интелигентни суштества);
- f_l е делот од оние цивилизации кои развиле технологија со која ќе можат да испратат мерливи сигнали во вселената за да го откријат своето постоење;
- L е времето за кое овие цивилизации ги испраќаат овие мерливи сигнали во вселената.

Со употреба на соодветни вредности за погоре опишаните величини за бројот на цивилизации N се добиваат бројки од 20 па до 50 000 000. И покрај тоа што равенката на Дрејк е повеќе апроксимативна отколку сериозно научно-издржана релација, сепак

истата е популарна и се проучува и денес. Вредностите кои се добиваат со оваа релација укажуваат дека во нашата галаксија Млечен пат има поприлично голем број на планети на кои постои интелегентен живот. Ако тоа е точно, тогаш каде се сите тие цивилизации? Ова е прашањето што си го поставил Ферми, а си го поставуваат и бројни други луѓе. Ферми не сметал дека во вселената не постои живот, но истиот се прашувал зошто не можеме да детектираме сигнал од некои други цивилизации?

Причината за ваквиот исход можеби е непостоењето на живот на друга планета. Развојот и опстанокот на живите организми на планетата Земја е можен токму поради повољните услови за тоа. Всушност, можеме да наброиме четири основни „барииери“ кои треба да се надминат за да на една планета се развие цивилизација што е доволно развиена со која би можеле да комуницираме:

- Хабиабилност (погодни услови за живеење), што подразбира постоење на течна вода како и погодна температура.
- Процесот на абиогенеза, што подразбира процес во кој неживата материја соодветно се комбинира за да се создаде жива материја.
- Развој на технолошки развиена цивилизација, што подразбира висок степен на развој на живите организми. Можеби на одредени планети постои живот, но истиот нема постигнато технолошки развој.
- Комуникација низ вселената, што подразбира дека дури и во случај да постојат технолошки развиени цивилизации, можеби тие воопшто не сакаат да воспостават контакт со други цивилизации или пак не ја истражуваат вселената.

Според одредени научници постојат и повеќе од набројаните четири барииери. Важно е да се забележи дека и самите одделни процеси, како што е на пример абиогенезата, сè уште не се разјаснети за човештвото. Ова укажува на сложеноста на проблемот, на потребата од уште информации за да може научниците да ги објаснат овие процеси. Несомнено е дека одговорот на ова прашање е од големо значење за човештвото.

Дали постојат и други неразрешени проблеми во астрономијата и астрофизиката?

Според сите досегашни сознанија вселената и сите нејзини составни делови, почнувајќи од самиот атом, па завршувајќи со црните јами, покажува исклучително комплексна структура. Знаејќи

го ова, како и дека дијаметарот на видливата вселена изнесува околу $8,8 \cdot 10^{26}$ m, несомнено е дека во ова огромно пространство сè уште постојат неразрешени проблеми. Така, некои од неразрешените проблеми се поврзани и со самиот Сончев систем, додека други проблеми се поврзани со структурата на материјата присутна во вселената. Во продолжение се дадени неколку од овие проблеми:

- Каква е природата на темната материја? Дали темната материја е сочинета од одреден вид на честички? Дали темната материја може да се објасни со поинаква теорија за гравитацијата од Општата теорија на релативност (на пример, модифицирана Њутнова динамика - МОНД)?
- Каква е формата и колкава е големината на целокупната вселена? Видливата вселена можеме да ја апроксимираме како топка со одреден радиус, но каква е формата на целокупната вселена?
- Како процесот на акреција овозможува формирање на планети? Каква е природата на овој механизам?
- Што е причината за соодветниот распоред на планетите во Сончевиот систем? Многу мал дел од набљудуваните планетарни системи имаат планети слични на планетата Јупитер кои орбитираат на растојание на кое орбитира планетата Јупитер (најчесто орбитите на планетите слични на Јупитер имаат многу помали радиуси, помали дури и од орбитата на планетата Меркур). Како нашиот Сончев систем го добил овој распоред на планетите?
- Дали темната материја е причината за разликата меѓу регистрираните и теориските вредности за зависноста на орбиталната брзина на ѕвездите во зависност од нивното радијално растојание (растојанието од ѕвездата до центарот на галаксијата)?
- Зошто во видливата вселена количеството на материјата е далеку поголемо од количеството на антиматерија? Што е причината за ваквата разлика?
- Од каде потекнува познатиот радио сигнал Wow! ? Зошто од 1977 година до денес не е повторно регистриран ваков сигнал?

Покрај наведените проблеми секако постојат уште многу други неодоговорени прашања поврзани со црните дупки, со ѕвездената еволуција, со самиот настанок на вселената. Во иднина веројатно дел од овие проблеми ќе бидат решени, но веројатно ќе се појават и нови. Во секој случај интересно е да се забележи дека проблемите и парадоксите не се во самата суштина на природата и вселената, туку

се резултат на начинот на кој човекот ги сфаќа и толкува работите што ги проучува. Знаејќи го ова научниците може да добијат и нова перспектива на гледање на проблемите, а со тоа да дојдат поблиску до нивното решавање.

e-mail: monika.pesevska@gmail.com
aleksandar.gjurcinovski@gmail.com

Напомена: Моника Пешевска е апсолвент на насоката астрономија и астрофизика од студиите по физика на Природно-математичкиот факултет во Скопје.

Александар Ѓурчиновски е вонреден професор на Институтот за физика на Природно-математичкиот факултет во Скопје.

Литература и извори

- [1] T. S. Boyajian et al. , Planet Hunters IX. KIC 8462852-where's the flux?, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 457, pp. 3988-4004 (2016)
- [2] Paul S. Wesson, Fundamental Unsolved Problems in Astrophysics, Space Science Reviews 98, pp.329-342 (2001)
- [3] https://en.wikipedia.org/wiki/Tabby%27s_Star
- [4] https://en.wikipedia.org/wiki/Drake_equation
- [5] https://en.wikipedia.org/wiki/Fermi_paradox
- [6] https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_unsolved_problems_in_astronomy
- [7] https://www.ted.com/talks/stephen_webb_where_are_all_the_alien

МАКЕДОНСКО И МЕЃУНАРОДНО КОСМИЧКО ПРАВО

Александар Ташковски

Вовед

Не постои сомнеж дека, после читањето на насловот на овој текст, кај секој читател оправдано се јавуваат повеќе прашања. За почеток, може да се издвојат две: како правото стигнало да биде и космичко и како меѓународните космичко-правни норми се нашле во популарно списание фокусирано во научното подрачје на природно-математичките науки. Меѓутоа, кога ќе се земе во предвид сиромашната литература која за тема го има меѓународното космичко право кај нас, потребата од негова популаризација е не само повеќе од евидентна, туку и круцијална за развојот на државата и правото, но и на сите научни подрачја од Меѓународната Фраскатијева класификација. Од тука доаѓаат одговорите на горните прашања, но и на научната и општествената оправданост за публикување на овој текст.

Важно е да се напомене дека тој ќе биде фокусиран на науката за меѓународното космичко право (или со други зборови – космичко-правната јуриспруденција), која ги преминува границите меѓу општествените и хуманистичките науки, за разлика од „ограничувањата“ кои доаѓаат со јурисдикцијата (или со други зборови, судската надлежност), благодарение на тоа што до сега не постоел активен меѓународен космичко-правен спор, а со тоа и меѓународна судска одлука која би била предмет на анализа.

Во текстот што следи, освен дисеминацијата и популаризацијата на науката за космичкото право, ќе имате можност на наједноставен начин со минимален научен-стил, а преку определување на поимот и дефиницијата, краткиот историски осврт, формалните извори и македонската правна рамка за примена на меѓународното космичко право, да дознаете повеќе за ова навидум „нова“ правна област која е дел од меѓународното јавно право.

Поим и дефиниција на космичкото право

Поимот на космичкото право низ литературата се сретнува под повеќе различни имиња: (меѓународно) свездено; вселенско;

интерпланетарно; космичко; атмосферско; аерокосмичко; воздушно и космичко; телекомуникациско, информатичко и космичко право; космонаутско/астронаутско право; право на надвоздушниот простор; право на интернационализирани простори, или, како што е примерот со Македонија - „правен режим на космосот“. Без разлика на именувањето, а благодарение на техничко-технолошкиот развој, денес може да зборуваме не само за правен режим, туку за посебна област и дел во рамките на меѓународното јавно право која во себе опфаќа подобласти (телекомуникациско, информатичко, нуклеарно, воздушно право, право на интернационализирани простори итн.) кои се во корелација, или со конкретни точки на поврзување и со други правни дисциплини, до степен кој го оправдува неговото постоење, не само како област и дел од меѓународното јавно право, туку и како засебна област во полето на правните науки.

За жал, како што меѓународното јавно право долго време било неосновано напаѓано дека не е право, на ист начин до неодамна постоеја исти неосновани напади дека космичкото право претставува *метаправо*. Меѓутоа, вистината е поинаква. Метаправото претставува само концепт во рамки на космичкото право кое се занимава со регулирање на правните односи меѓу (претпоставените) различни цивилизации во космосот и првпат како термин се споменува во 1956 година од страна на американскиот адвокат Ендру Галагер Хејли (Andrew Gallagher Haley). Со него тој сакал да ја претстави својата „хипотеза во врска со предложеното постоење на фундаментални правни прописи од теоретска универзална примена врз сите интелегентни, човечки и претпоставени интелегентни вонземски форми на живот“. Во својот текст „Space Law and Metalaw: A Synoptic View“, публикуван во Harvard Law Record 23 (November 8, 1956), а презентиран на VII-от Годишен конгрес на Меѓународната астронаутска федерација во Рим, Италија, на 19 септември 1956 година, Хејли го претставува „меѓусвезденото златно правило“ како основа за односите и правните врски кои (ќе) се јавуваат кај метаправото, односно филозофијата (или поточно, принципот, а на македонски најточно е - начело) која е присутна во скоро сите религии и култури на човештвото - постапувај со другите онака како што сакаш да биде постапувано со тебе. Според Хејли, при идните (можни) контакти со вонземски интелегентни суштества луѓето ќе можат да се задржат само на еден принцип од човековото право, а тоа е апсолутната еднаквост. Поради неговата експертиза во телекомуникациското право и научниот интерес за метаправото Хејли е истакнат од Д' Њујоркер (The New Yorker) во 1956 година како прв космички адвокат во светот и бил еден од основачите на Меѓународната академија за астронаутика и Меѓународниот

институт за космичко право. Додека неговите размислувања инспирираа многу правници да пишуваат на оваа тема, со што се придонесе да се стават јасни граници меѓу метаправото и космичкото право, австрискиот космички правник д-р Ернст Фасан (Ernst Fasan) во 1970 година ја издал деталната монографија „The Scientific Basis of Metalaw“ во која ја поставува научната основа за метаправото. Во неа се вели дека метаправото го претставува „целиот збир на правни правила кои ги регулираат односите помеѓу различните раси во космосот и првото и основно право помеѓу расите кое ги поставува основните правила за комуникација“. Дополнително, Фасан во 1990-те години издал и други истражувачки текстови во кои предлага едноставна формула со три метаправни принципи како придонес кон истражувањето на SETI. Формулата се состои од три правила: „забрана за нанесување штета на другата раса, право на расата за самоодбрана и право на соодветен простор за живеење“.

Понатаму ќе се навратиме на она што е заеднички став на сите космичко-правни школи во врска со поимното определување на космичкото право и неговото позиционирање како област и/или дел во рамки на меѓународното јавно право кое, зависно од струите во рамки на школите, е испреплетувано со информатичкото и телекомуникациското право, со воздушното право, а понекогаш и со нуклеарното право и правото на интернационализираните територии (или простори).

Испреплетеноста која постои од технички аспект помеѓу сателитите, телекомуникацискиот и информатичкиот простор со електронските уреди кои секојдневно ги користиме претставува општопознат факт. Поконкретно, оваа испреплетеност од правен аспект се должи на важењето на космичкото право кое започнува со Вон Кармановата линија (100 km над Земјата). Така, на пример, доколку поврзете „паметен“ телефон (или телевизор, таблет, лаптоп итн.) со интернет преку сателит, имаме предмет на меѓународното космичко право, а Вие сте *субјектот* кој влегува во меѓународниот космичко-правен „сообраќај“. Секако, може да се приклучите на интернет и на друг начин кој не го опфаќа просторот над 100 km од Земјата, меѓутоа денес скоро и да не постојат телефони без вклучен ГПС или ГПРС. Поради овој *космички елемент* скоро секој мобилен телефон е објект на космичкото право, а човекот е субјект на космичкото право, иако не сте тргнале на пат за Марс.

Затоа, информатичкото, телекомуникациското, а според некои автори (школи) и воздушното право, интернационализираните територии и нуклеарното право претставуваат посебни системи во рамки на космичкото право, каде што космичко-правните начела важат подеднакво и за употребата на нуклеарните извори на

енергија, информатичкиот, телекомуникацискиот, воздушниот и интернационализираните простори, како што важат и за космичкиот простор. Поради ова, космичкото право може да биде анализирано *sensu stricto* - како чиста космичка активност изведувана во космичкиот простор или *sensu lato* - заедно со информатичкиот и телекомуникацискиот простор (и воздушниот и интернационализираните простори, како и употребата на нуклеарните извори на енергија). Од сето погоре може да ги изведеме кратките дефиниции за:

- **Космичко право:** претставува област и дел на меѓународното јавно право кој е организиран како „систем на регулации во меѓународното право кои владеат со однесувањето во и кое е поврзано со делови од космичкиот простор кои се над Земјината пониска атмосфера“;
- **Космичко-правна норма:** претставува правило за поведење на луѓето и невладините ентитети во просторот над 100 км од Земјата (над Вон Кармановата линија), пропишано и санкционирано од страна на државата, доколку станува збор за национални космичко-правни норми, или правила за поведење на државите во просторот над Вон Кармановата Линија, доколку станува збор за меѓународните космичко-правни начела. Космичко-правните норми од националните законодавства мора да се во согласност со меѓународните космичко-правни договори (читај - начела).

Краток историски осврт на космичкото право и космичко-правната наука

Како што летот на браќата Рајт го инспирира создавањето на меѓународното воздушно право, откривањето на нуклеарните извори на енергија го инспирираа создавањето на меѓународното нуклеарно право, создавањето на компјутерот и интернетот го поттикнаа создавањето на меѓународното информатичко право, на ист начин космичкото право е инспирирано од технологијата, односно од лансирањето на првиот вештачки сателит Спутник 1 во 1957 година. Сепак, како што забележува космичкиот правник д-р Бин Ченг (Bin Cheng) во својот есеј по повод 30 годишнината од Космичкиот договор, „на меѓународната заедница ѝ беа потребни цели 10 години по лансирањето на првиот сателит да го донесе првиот меѓународен договор во оваа област или Космичкиот договор од 1967 година“.

Посебно внимание заслужува и ООН Комитетот за мирољубиви опслужувања со космичкиот простор или скратено, Космичкиот комитет (United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, акроним: COPUOS), бидејќи истиот претставува „мотор“, не само на космичко-правната еволуција, туку и на научно-техничкиот напредок во однос на космичките истражувања. Затоа, Космичкиот комитет на ООН, односно Поткомитетот за правни работи претставува првично место од кое се развива формалното меѓународно космичко право или, поточно, правно-задолжителните и правно-незадолжителните акти на меѓународното космичко право. Поткомитетот за научно-технички работи, пак, го претставува местото од каде се развиваат светските космички научно-технички апликации, програми, софтвери итн. Впрочем, историјата на формалното меѓународно космичко право, но и на институционализираната меѓународна научно-техничка соработка во космичките работи започнува со усвојувањето на RES 1348 (XIII) Question of the Peaceful Use of Outer Space, UN, 1958 (Резолуција 1348 (XIII) за Прашањето на мирољубиво опслужување со космичкиот простор, ООН, 1958) од страна на Генералното собрание на ООН во 1958 година, со која се формира *ad hoc* Комитетот за мирољубиви опслужувања со космичкиот простор (Комитетот), а продолжува една година подоцна со усвојувањето на уште една Резолуција преку која овој *ad hoc* Комитет прераснува во постојан орган на ООН - Комитет за мирољубиви опслужувања со космичкиот простор, денес познат по акронимот COPOUS.

Од друга страна, краткиот историски осврт на космичко-правната јуриспруденција започнува со првите нукулци во академската фела, следени назад до 1910 година, преку истражувањето на белгискиот правник Емил Лауде (Emile Laude) кој забележал дека ќе се појави ново право кое ќе ги регулира космичките односи. Шеснаесет години подоцна, во 1926 година се надоврзува В. А. Зарзар (V. A. Zarzar), службеник во советското Министерство за авијација, кој го презентирал своето истражување за границата каде завршува воздушното, а започнува космичкото право, на конференција за воздушно право во Москва. Меѓутоа, првиот обемен труд за космичко право се појавува во 1931-32 година; станува збор за првата монографија на оваа тема од чехословачкиот юрист Владимир Мандл (Vladimir Mandl). По носењето на формалното космичко право во 1958 година започнува и развојот на денешната официјална наука за космичкото право, која до тогаш била често вметнувана во рамки на науката за воздушното право. Ова било така поради фактот што првите академски трудови за космичкото право најчесто потекнуваат од правници со специјализација во воздушното право, а и презентацијата на овие први трудови е токму на

специјализирани конференции за воздушното право. Со тоа космичко-правната јуриспруденција била далеку пред времето и не само што го најавила создавањето на оваа област пред нејзиното формално правно донесување, туку и пред техничко-технолошките пронајдоци кои го овозможиле патувањето во космичкиот простор. Но, анализирано преку историскиот метод, човекот сонувал за космосот многу порано пред појавата на првата монографија или научно-истражувачки труд поврзан со космичкото право. Впрочем, слободата на истражувањето и опслужувањето со космичкиот простор, а и останатите космичко-правни начела, претставуваат заедничка карактеристика на сите луѓе од Земјата, без разлика дали зборуваме за праисторијата, антиката, средниот век, индустриските револуции, или современото доба. Затоа денес постојат држави (пр. Русија) кои во своите законодавства го предвидуваат правото на сите граѓани да бидат ангажирани како космонаути, доколку исполнуваат одредени здравствени протоколи.

Формални извори на меѓународното космичко право

Изворите на меѓународното космичко право може да ги групираме, согласно нивната хиерархија, на:

- **Меѓународни конвенции** (односно договори), како што се: Космичкиот договор од 1967 година (Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies, со скратен назив - Outer Space Treaty), Спасувачкиот договор од 1968 година (Agreement on the Rescue of Astronauts, the Return of Astronauts and the Return of Objects Launched into Outer Space, со скратен назив - Rescue Agreement), Конвенцијата за одговорност од 1972 година (Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects, со скратен назив: Liability Convention), Регистрациската конвенција од 1975 година (Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space, со скратен назив - Registration Convention) и Месечинскиот договор од 1979 година (Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies, со скратен назив - Moon Agreement), кој поради малиот број на ратификации (вкупно 18) практично не важи во меѓународниот поредок, освен за оние држави кои го ратификувале истиот.
- **Меѓународен обичај**, како доказ за генералната практика прифатена од правото. Не е анализиран во овој текст,

бидејќи истиот заслужува посебен труд за да правилно се објасни.

- **Општи космичко-правни начела**, како што се: бенефит принципот, слободата на истражување и опслужување со космичкиот простор и небесните тела како провинција на целото човештво, за сите држави подеднакво; забрана за какво било присвојување на космичкиот простор и небесните тела; *en bloc* примена на *jus cogens* меѓународното право во космичките активности; меѓународна одговорност (должност) за надомест на штета; авторизација и континуирана супервизија над космичките активности; меѓународна соработка и заедничка помош; космичко-дипломатски консултации; јурисдикција и контрола од државата регистратор; одговорност на државата лансирач; космички дипломати; космички информации, должност за помош и враќање на космонаути, опрема и објекти и должност за планетарна заштита.
- **Претходни судски одлуки** (како што веќе споменавме, сè уште не постојат вакви одлуки) и правната доктрина од најквалификуваните правници од различните народи, како помошно средство за утврдување на правните правила.

Македонското космичко право

Наместо заклучок, во ова поглавје ќе се фокусираме на примената на меѓународното космичко право во македонскиот правен поредок или на македонското космичко право. Меѓутоа, пред да се пристапи кон тоа, ќе забележите дека штотуку беа употребени два термини за иста работа. Во суштина станува збор за едно исто, но кажано со јазик на две главни групи меѓународни правници (или школи) – монисти и дуалисти. Ова е многу важно, бидејќи доколку овој текст, на пример, го чита монист и прочита дека постои македонско космичко право, веднаш ќе реагира и ќе го оспорува постоењето на истото, тврдејќи дека може да постои само едно космичко право – меѓународното (а, ако ја продолжите дискусијата ќе се дојде до заклучок дека не постои ниту меѓународно право, туку само еден и единствен правен систем). а доколку го прочита дуалист – тогаш ќе биде задоволен и нема да спори. Станува збор за две (меѓународно) правни (номо)техники: монистичката - која подразбира директна примена (*en bloc*) на меѓународното право во домашните поредоци на државите и дуалистичката – која подразбира *ad hoc* примена на меѓународното право во домашните поредоци преку носење на посебен закон за имплементација на секој

поединечен меѓународен договор (обврска или извор). Не навлегувајќи во детали, доволно е да забележиме дека нашиот Устав ја препознава втората – дуалистичката, а за определени меѓународни договори е можна примената на монистичката теорија, или со други зборови станува збор за македонски режим кој ги препознава и применува и монистичката и дуалистичката техника (теорија) во зависност од видот на меѓународниот договор (обврска или најточно извор) која се применува во македонскиот правен поредок.

Пред осамостојувањето додека била членка и дел од Социјалистичка Федеративна Република Југославија (СФРЈ), Република Македонија била член и на Космичкиот комитет на ООН од 1977 до 1994 година (читај: 1991). Дополнително се јавувала и како една од државите основачи на меѓународниот, но и на европскиот корпус на космичкото право. Поточно, станува збор за основањето на Convention Establishing the European Telecommunications Satellite Organization (1982) заедно со уште 24 држави и ратификацијата на Convention Relating to the Distribution of Programme Carrying Signals Transmitted by Satellite, на 29 декември 1976 година. Претходно, на 27 јануари 1967 година (датумот кога беше отворен Космичкиот договор за потпишување) беше меѓу првите 64 држави кои го потпишаа договорот. На 1 март 1971 година го депонирала инструментот за ратификација на Спасувачкиот договор, на 20 октомври 1975 година ја прифатила Конвенцијата за одговорност преку акцесија и на истиот начин пристапила кон Регистрациската конвенција, на 24 февруари 1978 година. Ова значи дека македонските граѓани како дел од СФРЈ го уживале бенефит принципот од меѓународното космичко право.

За жал, по осамостојувањето, Министерството за надворешни работи од непознати причини одлучило да не го продолжи членството во овие меѓународни договори/ конвенции/ организации, за разлика од сите останати бивши републики на СФРЈ кои се потписнички на договорите и активни членки во наведените тела и организации поврзани со космичкото право.

Како предлог решенија со цел да се надоместат загубите, а во врска со примената на меѓународното космичко право во нашата држава, можни се неколку сценарија, за кои е потребно да се одвиваат истовремено:

- Сукцесија кон сите меѓународни космички договори и активно членство на Републиката во ООН, ЕСА и останатите космички меѓувладини организации;
- Систематизација и кодификација на постоечкото национално телекомуникациско, информатичко, воздушно и нуклеарно законодавство во еден единствен Македонски

Космички Законик со строго придржување до принципот на само-регулација и делегирање на овластување од собранието за да научниците од конкретните области се саморегулираат за соодветните области, но и негова хармонизација со меѓународните стандарди, а не само со оние на ЕУ, преку што ќе се обезбеди фузија на сите постоечки државни органи за телекомуникацискиот, информатичкиот и воздушниот простор, како и оние за нуклеарните извори на енергија во еден единствен државен орган (Македонска Космичка Агенција), преку што ќе се гарантира не само поголема функционалност туку и намалување на буџетските трошоци, поврат на средства во Буџетот (читај - подобрување на животниот стандард) и нивелација на платите на вработените во сите фузирани органи;

- Активна дисеминација (ширење на знаење) за меѓународното космичко право на повеќе основи, и тоа најпрвин меѓу правната фела, а потоа меѓу останатите интелектуалци, со посебен осврт на правилна систематизација на постоечките предмети, магистерски и специјалистички студии за информатичко право, сајбер-безбедност, регулации на телекомуникацискиот простор, е-бизнис итн. со соодветното име: космичко право; надополнување на граѓанското образование во основно и средно образование со податоци за меѓународното јавно и космичко право соодветно на струките; отварање на катедри за меѓународно космичко право на правните факултети и применетите науки, а пожелно и космичкоправни институти на правните факултети со катедри за телекомуникациско, информатичко, воздушно, космичко, нуклеарно право - односно правилна систематизација и пренос на знаењето за космичкото право, како и создавање на план за континуирана дисеминација на меѓународното космичко право кај широката популација кое ќе се изведува периодично и континуирано без застои по примерот на дисеминацијата на меѓународното хуманитарно право и првата помош од страна на Црвениот крст.

Од тука е и надежта дека овој текст ќе ги инспирира почетоците на ова космичко самоорганизирање на сите општествени чинители, дисеминацијата на меѓународното космичко право, неговото правилно разбирање и вреднување, како и преземањето соодветни

чекори од сите поединци за наше (повторно) приклучување, како еднакви со останатите луѓе од светот, во уживањето на бенефитите од истражувањето и опслужувањето со космичкиот простор.

Ad astra!

e-mail: aleksandar.tashkovski@yahoo.com

Напомена: Авторот е дипломиран правник и магистер по меѓународно право, со експертиза во меѓународното космичко право. Овој текст е инспириран од неговиот магистерски труд: „Примена на Меѓународното космичко право во внатрешниот поредок на Република Македонија“, одбранет во 2020 година на Правниот факултет на УКИМ.

Литература и извори

- [1]. Петар Манговски, „Меѓународно јавно право“, Култура, Скопје, 1975 година;
- [2]. Сашо Георгиевски „Примена на меѓународното право во уставниот поредок на Република Македонија“ во Зборникот во чест на Евгени Димитров (споредбено уставно право), Правен факултет - Скопје, 1999;
- [3]. C. Bin, Space Objects and Their Various Connecting Factors, in Outlook on Space Law Over the Next 30 Years (Eds. G.Lafferranderie & D. Crowther) 1997;
- [4]. E. Fasan, Relations with Alien Intelligences: The Scientific Basis of Metalaw, Berlin Verlag, 1970;
- [5]. E. Fasan, Discovery of ETI: Terrestrial and Extraterrestrial Legal Implications, Acta Astronautica 21 (2) (1990);
- [6]. E. Fasan, Legal Consequences of a SETI Detection, Acta Astronautica 42 (10-12) (1998);
- [7]. S. E. Doyle, A CONCISE HISTORY OF SPACE LAW - Nandasiri Jasentuliyana Keynote Address on Space Law, IAC-10.E7.1.1;
- [8]. V. Mandl, Das Weltraum- Recht: Ein Problem der Raumfahrt, J. Bensheimer, Mannheim-Berlin, 1932;
- [9]. Свето писмо и Багавад гита;
- [10]. Статут на Меѓународниот суд на правдата;
- [11]. Устав на Република Македонија;
- [12]. Encyclopedia Britannica Online: Academic Edition 2011;
- [13]. GA resolution 32/196 B, 1977, UN и GA decision A/32/499, UN;
- [14]. „International Space Law: United Nations Instruments“, UN, New York, 2017;
- [15]. RES 1472 (XIV) International Co-operation in the Peaceful Uses of Outer Space, UN, 1959;
- [16]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Metalaw>;
- [17]. <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/nationalspacelaw/index.html>;
- [18]. <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/status/index.html>.

ВОДА – ИЗВОРОТ НА ЖИВОТ НИЗ СОНЧЕВИОТ СИСТЕМ

Ристе Попески-Димовски

Вода!

Што е првото нешто што ви поминува низ мислите кога ќе се спомене зборот вода? Дали е тоа поглед на мирно езеро од некоја песочна плажа или дивите преливи на некоја планинска река? Или, пак, можеби е тоа шумот на чешмата додека полните чаша со вода за пиење. Можеби е, пак, чувството на студ што ве облива кога наутро ќе го измиете лицето, или, пак, топлината која после студен ден ќе ве облее кога ќе се истуширате со топла вода.

За многу од нас водата е нешто што ни е секојдневно тука покрај нас. Таа е рутина, исто како дишењето и исхраната, па воопшто не размислуваме за идејата како би изгледало нашето секојдневие без целата таа вода околу нас. Водата ни е неопходна, а ние кои ја имаме во изобилие достапна околу нас можеме да кажеме дека сме едни од најбогатите на светот. И планетата Земја има еден многу убав прекар „The pale blue dot“ или „Бледата сина точка“, која го добила поради една фотографија, поглед на планетата од „надвор“.

Но некогаш се случува да тргнете на долг пат, или на подолга прошетка надвор од населено место и да го заборавите шишето со вода, за час два веќе ќе ожеднете, усните ќе почнат да ви се сушат, дишењето почнува да отежнува, почнуваат да се јавува потреба за вода, па и мали панични мисли. Првото што го помислувате е каде е првата бензинска пумпа, или каде можеби има чешма или поток за да наполните вода. Ако успеете да го смириете мозокот, ќе се сетите на лекциите по биологија од основно училиште, дека човекот може да издржи до 7 дена без вода. Сепак, во просек 60% од човечкиот организам е вода во некаков облик. При потреба, со цел да преживее, човечкиот организам прво ќе почне да ја троши водата од масното ткиво, па од мускулите, а на крај од внатрешните органи, се со цел да има доволно вода во крвта за да може да ги одржи функционални мозокот и срцето. Еден од најекстремните случаи на преживување без вода и храна е 27 дена, на истражувач кој се заглавил во пештера.

Водата не е подеднакво достапна секаде. На само 1000 километри јужно од Македонија водата е бесценет ресурс кој не му е

достапен секому. Во северниот дел на Африка, низ пустините на Америка и Азија, по сувите карпести предели и степи на целата планета, присуството на вода понекогаш е многу мало. Не постојат инсталации за водовод, нема улични чешми или фонтани кои постојано „трошат“ вода. Поимот наполнета када за капење, прскање на деца по улица, заборавање на чешмата да тече додека миете садови, не е нешто што е секојдневие. Тоа дури се смета за строг пропуст. Водата е основата на нашето постоење. Не е проблемот само да ја нема, може да е едноставно солена, или загадена со некој токсин, па таа да не е извор кој го поддржува животот.

Вода!!

Хемискиот состав на водата ни е добро познат на сите, како и едно од нејзините најкарактеристични хемиски својства, водородната врска, која ја прави водата да биде т.н. општ растворувач за голем број соединенија. Голем број на хемиски реакции кои се одвиваат во живите организми, како и хемиските реакции кои се користат за производство на храна, енергија и други ресурси користат вода на некој начин. На крај, доколку не учествува во самата хемиска реакција, водата најчесто се користи во системите за ладење на огромен број машини кои произведуваат се околу нас, од пластични играчки, до шишиња за вода, стаклени чаши и секако памукот кој го користиме за производство на ткаенини за облека. Водата во изобилие е неопходна за секојдневието.

Во последните години сè повеќе е актуелно патувањето до Марс, кое најверојатно како истражувачка мисија ќе се случи во наредната деценија. Многу често се споменува зборот „колонизација“ на Марс, па дури до таму што на интернет можете да најдете и online продажба на парцели за населување на Марс, па и на Месечината.

Но на Марс и на Месечината нема реки, нема езера и секако нема водовод. Она што го има е огромно пространство на сува почва покриена со фина прашина. Пространство кое е многу посуво и од најсувата точка на површината од нашата планета. Причината за таа разлика е едноставна, а се должи на тоа што во ниската атмосфера на Земјата постои секогаш мерливо количество на водена пара, која со соодветна опрема можете да ја извлечете и некако да ја искористите. Овој податок, комбиниран со новите технологии кои се достапни поради развојот на новите адитивни производствени технологии (3D принтери) го поттикна развојот на т.н. „факачи на пара“ кои во сè пософистицирани облици се поставуваат околу населените места каде водата не е достапна во неопходните количини. Овие уреди

моментално можат да уловат и до стотина литри водена пара од атмосферата во текот на еден ден, дури и во региони каде почвата на која се поставени е испукана од недостатокот на вода.

ВОДА !!!

Дали ни е шишето вода спремно? Можеме ли да тргнеме на пат? Сендвичите се спремни, багажот е натоварен. Да, секако не заборавајте дека билетот што сте го купили е во една насока. Штом ги запалиме моторите на нашата ракета нема назад. Како во една добра стара рок песна, со стихот, „одиме на Марс, одиме на Марс“.

(она што следи се исечоци од доверливите документи на мисијата, сортирани според релативната оддалеченост од Земјата)

-Пардон, пардон... -Повелете. -Дали оној голем канистер што остана во кошот, оној онде на кој што пишува H_2O е нешто што требаше да го земеме? Затоа ли онде трепка на екранот "недостасува вториот резервоар за вода".

Поради "техничка" грешка тргнавме на мисија со пола од планираната вода.

Иако ова не би требало да се случи, нашиот екипаж сега треба да се снаоѓа. Прашањето е следно, каде можеме да најдеме вода по пат, некаде низ нашиов Сончев систем.

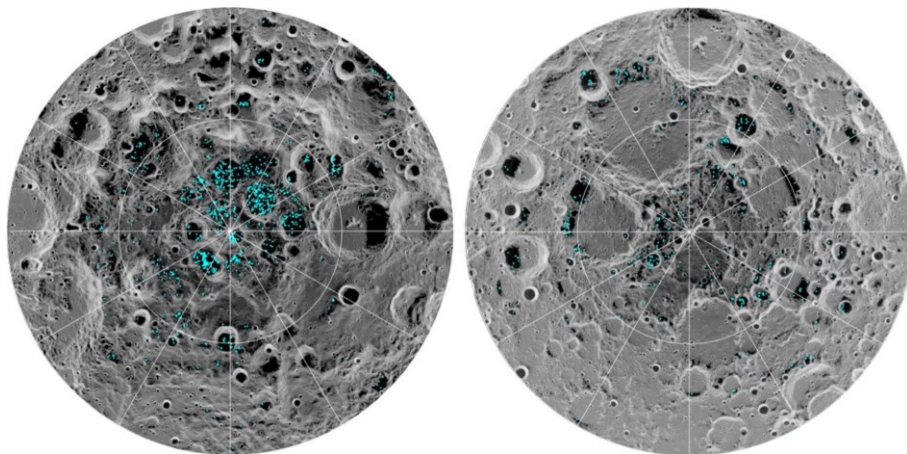
Имате неограничен пристап до интернет, ги имаме вашите телефони, ајде да му помогнеме на нашиот екипаж... Ве молиме, немојте со лажни вести.

Вода низ Сончевиот систем

Запис на мисијата 003/14

- Малата Советска проба Луна 24 на 18 Август 1976 година слета на Месечината во Маре Крисиум (Mare Crisium). Вселенското летало земало неколку примероци реголит на длабочини од 118, 143 и 184 cm. Потоа овие примероци се вратени на Земјата. Спектроскопските мерења на овие примероци покажале значајна апсорпција на инфрацрвено зрачење во вибрациониот спектар на молекулот на вода, со што се покажало дека во кората на Месечината има присуство на молекули на вода.

- Индиското летало ISRO Chandrayaan-1 во својот сет научни инструменти поседувало и спектрометар кој од големо растојание може да ги детектира апсорпционите линии на водата. На 24 септември 2009 година, НАСА објави дека овој спектрометар детектирал апсорпциони линии на вода на површината на Месечината.
- Покрај овие неколку мисии постојат и ред други анализи за присуството на молекули на вода, водород и хидроксилни групи на површината на Месечината во различни облици.
- Она што е конклузивно е дека на некои локации околу половите на Месечината, каде што можат да се најдат кратери кои се во перманентна сенка (внатрешноста на кратерот никогаш не е осветлен од Сонцето) има зони од чист замрзнат мраз со дебелина од неколку сантиметри, измешан со реголитот на Месечината.



Сл. 1. Концентрација на површински мраз на јужниот и северниот пол на Месечината според НАСА (<https://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?feature=7218>)

- Конечно мисијата SOFIA на НАСА во 2020 година потврди присуство на водена пара на осветлената страна од Месечината која многу брзо се разградува на водород и кислород под дејство на јонизирачкото зрачење од Сонцето.

Запис од мисијата 005/27

Церес, џуџеста планета во астероидскиот појас на Сончевиот систем можеби крие подземни замрзнати океани со вода. Ова се наодите објавени низ неколку трудови во списанието Nature во текот на август 2020 година. Научниците кои работат на мисијата „Утро“

(Dawn), лансирана во 2007 година со траекторија која ќе овозможи орбитирање на Веста и на Церес, објавија неколку фотографии од Церес на кои се гледаат светли зони.



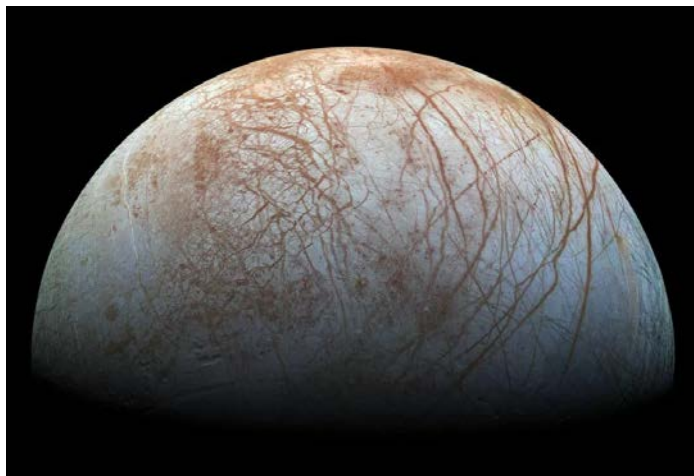
Сл. 2. Фотографија на Церес направена од мисијата Утро во 2015 година.

Деталните анализи на кратерот Оккатор (Occator) укажуваат дека пред 20 милиони години значителен судир со астероид ја пробил површината на Церес и предизвикал истекување на стопен мраз од внатрешноста кон површината на Церес. Овој кратер потоа многу брзо замрзнал, но мешањето на материјалот со солената вода предизвикало истекување на минерали и мраз кон површината на кратерот. Интересно е што вакво еруптирање на материјали од внатрешноста можеби се случило пред релативно кратко време, па можеби и се случува сега. На ова не посочува присуството на траги и минерали кои, доколку настанот се случил многу одамна, би требало да се значително избледени.

Запис од мисијата 001/32

„Најголемото лизгалиште“ во Сончевиот систем, Јупитеровиот сателит Европа. Под нејзината замрзната површина Европа чува огромен океан солена вода. Телескопот Хабл, како и многу други мисии забележале ерупции на млазеви водена пара од нејзината површина со висина и од 200 km. Активната гравитација со која Јупитер дејствува на Европа предизвикува нејзиниот мраз да е доста „активен“, а местата каде што мразот попушта, или места кои се растопени при удари со астероиди се локации каде има активни ерупции. Европа е нашиот најдобар кандидат за наоѓање на вода за

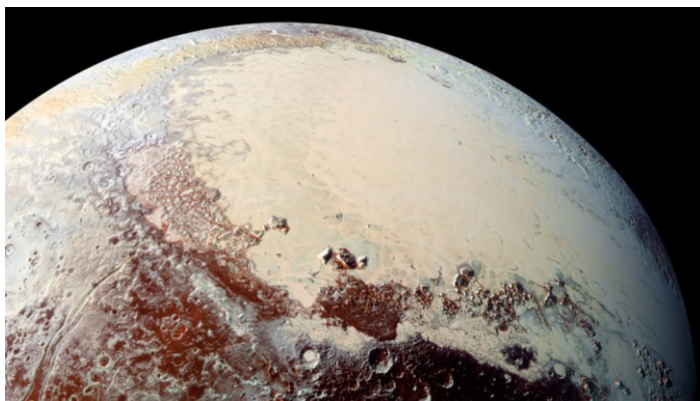
нашата мисија. Покрај вода, Европа е и најзначајниот кандидат за наоѓање на живот надвор од Земјата. Условите за постоење на течна солена вода под нејзината површина и геотермалната енергија која се ослободува од гравитационото дејство на Јупитер се доволни да поддржат развој на едноклеточни организми, секако доколку таму постојат и другите неопходни елементи за нивен зародиш.



Сл. 3. Европа, „најголемото лизгалиште“ во Сончевиот систем

Запис од мисијата 008/70

Мисијата Нов Хоризонт (New Horizon) во 2015 година прелета покрај џуцестата планета Плутон. Оваа мисија насобра значително количество на научни информации за Плутон вклучувајќи и фотографии во боја со голема резолуција.



Сл. 4. Геолошката форма „Спутник Планитиа“ на површината на Плутон.

Геолошката форма „Спутник Планиџа“ на површината на Плутон која е видлива на слика 4 е левата страна на познатата форма во облик на срце која го покрива Плутон. Се смета дека оваа форма настанала при судир на објект од Куиперовиот појас со Плутон во раниот период на Сончевиот систем. Линиите кои се видливи на спротивната страна на Спутник Планиџа настанале од ударните бранови при судирот и укажуваат дека Плутон најверојатно има подземен океан од течна вода со длабочина од барем 150 km. Интеракцијата на овој океан со цврстото јадро на Плутон, како и интеракцијата со површината, го прават богат со соединенија кои се потребни за зародиш на живот. За карактеристиките на океанот на Плутон постојат неколку теории, но по мисијата на Нов Хоризонт сега се знае дека океан со течна вода постоел на Плутон уште од времето на неговото создавање и егзистирал се додека површината на планетата не се оладила, со што океанот бил покриен со цврста замрзната кора.

Запис од мисијата 007/80

Покрај, Плутон, Европа и Церес, кои се најзначајни носители на вода во Сончевиот систем постојат уште неколку локации каде водата е присутна. И Сатурновите сателити Титан и Енцеладус во својата внатрешност кријат зони од замрзната солена вода. Многу подалеку, на крајот на Сончевиот систем, во Куиперовиот појас, има многу објекти кои се нарекуваат „замрзнати“ бидејќи се составени од замрзнат метан, вода или други гасови. Но нивната локација во Сончевиот систем моментално ги прави незначајни за наоѓање на вода надвор од Земјата.

Конечно, за да се развие идејата за колонизација на Марс, сепак водата ќе треба да си ја понесеме со себе од нашата Земја. Во иднина, доколку се развијат нови погонски системи за транспорт може да се започне со заробување на астероиди кои имаат значителни количества на мраз и нивно пренасочување кон Марс. А кога ќе сакаме да заминаче подалеку од Марс, во далечините на Сончевиот систем, редоследно ќе треба да ги посетиме Европа, а и Плутон.

email: ristepd@gmail.com

Напомена: Авторот е вонреден професор на Институтот за физика на Природно-математичкиот факултет во Скопје.

Литература и извори

- [1]. Akhmanova, M; Dement'ev, B; Markov, M (February 1978). "Water in the regolith of Mare Crisium (Luna-24)?" . *Geokhimiya* (in Russian) (285)
- [2]. <https://www.space.com/jupiter-moon-europa-plumes-crust>
- [3]. <https://astronomy.com/news/2020/08/ceres-an-ocean-world-in-the-asteroid-belt#:~:text=NASA%20scientists%20say%20that%20Ceres,a%20subsurface%20C%20liquid%20water%20ocean.&text=Remnants%20of%20an%20ancient%20water,least%20C%20lingering%20pockets%20of%20one>.
- [4]. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-s-sofia-discovers-water-on-sunlit-surface-of-moon>
- [5]. Pieters, C. M.; Goswami, J. N.; Clark, R. N.; Annadurai, M.; Boardman, J.; Buratti, B.; Combe, J. -P.; Dyar, M. D.; Green, R.; Head, J. W.; Hibbitts, C.; Hicks, M.; Isaacson, P.; Klima, R.; Kramer, G.; Kumar, S.; Livo, E.; Lundeen, S.; Malaret, E.; McCord, T.; Mustard, J.; Nettles, J.; Petro, N.; Runyon, C.; Staid, M.; Sunshine, J.; Taylor, L. A.; Tompkins, S.; Varanasi, P. (2009). "Character and Spatial Distribution of OH/H₂O on the Surface of the Moon Seen by M3 on Chandrayaan-1". *Science*. 326 (5952): 568–572. Bibcode:2009Sci...326..568P. doi:10.1126/science.1178658. PMID 19779151. S2CID 447133
- [6]. Shuai Li, Paul G. Lucey, Ralph E. Milliken, Paul O. Hayne, Elizabeth Fisher, Jean-Pierre Williams, Dana M. Hurley, and Richard C. Elphic (20 August 2018). "Direct evidence of surface exposed water ice in the lunar polar regions". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 115 (36): 8907–8912. Bibcode:2018PNAS..115.8907L. doi:10.1073/pnas.1802345115. PMC 6130389. PMID 30126996
- [7]. Colaprete, A.; Schultz, P.; Heldmann, J.; Wooden, D.; Shirley, M.; Ennico, K.; Hermalyn, B.; Marshall, W; Ricco, A.; Elphic, R. C.; Goldstein, D.; Summy, D.; Bart, G. D.; Asphaug, E.; Korycansky, D.; Landis, D.; Sollitt, L. (22 October 2010). "Detection of Water in the LCROSS Ejecta Plume". *Science*. **330** (6003): 463–468. Bibcode:2010Sci...330..463C. doi:10.1126/science.1186986. PMID 20966242. S2CID 206525375
- [8]. <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/nasa-scientists-confirm-water-vapor-on-europa>
- [9]. <https://www.spaceflightinsider.com/missions/solar-system/pluto-may-have-deep-ancient-underground-ocean/#:~:text=Two%20new%20studies%20of%20data,billion%20years%20of%20Pluto's%20existence>.
- [10]. <https://www.theguardian.com/science/2020/oct/26/water-exists-on-the-moon-scientists-confirm>

ИНФОРМАЦИИ ЗА XXII ЗИМСКА ШКОЛА ПО АСТРОНОМИЈА И ЗА НАТПРЕВАРОТ ПО АСТРОНОМИЈА ВО 2020 ГОДИНА

На 6 и 7 март 2020 година на Институтот за физика при Природно-математичкиот факултет во Скопје се одржа XXII Зимска школа по астрономија. На Школата присуствуваа околу 120 ученици и 10 професори од средните училишта од Република Македонија.

ПРОГРАМА за XXII Зимска школа по астрономија

06.03.2020 (петок)

- 9:30** Отворање на Школата
- 9:40** *Нобеловата награда за физика за 2019* - Гордана Апостоловска
- 10:00** *Животот на Вселената* – Наце Стојанов
- 10:40** *Црната јама во галаксијата M 87* - Моника Пешевска
- 11:20** Пауза со ужина
- 11:50** *Истражувањата на Стивен Хокинг* - Александар Ѓурчиновски
- 12:20** *Влијанието на суперновите врз животот на Земјата* – Сашо Панов
- 13:00** *Протозвезди* - Марија Маркоска
- 13:30** Пауза со оброк
- 14:10** *Планетата Марс и теоријата на глобална тектонска активност* - Катерина Дрогрешка, Јасмина Најдовска и Драгана Черних
- 14:50** *Сончева активност* - Искра Велковска
- 15:20** *Сончевите затемнувања* - Љубе Бојевски
- 17:00** **Посета на Планетариум**

07.03.2020 (сабота)

- 10:00** Натпревар по астрономија: „XXII Зимска астрономска школа“

На 7 март во рамки на Школата се одржа натпревар по астрономија. На него учествува 23 натпреварувачи при што најуспешните добија награди и пофалници од страна на Македонското астрономско друштво. Во прилог е табелата со наградените и пофалените натпреварувачи во стандардната категорија на натпреварот.

СТАНДАРДНА категорија			
1.	Викторија Митрева	СУГС „Раде Јовчевски-Корчагин“, Скопје	II награда
2.	Евгенија Пандова	СОУ „Методи Митевски Брицо“, Делчево	III награда
3.	Филип Рајчевски	ОСУ „Св. Климент Охридски“, Охрид	III награда
4.	Коста Барсов	гимназија НОВА, Скопје	пофалница
5.	Ева Сивакова	СОУ „Таку Даскало“, Битола	пофалница
6.	Мила Билеска	Приватна гимназија НОВА, Скопје	пофалница
7.	Маријана Тодорска	СУГС „Раде Јовчевски - Корчагин“, Скопје	пофалница
8.	Екатерина Цветкова	СУГС „Јосип Броз Тито“, Скопје	пофалница
9.	Кристијан Димов	Приватна гимназија „Јахја Кемал“, Скопје	пофалница
10.	Стефан Николиќ	ОСТУ „Наце Бугони“, Куманово	пофалница

Гордана Апостоловска
секретар на МАД



Астрономски календар за 2021 година

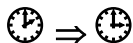
Јана Богданоска, Институт за физика, ПМФ, Скопје
bogdanoska.jana@gmail.com

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).

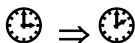
Нашата држава преку зимскиот период го користи Централното европско време (CET), а преку летниот период Централното европско летно време (CEST). Во зимскиот период официјалното време во државата ќе биде поголемо од Средното Гриничкото време (GMT) за еден час, а во летниот период за два часа. Наместо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

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

Во 2021 г. *летното мерење* на времето во Македонија ќе започне на 28 **март** во **02:00** часот официјално време (кога ќе се додаде еден час).



Зимското мерење на времето ќе започне на **31 октомври** во **03:00** часот по официјално време (кога ќе се одземе еден час).



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

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

Општи забелешки кон Астрономскиот календар

I. Изгреви и залези на Сонцето и Месечината во 2021 година

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

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

III. Сезони, летно време, перихел и афел во 2021 година

IV. Времетраење на граѓанскиот полумрак

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

V. Основни фази на Месечината во 2021 година

VI. Видливост на планетите во 2021 година

VII. Затемнување на Сонцето и Месечината во 2021 година

VIII. Стеснет календар за метоерските роеви во 2021 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 2021

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

ФЕВРУАРИ 2021

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

МАРТ 2021

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

АПРИЛ 2021

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

МАЈ 2021

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

ЈУНИ 2021

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

ЈУЛИ 2021

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

АВГУСТ 2021

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

СЕПТЕМВРИ 2021

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

ОКТОМВРИ 2021

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

НОЕМВРИ 2021

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

ДЕКЕМВРИ 2021

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

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

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

КОРЕКЦИИ ЗА НЕКОИ ГРАДОВИ :

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

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

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

III. Сезони, летно време, перихел и афел - 2021 г.

Настан	Месец	Ден	h	m
<i>Почеток на пролетта</i>	<i>март</i>	20 ^d	10 ^h	37 ^m
Почеток на летното време	март	28 ^d	2 ^h	0 ^m
Почеток на летото	јуни	21 ^d	5 ^h	32 ^m
Почеток на есента	септември	22 ^d	21 ^h	21 ^m
Крај на летното време	октомври	31 ^d	3 ^h	0 ^m
Почеток на зимата	декември	21 ^d	16 ^h	59 ^m
Земјата е во перихел	јануари	2 ^d	14 ^h	50 ^m
Земјата е во афел	јули	5 ^d	0 ^h	27 ^m

IV. Времетраење на граѓанскиот полумрак

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

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

V. Основни фази на Месечината

Новолуние (d.m.y, hh:mm)	Прва четврт (d.m.y, hh:mm)	Полна Месечина (d.m.y, hh:mm)	Последна четврт (d.m.y, hh:mm)
			6.1.2021, 10:37
13.1.2021, 06:00	20.1.2021, 22:01	28.1.2021, 20:16	4.2.2021, 18:37
11.2.2021, 20:05	19.2.2021, 19:47	27.2.2021, 09:17	6.3.2021, 02:30
13.3.2021, 11:21	21.3.2021, 15:40	28.3.2021, 20:48	4.4.2021, 12:02
12.4.2021, 04:30	20.4.2021, 08:58	27.4.2021, 05:31	3.5.2021, 21:50
11.5.2021, 20:59	19.5.2021, 21:12	26.5.2021, 13:13	2.6.2021, 09:24
10.6.2021, 12:52	18.6.2021, 05:54	24.6.2021, 20:39	1.7.2021, 23:10
10.7.2021, 03:16	17.7.2021, 12:10	24.7.2021, 04:36	31.7.2021, 15:15
8.8.2021, 15:50	15.8.2021, 17:19	22.8.2021, 14:01	30.8.2021, 09:13
7.9.2021, 02:51	13.9.2021, 22:39	21.9.2021, 01:54	29.9.2021, 03:57
6.10.2021, 13:05	13.10.2021, 05:25	20.10.2021, 16:56	28.10.2021, 22:05
4.11.2021, 22:14	11.11.2021, 13:45	19.11.2021, 09:57	27.11.2021, 13:27
4.12.2021, 08:43	11.12.2021, 02:35	19.12.2021, 05:35	27.12.2021, 03:23

VI. Видливост на планетите во 2020 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: 24 јануари во 3 h на 19° (залез), 6 март во 11 h на 27° (изгрев), 17 мај во 10 h на 22° (залез), 4 јули во 6 h на 22° (изгрев), 13 септември во 24 h на 27° (залез) и на 25 октомври во 6 h на 18° (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 каде што има големи атмосферски турбуленции речиси е невозможно да се види во градски услови.

Венера ♀

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

Во првата недела од годината планетата ќе биде видлива наутро, како Деница, а потоа таа нема да биде видлива бидејќи ќе поминува блиску до Сонцето. Потоа таа ќе се јавува како Вечерница, а периодот на видливост се зголемува до 29 октомври кога е во максимална источна елонгација. После тоа залезот настапува се порано и до крајот на годината Венера се губи во сончевите зраци (долната конјункција со Сонцето е во јануари 2022).

Марс

Во текот на првата половина од годината, поточно од 1 јануари до 22 август, Марс е видлив на вечерното небо. На почетокот на годината ќе може да се види од околу 17 h, па се до 23 h. Но, бидејќи во овој период Марс се оддалечува од Земјата, неговата видливост ќе станува сè помала и помала. На 19, 20 и 21 јануари, Марс се наоѓа во близина на Месечината, што овозможува полесно да се најде на небото. Потоа Марс ќе се придвижува кон зајдисонцето, па на 22 август повеќе нема да биде видлив. Повторно ќе се појави при крајот на ноемвр на утринското небо. Видливоста во овој период ќе биде значително помала. Во текот на годината, ќе помине низ зодијачките сосвездија Риби, Јарец, Бик, Близнаци, Рак и Лав.

Јупитер

Најголемата планета во Сончевиот систем на почетокот на годината е видлива на вечерното небо од 1 до 9 јануари. Потоа, се почавува на утринското небо од 17 февруари до 19 август. Во втората половина од годината, повторно може да го набљудуваме на вечерното небо во периодот од 20 август до 31 декември. Јупитер ќе биде најсветол за време на неговата опозиција на 20 август. Исто така, на 5 мај Јупитер ќе се појави околу половина час пред изгрејсонцето во близина на Меркур на југоисточниот хоризонт. Речиси преку целата година Јупитер престојува со сосвездието Јарец.

Сатурн

На почетокот на годината прстенестата планетата е видлива на вечерното небо од 1 до 6 јануари. Потоа во текот на првата половина на февруари се појавува ниско на југоисток, па е видлива во утринските часови. Вака е сè до 1 август, кога оваа планета ќе почне да се појавува на вечерното небо до крајот на годината. Сатурн ќе биде најсветол од 1 до 4 август, кога ќе се наоѓа во опозиција со Сонцето. Во текот на целата година Сатурн ќе се наоѓа во сосвездието Јарец.

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.

На почетокот на годината Уран се набљудува навечер и заоѓа малку после полноќ, при што периодот на видливост брзо намалува, а е видлива до 12 април. Потоа, од 16 мај па до 3 ноември планетата се појавува на утринското небо. Повторно се појавува на вечерното небо кога е во опозиција, на 4 ноември. па околу тој датум Уран е над хоризонтот речиси секоја ноќ.

Во текот на целата година планетата се наоѓа во соѕвездието Овен.

Нептун ♆

Оваа планета може да се види со користење на мал оптички телескоп.

На почетокот на годината најдалечната планета е над хоризонтот навечер од 1 јануари до 23 февруари. После тоа, од 27 март до 13 септември, Нептун се појавува на утринското небо и изгрева сè порано. На крајот од годината, од 14 септември па до 31 декември, Нептун може да се набљудува повторно во вечерните часови. Во текот на целата година Нептун е во зодијачкото соѕвездие Водолија.

VII. Затемнувања на Сонцето и Месечината во текот на 2021 г.

Во 2021 г. ќе има четири затемнувања (две сончеви и две месечеви), од кои ниту една нема да биде видлива од територијата на Македонија.

1. Целосно месечево затемнување на 26 мај 2021 г.

Затемнувањето спаѓа кон сарос 121 и е видливо од југоисточна Азија, Австралија, Окејанија, Северна и Јужна Америка, Тихиот, Атлантскиот и Индискиот океан и Антарктикот.

Карактеристичните моменти на затемнувањето се:

Настан	Време (GMT+1)
прв контакт на Месечината со полусенката на Земјата	10:47:39
почнува делумното затемнување	11:44:58
почнува целосното затемнување	13:11:26
максимална фаза	13:18:42
завршува целосното затемнување	13:25:54
завршува делумното затемнување	14:52:23
последен контакт на Месечината со Земјината полусенка	15:49:44

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

2. Прстенесто сончево затемнување на 10 јуни 2021 г.

Затемнувањето спаѓа кон сарос 147. Како прстенесто затемнување ќе биде видливо од Канада, Гринланд, Русија и Арктикот, а како делумно затемнување ќе биде видливо од Европа, Азија, северозападна Африка, Северна Америка и Атлантскиот Океан.

Карактеристичните моменти на затемнувањето се:

Настан	Време (GMT+1)
почнува делумното затемнување	10:12:20
почнува целосното затемнување	11:49:50
максимална фаза	12:41:54
завршува целосното затемнување	13:33:43
завршува делумното затемнување	15:11:19

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

3. Полусенчесто месечево затемнување на 19 ноември 2021 г.

Затемнувањето спаѓа кон сарос 133 и е видливо од Европа, Азија, северозападна Африка, Северна и Јужна Америка, Тихиот, Индискиот и Атлантскиот Океан и Арктикот.

Карактеристичните моменти на затемнувањето се:

Настан	Време (GMT+1)
прв контакт на Месечината со полусенката на Земјата	07:02:09
почнува делумното затемнување	08:18:42
максимална фаза	10:02:55
завршува делумното затемнување	11:47:04
последен контакт на Месечината со Земјината полусенка	13:03:40

Од територијата на Македонија ова затемнување не може да се набљудува, бидејќи месечината ќе биде под хоризонтот.

4. Целосно сончево затемнување на 4 декември 2021 г.

Затемнувањето спаѓа кон сарос 152. Затемнувањето ќе биде видливо само во најјужните делови на Јужна Америка, Африка и Австралија, како и во Тихиот Океан и Антарктикот.

Карактеристичните моменти на затемнувањето се:

Настан	Време (GMT+1)
почнува делумното затемнување	06:29:16
почнува целосното затемнување	08:00:04
максимална фаза	08:33:26
завршува целосното затемнување	09:06:32
завршува делумното затемнување	10:37:26

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

VIII. Стеснет календар на метеорските роеви во 2021 г.

Метеорски рој	Период на активност	Максимум	ZHR	Родителско тело
Квадрантиди	27.XII-10.I	2/3. I	120	2003EH (астероид)
Лириди	16 - 30. IV	21/22. IV	18	C/1861 G1Thatcher
η-Аквариди	19.IV - 28.V	4/5. V	40	1P/Halley
Персеиди	17.VII-26.VIII	11/12. VIII	100	109P/Swift-Tuttle
Ориониди	2. X - 7. XI	20/21. X	20	1P/Halley
Леониди	06 - 30. XI	16/17. XI	15	55P/Tempel-Tuttle
Геминиди	4 - 17. XII	13/14. XII	150	3200 Phaeton

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски",
Скопје

520/524(082)

АСТРОНОМСКИ алманах 2021 / [Олгица Кузмановска ... и др.] -
Скопје
: Македонско астрономско друштво, 2021. - 114 стр. : илустр.во боја ;
графички прикази ; 22 см

Библиографија кон трудовите

ISBN 978-608-4827-04-7

COBISS.MK-ID 53321989